

AFET SONRASI TOPLANMA ALANLARININ PROMETHEE METODU İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Fatih ÖZTÜRK *^{ID}
Gülsüm Kübra KAYA **^{ID}

Alınma: 02.03.2020; düzeltme: 02.07.2020; kabul: 04.10.2020

Öz: Tüm dünyada, ilgili makamlar acil durumlara hazırlıklı olma ve afetlere müdahale için kısa ve uzun vadeli faaliyetler içeren afet yönetim planları hazırlamaktadır. Bu noktada, acil durum toplanma alanları afetzedelerin ihtiyaçlarını karşılamak ve afet sonrasındaki kaosu en aza indirmek için önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, yetkililer acil durum toplanma alanlarını çeşitli kriterleri göz önünde bulundurarak belirler ve bu alanların her zaman hazır durumda olmasını sağlarlar. Bu çalışma, İstanbul'un bir ilçesindeki kırk üç acil durum toplanma alanını, konunun uzmanı beş kişi tarafından belirlenen yedi kriter altında değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Çalışmada, analizi yapmak için ÇKKV (Çok Kriterli Karar Verme) yöntemi olan PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation) kullanılmıştır. PROMETHEE' den elde edilen bulgular kırk üç acil durum toplanma alanının yedi kriter altında sıralanmasını sağlamıştır. Bu çalışmadan elde edilen bulgular, bazı toplanma alanlarının yeniden gözden geçirilmesi zorunluluğu da dâhil olmak üzere acil durum toplanma alanlarının mevcut durumuna ilişkin öngörüler ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: ÇKKV, PROMETHEE yöntemi, Afet toplanma alanları

Evaluation of the Post-Disaster Emergency Assembly Areas through the Use of PROMETHEE Method

Abstract: All over the world, authorities prepare disaster management plans containing short- and long-term activities for emergency preparedness and response to disasters. At this point, emergency assembly areas play a crucial role to deliver the needs of the disaster victims and to minimise chaos following the disaster. The authorities designate the emergency assembly areas by considering several criteria and, in turn, ensure the readiness of these points at all times. This study aims to evaluate forty-three emergency assembly areas in a district of Istanbul under seven criteria that have been identified by five subject matter experts. The study used the PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation), an MCDM (Multi-Criteria Decision-Making) method, to undertake the analysis. The PROMETHEE method provided the rankings of these forty-three emergency assembly areas under seven criteria. The findings from this study shed light on the current status of the emergency assembly areas, including the necessity to reconsider some of the assembly points.

Keywords: MCDM, PROMETHEE method, Post-disaster gathering areas

* İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 34700, Üsküdar/İstanbul/Türkiye

** İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 34700, Üsküdar/İstanbul/Türkiye

İletişim Yazarı: Fatih Öztürk (fatih.ozturk@medeniyet.edu.tr)

1. GİRİŞ

Tüm dünyada, afetlerle mücadelede kısa ve uzun vadeli faaliyetlerini içeren afet yönetim planları sorumlu merciler tarafından hazırlanır (Gerdan ve Şen, 2019). Bu planların içerisinde, acil toplanma alanlarının önemi, herkes tarafından kabul edilmek ile birlikte yapılan çalışmaların eksiklikler barındırdığı da bir gerçektir. Özellikle deprem gibi ülkemizin gerçeği olan bir afetin yakın zamanda, İstanbul gibi, nüfus yoğunluğunun yüksek ve ülke ekonomisi açısından önemli olan bir şehri etkileyecek büyüklükte beklenmesi, çalışmaların ne kadar acil ve önemli olduğunu ortaya koymaktadır (Üstün ve Anagün, 2016). Afet ve acil durumlar için belirlenmiş toplanma alanları, özellikle deprem sonrasında oluşabilecek kaos ve kayıpların en aza indirgenmesi, afetzedelerin doğru bilgilere ulaşabilmeleri ve zaruri hizmetlerin aksamadan yerine getirilebilmesi açısından önemli rol oynar (Maral vd., 2015). Bu bağlamda, insanların güvenli alan olarak toplanabileceği alanların, önceden ulusal ve uluslararası standartlar çerçevesinde belirlenip vatandaşlara ilan edilmesi gerekmektedir (Zengin Çelik vd., 2018; Gerdan ve Şen, 2019). Günümüzün dijital olanakları vasıtasıyla insanlar toplanma alanları ile ilgili verilerin durumunu sürekli takip edebilecekleri erişimine sahip olmaları önem arz eder (Kayar vd., 2018). Bu nedenle toplanma alanlarının seçiminin titiz ve doğru yapılabilmesi için bilimsel yöntemlerin kullanılması süreci daha sağlıklı hale getirecektir (Öztürk, 2014; İnce vd., 2014).

Literatürde toplanma alanlarının yerlerinin belirlenmesi, uzman kişilerin alternatif alanları standartlara uygunluklarına göre değerlendirmesi ile gerçekleştirilmiştir (Zengin Çelik vd., 2018; Erdin vd., 2018; Gerdan ve Şen, 2019). Fakat standartlarca belirlenen kriterlerin birbiriyle çelişebilmesi ve sayıca fazla olması, alternatiflerin değerlendirilmesini zorlaştırmaktadır. Ayrıca, her bir kriterin farklı önem derecesine sahip olması da hesaba katıldığında, alternatif yerlerin sadece uzman görüşleri ile değerlendirmesi iyice zorlaşacaktır. Bu noktada, karar vericilere destek olmak ve daha güvenilir değerlendirmeler yapabilmek adına, ÇKKV (Çok Kriterli Karar Verme) yöntemlerinin kullanılması bir çok araştırmacı tarafından önerilmiştir (Kuşakçı vd., 2019; Ozturk ve Kaya, 2020). Literatürde afet toplanma alanlarının belirlenmesine yönelik çalışmalar incelendiğinde, yapılan çalışmaların genellikle sosyal ve beşeri bilimlerin yaklaşımları ele alınarak yürütülen araştırmalar olduğu gözlemlenmiştir (Gerdan ve Şen, 2019). ÇKKV yöntemlerinde olduğu gibi, sayısal yöntemleri öne çıkaran yaklaşımlarla çözüm arayan çalışmalara ise çok az rastlanılmıştır (Üstün ve Anagün, 2016). Örneğin, Üstün ve Anagün (2016) tarafından AHS (Analitik Hiyerarşi Süreci) yöntemi kullanılarak İstanbul'un ilçeleri afet yönetimi açısından incelenmiştir.

Literatürde, yer seçimi konusunda ÇKKV yöntemleri ile son on yılda yapılan çalışmalardan bazıları şu şekilde sıralanabilir. Vafaei (2014) afet durumları için seyyar hastane yeri seçiminde AHP yöntemini kullanmıştır. Kuo vd. (2002) bulanık AHP yöntemini kullanarak depo yeri seçimi yapmışlardır. Eleren (2006) AHP yöntemini kullanarak deri sektörü için yer seçimi çalışması gerçekleştirmiştir. Ustasüleymanoğlu ve Perçin (2007) Analitik Ağ Süreci metodu ile tesis yeri seçimi yapmışlardır. Vahidnia vd. (2009) bulanık AHP yöntemi ile hastane için uygun yer seçimi gerçekleştirmişlerdir. Athawale ve Chakraborty (2010) PROMETHEE yöntemini tesis yeri seçiminde kullanmışlardır. Tolga vd. (2013) bulanık Analitik Ağ Süreci metodunu kullanarak alışveriş merkezi yeri seçimi gerçekleştirmişlerdir. Akyüz ve Soba (2013) tekstil sektörü için kuruluş yeri seçiminde ELECTRE yöntemini kullanmışlardır. Ar vd. (2014) AHS-VIKOR metodu ile otel yeri seçimi gerçekleştirmişlerdir. García vd. (2014)'de AHP yöntemini kullanarak depo yeri seçmişlerdir. Guler vd. (2014) gıda sanayi işletmesinin kuruluş yeri seçimini belirlemişlerdir. Ağaç vd. (2015) AHP, TOPSIS, VIKOR ve ELECTRE yöntemlerini kullanarak Doğu Anadolu Bölgesi'nde, serbest bölge seçimini gerçekleştirmişlerdir. Wiguna vd. (2016) bulanık AHP ve PROMETHEE ile güneş enerji sahası alan seçimi yapmışlardır. Wang ve Liu (2016) enerji depolama alanının belirlenmesinde PROMETHEE yöntemini kullanmışlardır. Sánchez-Lozano vd. (2016) TOPSIS ve ELECTRE yöntemleri ile güneş enerji çiftlikleri için yer seçimi yapmışlardır. Karabıçak vd. (2016) bulanık AHP ve TOPSIS kullanarak karayolu şantiye yeri seçimi gerçekleştirmişlerdir. You vd. (2016) ELECTRE yöntemi ile kuruluş yerini

belirlemişlerdir. Komchornrit (2017) CFA (Confirmatory Factor Analysis), MACBETH ve PROMETHEE yöntemlerini kullanarak kara terminali yeri seçimi yapmışlardır. Zengin (2017) ekolojik açıdan sürdürülebilir alan kullanımlarını belirleyebilmek için TOPSIS metodunu kullanmıştır. Pekaya ve Bucak (2018) PROMETHEE yöntemini bölgesel liman yeri seçiminde uygulamışlardır. Karakoç vd. (2018) biyofineri için tesis yeri seçimi yapmışlardır. Ayvaz vd. (2018) biyodizel üretiminde kullanılan jatropa yağlı tohum bitkisi yetiştirmek için uygun tarla seçimi için doğrusal programlama metodu geliştirmişlerdir Sennaroglu ve Varlık Celebi (2018) AHP entegreli PROMETHEE ve VIKOR yöntemlerini kullanarak askeri havalimanı yeri seçimi gerçekleştirmişlerdir.

Bu çalışmada, İstanbul'un güneyinde, Marmara denizine kıyısı olan ve depremden en fazla etkilenmesi beklenen ilçelerinden birisi olan Küçükçekmece'deki toplanma alanları, çeşitli kriterler dâhilinde sıralanıp değerlendirilmiştir. Çalışmada, sıralama işlemi için çok kriterli karar verme yöntemi kullanılmıştır (Öztürk ve Ünver, 2020). Çok kriterli karar verme yöntemleri arasında diğer yöntemlere göre anlaşılması ve uygulanması kolay bir yöntem olması sebebi ile PROMETHEE yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. PROMETHEE, sınırlı sayıdaki alternatif kararların verilmesinde çelişkili kriterlerin uyumlaştırılmasında uygundur (Goumas ve Lygerou, 2000). PROMETHEE ile yapılan sıralama diğer sıralama yöntemlerine ek olarak iki önemli üstünlük taşımaktadır. Bu üstünlüklerden birincisi, toplanma alanlarının değerlendirilmesinde kullanılan her bir faktör için farklı bir tercih fonksiyonunun kullanılabilmesi; ikincisi ise, alternatiflere ilişkin kısmi ve tam sıralamaların elde edilmesidir (Dağdeviren ve Eraslan, 2008). Ayrıca PROMETHEE yöntemi GAIA (Geometrical Analysis for Interactive Aid) düzlemi ile sağladığı görsellikle diğer ÇKKV yöntemlerine göre üstünlük göstermektedir (Genç, 2013).

PROMETHEE yöntemi, çeşitli alanlarda karar verme problemlerinde kullanılmıştır. PROMETHEE yöntemi, panelvan otomobil seçiminde (Soba, 2012), tedarikçi seçiminde (Şenkay ve Hekimoğlu, 2013), konut projelerinin değerlendirmesinde (Onan, 2014), ticari araç seçiminde (Ömürbek ve Eren, 2014), personel seçiminde (Bedir ve Eren, 2015), faktörün şirket seçiminde (Bağcı ve Esmer, 2016), su havzalarının değerlendirilmesinde (Vulević ve Dragović, 2017), tüketiciler için en uygun otomobilin seçilmesinde (Öztürk, 2020) ve okul performanslarının sıralanmasında (Ishizaka ve Resce, 2020) kullanılmıştır.

Bu çalışmada, literatürde yapılan çalışmalardan farklı olarak, İstanbul'un depremden en fazla etkilenmesi beklenen ilçelerinden Küçükçekmece'de, belirlenmiş olan toplanma alanlarının işlevselliği çeşitli kriterler altında PROMETHEE yöntemi kullanarak değerlendirilmiştir. Büyük bir depremin gerçekleşmesi halinde seçilen ilçenin fay hatlarına yakın olmasından ötürü yıkımın büyük olacağı ve buna ek olarak bina stoğu dağılımının bu etkiyi arttıracığı öngörüsü bu seçimde önemli rol oynamıştır. İstanbul'da meydana gelebilecek olası bir afet durumunun yaratacağı kaos ortamı düşünülecek olunursa bu çalışmanın önemi daha iyi anlaşılacaktır.

2. YÖNTEM VE UYGULAMA

Çok sayıda ve genellikle birbiri ile çelişen kriterlere göre, birden fazla alternatifin değerlendirilmesi karar verme sürecini zorlaştırmaktadır (Kuşakçı vd., 2019). PROMETHEE yöntemi diğer ÇKKV yöntemlerine nazaran uygulanabilirliğinin daha kolay olması ve birbiriyle çelişen kriterler bakımından karşılaştırılması gereken problemlere daha kolay uyum sağlayabilmesinden ötürü tercih edilmektedir (Brans ve Mareschal, 2005; Onan, 2014). Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan PROMETHEE yönteminde karar noktalarının sırası PROMETHEE I ve PROMETHEE II ana aşamalarıyla belirlenir (Brans ve Vincke, 1985; Brans vd., 1986).

PROMETHEE yöntemi aşağıda ifade edildiği gibi 7 adımdan oluşmakta olup (Dağdeviren ve Eraslan, 2008) problemin ortaya konulup alternatifler kriterler ve ağırlıkların ortaya konulması ile birlikte uygulama aşamalarına geçilir (Soba, 2012):

Birinci adımda belirlenen kriterler; kriter ağırlıkları, alternatifler ve alternatiflerin belirtilen kriterler nezdindeki değerleri belirlenir.

İkinci adımda, kriterler için tercih fonksiyonlarının seçimi gerçekleştirilir. Tercih fonksiyonu olarak 6 farklı fonksiyon tanımlanmıştır. Bu fonksiyonları şu şekilde sıralayabiliriz: Olağan, U-tipi, V-tipi, Seviyeli, Doğrusal ve Gaussian.

Üçüncü adımda, tercih fonksiyonları baz alınarak alternatif grubundaki alternatif çiftleri için müşterek tercih fonksiyonları belirlenir.

Dördüncü adımda, seçilen müşterek tercih fonksiyonlarından yola çıkılarak her alternatif çifti için tercih dizinleri belirlenir.

Beşinci adımda, alternatifler için pozitif (Φ^+) ve negatif (Φ^-) değerler belirlenir.

Altıncı adımda, PROMETHEE I yardımı ile kısmi öncelikler belirlenir. Bu öncelikler alternatif grubundaki alternatiflerin birbirleri bakımından tercih edilmelerini, birbirinden farksız olan alternatifleri ve birbiri ile karşılaştırılması mümkün olmayan alternatiflerin tespit edilmesini sağlar.

Örnek olarak; a ve b alternatif dairesinde mevcut iki alternatif durumunda iken kısmi önceliklerin tayin edilmesinde aşağıda belirtilen durumlar bahis konusudur.

Sağlanan durumlar, $\Phi^+(a) > \Phi^+(b)$ ve $\Phi^-(a) < \Phi^-(b)$, $\Phi^+(a) > \Phi^+(b)$ ve $\Phi^-(a) = \Phi^-(b)$, $\Phi^+(a) = \Phi^+(b)$ ve $\Phi^-(a) < \Phi^-(b)$ şeklinde ise, a alternatifi b alternatifine nazaran tercih edilir.

Sağlanan durum $\Phi^+(a) = \Phi^+(b)$ ve $\Phi^-(a) = \Phi^-(b)$ şeklinde ise, a alternatifi b alternatifinden farksız olduğu görülür.

Sağlanan durum $\Phi^+(a) > \Phi^+(b)$ ve $\Phi^-(a) > \Phi^-(b)$, $\Phi^+(a) < \Phi^+(b)$ ve $\Phi^-(a) < \Phi^-(b)$ şeklinde ise, a alternatifi b alternatifi ile karşılaştırma yapılamaz.

Yedinci adımda, PROMETHEE II ile alternatiflere yönelik net öncelikler hesaplanır. Bu öncelikler ile alternatif grubunda bulunan tüm alternatifler aynı düzlemde değerlendirilerek tam sıralama ortaya çıkarılır. Net öncelik hesaplaması aşağıda ki şekilde gerçekleştirilir.

$\Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a)$, a ve b, alternatif grubunda mevcut olan iki alternatif durumunda iken, elde edilen net öncelik değerine bağlı olarak, şu kararlar alınır;

$\Phi(a) > \Phi(b)$ olur ise a alternatifinin üstünlüğü görülür.

$\Phi(a) = \Phi(b)$ olur ise a ve b alternatiflerinin farkının olmadığını gösterir.

Φ^+ : Pozitif üstünlük

Φ^- : Negatif üstünlük

Uygulama, İstanbul ilinin depremde en fazla etkileneceği değerlendirilen, Marmara denizine kıyısı olan ilçelerinden biri olan Küçükçekmece’de gerçekleştirilmiştir. Yetkili kurumlar tarafından belirlenen 43 afet sonrası toplanma alanının 7 kriter açısından değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Seçilen alanlar, yetkili kurumlar tarafından toplanma alanı olarak belirlenmiş gerçek alanlardır. Değerlendirme kriterleri ise hem literatür (Chen vd., 2016; Çınar vd., 2018; Erdin vd., 2018; Fan vd., 2017; Kırçın vd., 2017; Maral vd., 2015; Üstün ve Anagün, 2016; Zengin Çelik vd., 2018) tarafından önerilen hem de bu alanda görevli olan uzmanlar tarafından teyit edilen kriterlerdir. Seçilen kriterler: ulaşım, arazi topoğrafyası, arazi büyüklüğü, altyapı, güvenlik, konutlara yakınlık ve tehlike unsurları. Kriterlerin belirlenmesinde görüşlerine başvurulmuş uzmanlar uzun yıllar resmî kurumlarda arama kurtarma, itfaiye, sağlık, güvenlik ve ulaşım hizmetleri alanlarında görev yapan kişilerden oluşturulmuştur. Aynı şekilde kriterlerin ağırlıklandırılması uzmanlar tarafından belirlenmiş olup, en yüksek oran %40 ile ulaşım verilmiştir. Ulaşımın en yüksek ağırlığa sahip olması deprem gibi büyük bir afetin ardından afetzedelerin güvenli alanlara hızlıca ulaşması ve o bölgelere yardımların kolayca ulaşabilmesi ile doğrudan bağlantılıdır. Toplam değer 100 olarak belirlendiği ağırlıklandırma sisteminde; ulaşım %40, topoğrafya %5, alan büyüklüğü %10, alt yapı %20, güvenlik %10, konutlara yakınlık %5 ve tehlike unsurları %10 olarak seçilmiştir.

Aşağıda verilen Tablo 1’de alternatif alanlar, A1, ...A43 serisi olarak verilmiş olup, kriterler ve ağırlık oranları gösterilmiştir. Ayrıca ulaşım kriterinin sayısal değerlere çevrilmesi her bir anayol için 2 ve her bir ara yol için 1 değeri verilerek gerçekleştirilmiştir. Topoğrafya değerleri; düz zemin için 1, eğimli zemin için 0 değerleri seçilmiştir. Altyapı kriteri için herhangi bir altyapı unsuru yoksa 0, elektrik var ise 1 ve WC var ise 1 seçilip, her ikisinin olması durumunda toplamı

şeklinde ifade edilmiştir. Güvenlik kriteri için emniyet unsurlarına metre cinsinden uzaklık değerleri verilmiştir. Tehlikeli unsurların değerlendirilmesinde tehlike mevcut ise 0 ve tehlike mevcut değil ise 1 olarak seçilmiştir. Tehlikeli unsurlar olarak; benzin istasyonu, kimyasal üretim işletmeleri gibi yangın ve patlama ihtimali olan alanlar göz önünde bulundurulmuştur.

Tercih fonksiyonları olarak; ulaşım, alt yapı ve güvenlik kriterleri için dördüncü tip, topoğrafya ve tehlike unsurları kriterleri için birinci tip, alan büyüklüğü ve konutlara yakınlık kriterleri için ise beşinci tip tercih fonksiyonu problemin çözümünde kullanılmıştır. Tercih fonksiyonlarının seçilmesinde kriterlerin yapısı göz önünde bulundurulmuştur. Beşinci tip tercih fonksiyonunun seçimi nicel kriterler açısından daha uygun olduğundan ötürü seçilmiştir. Birinci tip ve dördüncü tip tercih fonksiyonları kalitatif kriterlerde oldukça uygun olmasından ötürü tercih edilmişlerdir (Mareschal, 2013). Konutlara yakınlık kriteri dışındaki tüm kriterler maksimize edilerek probleme dâhil edilmişlerdir.

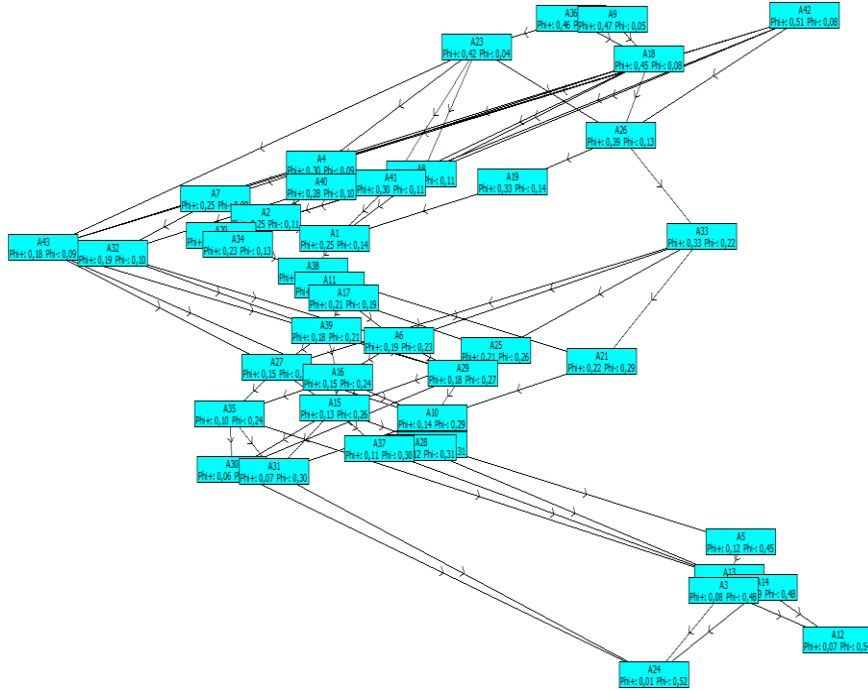
Tablo 1. Toplanma alanı kriterlerine ve alternatiflerine ilişkin değerlendirme

Ağırlık(%)	40	5	10	20	10	5	10
Kriterler	Ulaşım	Topoğrafa	Alan Büyüklüğü (m2)	Alt Yapı	Güvenlik	Konutlara Yakınlık (m)	Tehlike Unsurları
Alternatifler							
A. 1	3	0	40000	2	2	70	1
A. 2	3	1	11350	2	2	90	1
A. 3	1	0	7230	1	0	40	0
A. 4	4	1	2017	2	1	10	1
A. 5	1	1	2700	2	1	30	0
A. 6	2	1	3550	2	0	10	1
A. 7	3	1	3500	2	2	10	1
A. 8	4	1	5100	2	1	10	0
A. 9	5	0	110000	2	1	10	1
A. 10	2	1	6500	0	1	10	1
A. 11	4	1	3250	1	1	25	0
A. 12	1	1	2150	0	0	10	0
A. 13	1	1	1750	0	2	15	1
A. 14	1	1	2250	0	0	15	1
A. 15	3	1	1130	0	2	15	1
A. 16	3	1	2500	0	2	20	1
A. 17	2	1	8100	2	1	10	1
A. 18	5	1	50000	2	1	10	0
A. 19	4	1	45000	2	0	15	0
A. 20	3	1	5000	2	1	20	1
A. 21	4	1	2800	0	0	15	0
A. 22	2	1	3400	0	1	10	1
A. 23	4	1	5100	2	3	10	1
A. 24	2	0	0	0	1	25	0
A. 25	4	1	550	0	0	15	1
A. 26	4	1	17000	2	3	20	0
A. 27	3	1	2100	0	1	10	1
A. 28	2	1	410	2	2	180	1
A. 29	2	0	21200	2	1	150	1
A. 30	2	1	1600	1	1	20	1

A. 31	2	1	1520	1	2	30	1
A. 32	3	0	19000	1	1	10	1
A. 33	5	0	2000	0	1	10	1
A. 34	4	1	1700	1	2	20	1
A. 35	2	1	2750	1	1	15	1
A. 36	5	1	4700	2	2	10	1
A. 37	3	0	1800	0	1	20	1
A. 38	4	1	3000	1	1	15	0
A. 39	3	1	3200	2	1	20	0
A. 40	4	1	1550	2	1	10	1
A. 41	4	0	2550	2	1	10	1
A. 42	6	1	1750	2	1	10	1
A. 43	3	1	4750	1	1	10	1

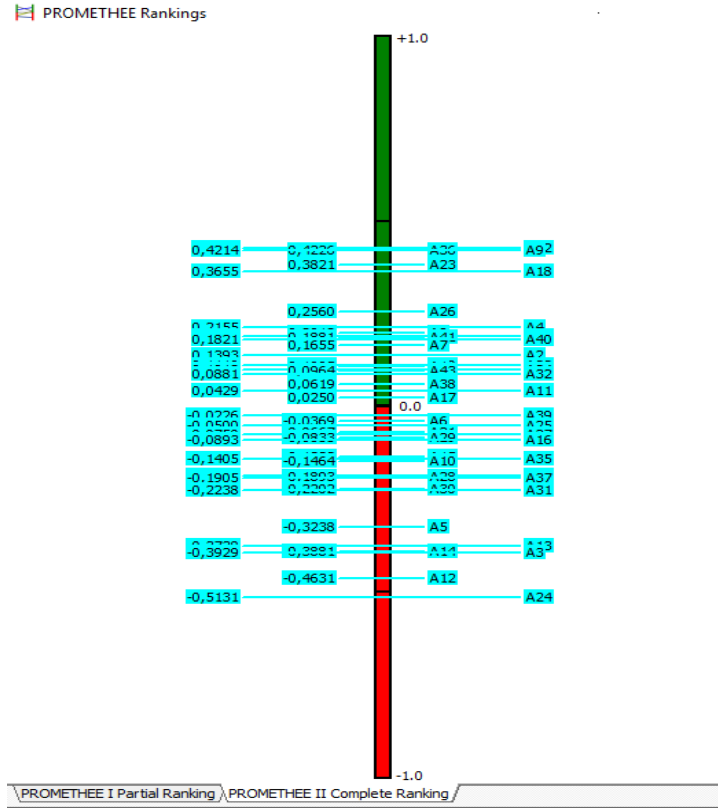
Afet sonrası toplanma alanlarının değerlendirilmesi için yapılan bu çalışmada “Visual PROMETHEE Academic” yazılımı kullanılmış olup PROMETHEE I ve PROMETHEE II’ ye nazaran değerlendirme yapılmıştır. PROMETHEE I yöntemi ile yapılan kısmi sıralamaya göre skor sonuçları sıralaması Şekil 1’de gösterilmiştir.

PROMETHEE I yöntemine göre performans sıralaması yukarıdan aşağıya doğru gösterilmiştir. A42, A36, A9, A23 ile belirtilen toplanma alanları en üstte bulunmakta ve sıralama aşağıya doğru devam etmektedir. PROMETHEE I ile yapılan kısmi sıralamanın ardından PROMETHEE II ile alternatifler arasında tam sıralama elde edilerek, hangi toplanma alanının daha üstün olduğu ortaya çıkarılır.



Şekil 1:
PROMETHEE I skorları

Şekil 2’de PROMETHEE II tam sıralama skorları gösterilmiştir. Phi skorları -1 ve +1 arasında değişmektedir. Sıfırın altında kalanlar düşük üstünde kalanlar ise yüksek performans göstermişlerdir.



Şekil 2:
PROMETHEE II skorları düzlemi

Tablo 2’de gösterilen PROMETHEE II ile belirlenen tam sıralama sonucuna göre, toplanma alanları, kriterlere en uygun alandan başlayarak A42, A36, A9, A23, ... şeklinde sıralanmıştır.

Tablo 2. PROMETHEE II ile toplanma alanlarının tam sıralaması

Action	Phi	Phi+	Phi-
A. 42	0,4274	0,5107	0,0833
A. 36	0,4226	0,4583	0,0357
A. 9	0,4214	0,4667	0,0452
A. 23	0,3821	0,4179	0,0357
A. 18	0,3655	0,4464	0,081
A. 26	0,256	0,3857	0,1298
A. 4	0,2155	0,3012	0,0857
A. 8	0,2012	0,3155	0,1143
A. 19	0,1905	0,3298	0,1393
A. 41	0,1881	0,3024	0,1143
A. 40	0,1821	0,2845	0,1024
A. 7	0,1655	0,2536	0,0881
A. 2	0,1393	0,2512	0,1119
A. 20	0,1131	0,2286	0,1155
A. 33	0,1119	0,331	0,219
A. 1	0,1095	0,2512	0,1417

A. 34	0,1012	0,2262	0,125
A. 43	0,0964	0,1821	0,0857
A. 32	0,0881	0,1929	0,1048
A. 38	0,0619	0,2226	0,1607
A. 11	0,0429	0,2167	0,1738
A. 17	0,025	0,2107	0,1857
A. 39	-0,0226	0,1833	0,206
A. 6	-0,0369	0,1917	0,2286
A. 25	-0,05	0,206	0,256
A. 21	-0,0667	0,2202	0,2869
A. 27	-0,075	0,1464	0,2214
A. 29	-0,0833	0,1821	0,2655
A. 16	-0,0893	0,1524	0,2417
A. 15	-0,1333	0,1298	0,2631
A. 35	-0,1405	0,1036	0,244
A. 10	-0,1464	0,144	0,2905
A. 22	-0,1845	0,125	0,3095
A. 28	-0,1893	0,1202	0,3095
A. 37	-0,1905	0,1107	0,3012
A. 30	-0,2202	0,0643	0,2845
A. 31	-0,2238	0,0714	0,2952
A. 5	-0,3238	0,1214	0,4452
A. 13	-0,3738	0,094	0,4679
A. 14	-0,3881	0,094	0,4821
A. 3	-0,3929	0,0833	0,4762
A. 12	-0,4631	0,0726	0,5357
A. 24	-0,5131	0,0083	0,5214

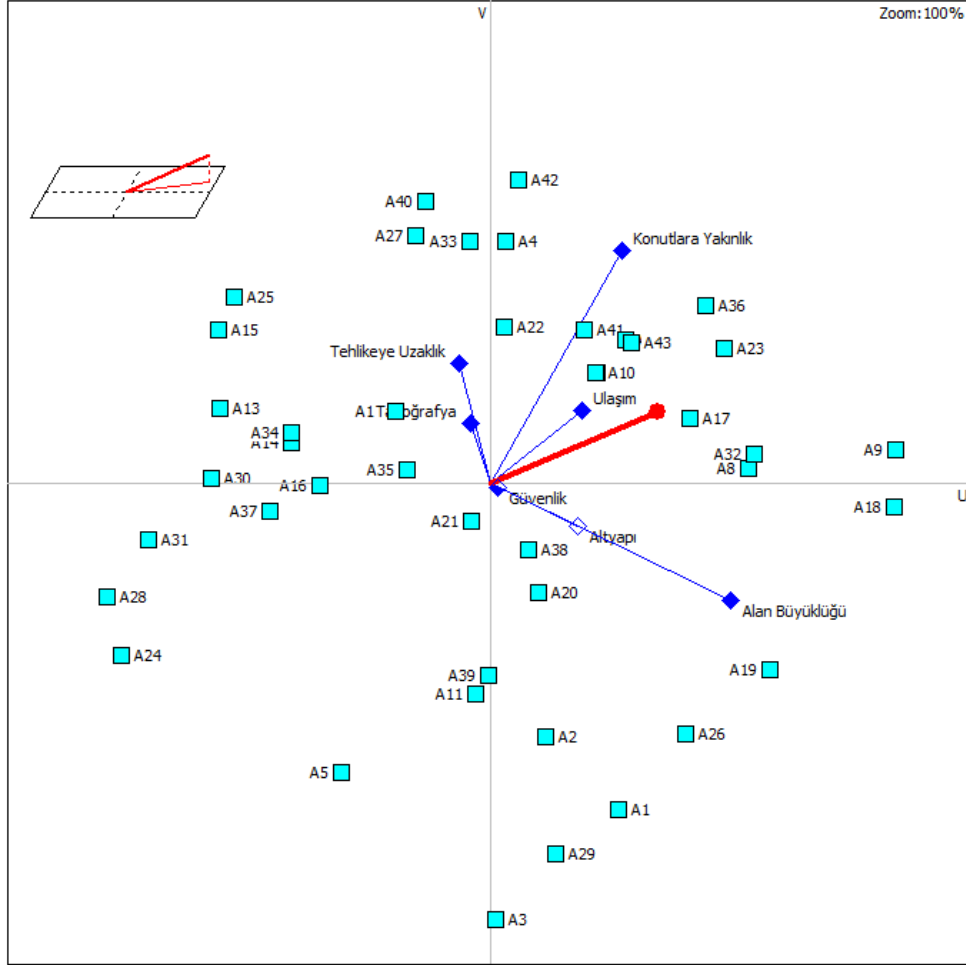
Alternatiflerin, k (kriter sayısı) boyutlu bir uzayda ortaya konulmasını takiben, Temel Bileşenler Analizi kullanılarak, alternatiflerin ve kriterlerin, daha kolay anlaşılabilir bir gösterim ile karar vericilere gösterilebilmesi için, k boyutlu uzaydan iki boyutlu bir düzlem üzerine, izdüşümlerin hesaplanması ile bir düzlem oluşturulur. Alternatifler ve kriterlerin durumunun görüldüğü bu düzlem, GAIA düzlemi olarak ifade edilir (Brans ve Mareschal, 2005; Genç, 2013).

Şekil 3'te verilen GAIA düzleminde, kırmızı renkteki kalın doğru çizgi optimal noktayı ifade etmektedir. Bu noktaya en yakın değerler, optimale en yakın seçimlerdir. Bu noktadan uzaklaşıldıkça optimallikten uzaklaşmaktadır. GAIA düzleminde turkuaz renkli karelerle gösterilen toplanma alanlarının (alternatiflerin) optimum noktaya olan mesafeleri bu düzlem üzerinden bakılarak görülebilir.

GAIA düzlemi, kriterler açısından da değerlendirme yapmaya olanak sağlamaktadır. Şekil 3'te görülen mavi çizgiler kriterleri temsil etmektedir. Aynı istikameti gösteren kriter çubukları benzer özellik gösteren kriterlere aittir. Farklı istikameti gösteren kriter çubukları ise birbiri ile çelişen kriterlere aittir. Kırmızı kalın doğru çizgi istikametindeki kriterlerin ağırlıkları diğer kriterlere nazaran daha fazladır. Kriterlerin ağırlıklarının değişmesi ile kırmızı kalın doğru çizginin gösterdiği istikamet değişir (De Smet ve Lidouh, 2013). Benzer değerlere sahip alternatifler GAIA düzleminde birbirlerine yakın olarak yer almaktadır. Alternatifler eğer bir kriter üzerinde yüksek bir değere sahip ise o alternatif GAIA düzleminde o kriter çubuğuna yakın yer almaktadır.

GAIA düzleminin ortaya koyduğu grafik, PROMETHEE yönteminin sonuçlarını görsel olarak ortaya koymakta ve diğer ÇKKV yöntemleri gibi basit bir sıralama yapmanın ötesinde karar vericiye hızlı ve anlaşılması kolay bir bakış açısı vermektedir (Genç, 2013). Fakat bu

kolaylıklarının yanında, veriler k boyuttan 2 boyutlu bir düzleme indirildiğinde bilgi kaybı yaşanabilmektedir. GAIA düzlemine aktarılan bilgi miktarı δ ile ifade edilir ve genellikle bu %80 ve üstü olarak sonuçlanır. Bu da GAIA düzlemindeki veriler doğrultusunda sonuçları yorumlamanın güvenilir olduğunu gösterir (Brans ve Mareschal, 2005; Karande ve Chakraborty, 2012). Bu çalışmada, δ değeri %57 olduğundan, GAIA düzleminde yorum yapmak zorlaşmaktadır. Bir başka deyişle, bu çalışmada GAIA düzlemi gerçek sıralama değerlerini bütünüyle doğru yansıtmamaktadır. PROMETHEE II sonuçları doğrultusunda GAIA düzlemine bakmak daha doğru olacaktır.



Şekil 3:
Toplanma yerleri için GAIA düzlemi

3. SONUÇ

Çalışmanın sonucunda elde edilen veriler, afet sonrası toplanma alanlarının tekrardan gözden geçirilerek, gerekli düzeltmelerin yapılmasının zorunlu olduğunu ortaya koymaktadır. Yerel yönetimler ve AFAD (Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı)'nın koordinasyonu ile belirlenen toplanma alanları belirli aralıklar ile gözden geçirilerek bazen iyileştirme yoluna gidilerek bazen de iptal edilerek başka alanların geliştirilmesi sağlanmaktadır. Bu çalışmada kullanılan alanlar mevcut durumda aktif olan, gerçek toplanma alanlarıdır. Şekil 3'e bakıldığında kırmızı kalın

çizginin gösterdiği yönde olan toplanma alanlarının diğer toplanma alanlarının durumuna nazaran daha iyi olduğu sonucuna varılmaktadır. Kriterler açısından düşük skorlar veren alanların ise yaklaşık olarak tüm alanların sayısının yarısına eşit olduğu PROMETHEE II ile belirlenen tam sıralama sonucuna bakıldığında görülmektedir. Bundan ötürü, afet sonrası toplanma alanlarının tüm paydaşların katılımı ile yeniden gözden geçirilmesi gerekmektedir. Toplanma alanlarının uygun halinin sürekliliği için, düzenli olarak denetlenmesi ve gerektiğinde ek tedbirlerin alınması, bu alanların mevcudiyetinin korunması açısından önemlidir.

Yapılan çalışmanın sonucunda, afet sonrası toplanma alanları arasında optimum toplanma alanı olarak A42 ilk sırada yer almıştır. A42'nin ilk sırada yer almasına ulaşım kriterinin ağırlığının yüksek katkı sağladığı görülmektedir. Kriterlere uygunluk açısından en uygun yerlerin tespitinden ziyade, çalışmanın amacı açısından uygun olmayan toplanma alanlarının ortaya çıkarılması daha elzemdir. Böylelikle, mevcut afet sonrası toplanma alanlarından kriterlere uygun olmayanları gerekli önlemler alınarak düzeltilir. Acil durum planlamalarında, planlamaların ne düzeyde ihtiyaçları karşılayacağı, zayıf noktaların gereksinimleri ne kadar yerine getirebildiği ile doğru orantılıdır. Bundan ötürü, kriterler açısından en düşük skora sahip olan afet sonrası toplanma alanlarının durumu dikkate alınarak iyileştirilmeler gerçekleştirilir. Özellikle ulaşım kriteri açısından, tüm alanlar yeniden planlanmalı ve bu alanlar içerisindeki taşınabilir yapılar dâhil yapılaşmalara müsaade edilmeyerek, alt yapı ve acil müdahale ekipmanlarının toplanma alanları içerisinde bulundurulmasına dikkat edilmelidir.

Bu çalışma, afet sonrası toplanma alanlarının belirlenen kriterler açısından değerlendirilmesine ve değerlendirme sonucu ile de bu alanların iyileştirilmesine olanak sağlayacaktır. Bu konudaki iyileştirmeler belirli aralıklar ile toplanma alanlarının durumlarının gözden geçirilmesi ile sağlanmaktadır. Gözden geçirmeler sonucunda AFAD bu alanların iyileştirilmesini sağlamaktadır. Bu iyileştirmeler ile ileride muhtemel bir afetin gerçekleşmesi durumunda afet sonrası kaos ve düzensizlik minimize edilecektir. Bununla birlikte Kentsel dönüşüm çalışmalarında, afet sonrası toplanma alanlarının yerleri öncelikle belirlenip gerekli kriterler nezdinde düzenlenmelerin yapılması, sonradan oluşabilecek sorunların önüne geçilmesini sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

1. Ağaç, G., Baki, B., Peker, İ., ve Ar, İ. M. (2015) Çok kriterli karar verme tekniklerini kullanarak serbest bölge yer seçimi : Doğu Anadolu Bölgesi örneği. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 30(1), 79–113.
2. Akyüz, Y., ve Soba, M. (2013) ELECTRE yöntemiyle tekstil sektöründe optimal kuruluş yeri seçimi: Uşak ili örneği. *International Journal*, 9(19). 185-198. doi: 10.11122/ijmeb.2013.9.19.452
3. Ar, İ. M., Baki, B., ve Özdemir, F. (2014) Kuruluş yeri seçiminde bulanık AHS-VIKOR yaklaşımının kullanımı: Otel sektöründe bir uygulama. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 13(13), 93–114. doi: 10.18092/ijeas.07453
4. Athawale, V. M., and Chakraborty, S. (2010) Facility location selection using PROMETHEE II method. *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 59–64.
5. Ayvaz, B., Kusakcı, A., Ozturk, F., ve Sırakaya, M. (2018) Biyodizel tedarik zinciri ağ tasarımı için çok amaçlı karma tam sayılı doğrusal programlama modeli önerisi. *Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering* , 23 (4) , 55-70. doi: 10.21923/jesd.509079
6. Bağcı, H., ve Esmer, Y. (2016) Promethee yöntemi ile faktörün şirketi seçimi. *Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(2), 116–129. doi: 10.18221/bujss.14955

7. Bedir, N., ve Eren, T. (2015) AHP-PROMETHEE yöntemleri entegrasyonu ile personel seçim problemi : Perakende sektöründe bir uygulama. *Social Sciences Research Journal*, 4(4), 46–58.
8. Brans JP., and Mareschal B. (2005) *PROMETHEE methods. in: multiple criteria decision analysis: state of the art surveys*. International Series in Operations Research & Management Science, vol 78, Springer, New York. doi: 10.1007/0-387-23081-5_5
9. Brans, J. P., and Vincke, P. (1985) Note—a preference ranking organisation method. *Management Science*, 31(6), 647–656.
10. Brans, J. P., Vincke, P., and Mareschal, B. (1986) How to select and how to rank projects: the PROMETHEE method. *European Journal of Operational Research*, 24, 228–238.
11. Chen, W., Zhai, G., Fan, C., Jin, W., and Xie, Y. (2016) Human and ecological risk assessment : an international a planning framework based on system theory and GIS for urban emergency shelter system : A case of Guangzhou , China. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 23(3), 441–456. doi: 10.1080/10807039.2016.1185692
12. Çınar, A. K., Akgün, Y., ve Maral, H. (2018) Afet sonrası acil toplanma ve geçici barınma alanlarının planlanmasındaki faktörlerin incelenmesi : İzmir-Karşıyaka örneği. *Planlama*, 28(2), 179–200. doi: 10.14744/planlama.2018.07088
13. Dağdeviren, M., ve Eraslan, E. (2008) Promethee sıralama yöntemi ile tedarikçi seçimi. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 23(1), 69–75.
14. Eleren, A. (2006) Kuruluş yeri seçiminin analitik hiyerarşi yöntemi ile seçimi; Dericilik sektörü örneği. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 20(2), 405–416.
15. Erdin, H. E., Aydın, M. B. S., Partigöç, N. S., Zengin Çelik, H., Palazca, A., ve Horoz, Ç. (2018) Kentiçi yol kademelenmesinin afet durumunda toplanma alanlarının erişilebilirliğine etkisi açısından irdelenmesi. *International Symposium on Natural Hazards and Disaster Management*, 625–637.
16. Fan, C., Ph, D., Zhai, G., Zhou, S., Zhang, H., and Qiao, P. (2017) *Integrated framework for emergency shelter planning based on multihazard risk evaluation and its application : Case study in China*. *Natural Hazards Review*, 18(4), 1–15. doi: 10.1061/(ASCE)NH.1527-6996.0000253
17. García, J. L., Alvarado, A., Blanco, J., Jiménez, E., Maldonado, A. A., and Cortés, G. (2014) Multi-attribute evaluation and selection of sites for agricultural product warehouses based on an Analytic Hierarchy Process. *Computers and Electronics in Agriculture*, 100, 60–69. doi: 10.1016/j.compag.2013.10.009
18. Genç, T. (2013) PROMETHEE yöntemi ve GAIA düzlemi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15(1), 133–154.
19. Gerdan, S., ve Şen, A. (2019) Afet ve acil durumlar için belirlenmiş toplanma alanlarının yeterliklerinin değerlendirilmesi: İzmit örneği. *İdealkent*, 10(28), 962–983. doi: 10.31198/idealkent.514077
20. Goumas, M., and Lygerou, V. (2000) An Extension of the PROMETHEE method for decision making in fuzzy environment: Ranking of alternative energy exploitation projects. *European Journal of Operational Research*, 123(3), 606–613.
21. Guler, D., Adanacioğlu, H., Saner, G., ve Azak, Ş. (2014) Promethee yöntemi ile gıda sanayi işletmesinin kuruluş yeri seçiminin belirlenmesi: Kuru domates işletmesi örneği. *I. Uluslararası Katılımlı Proje Yönetimi Konferansı- Proje Yönetim Zirvesi*, 92–101.

22. Ishizaka, A., and Resce, G. (2020). Best-Worst PROMETHEE method for evaluating school performance in the OECD's PISA project. *Socio-Economic Planning Sciences*, s. 100799. doi: 10.1016/j.seps.2020.100799
23. İnce, U., Azvay, B., Öztürk, F., Kuşakçı, A.O., (2018), Value Stream Mapping in Lean Production and an Application in the Textile Sector, *Journal of International Trade, Logistics and Law*, 4(1), 111-125
24. Karabıçak, Ç., Boyacı, A. İ., Kocabaş Akay, M., ve Özcan, B. (2016) Çok kriterli karar verme yöntemleri ile karayolu şantiye yeri seçimine ilişkin bir uygulama. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13, 107–121.
25. Karakoç, E. B., Ayvaz, B., Kuşakçı, A. O., ve Öztürk, F. (2018) Biyodizel yakıtlar için çok önemli tedarik zinciri ağ tasarımı: Türkiye örneği. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji*, 6(4), 862–876. doi: 10.29109/gujsc.411873
26. Karande, P. and Chakraborty, S. (2012) 'Application of PROMETHEE-GAIA method for non-traditional machining processes selection', *Management Science Letters*, 2(6), 2049–2060. doi: 10.5267/j.msl.2012.06.015
27. Kayar, A., Ayvaz, B., ve Öztürk, F. (2018). Akıllı Fabrika, Akıllı Üretim: Endüstri 4.0'a Genel Bakış, *1.International Eurasian Conference on Science, Engineering and Technology (EurasianSciEnTech 2018)*, 1651-1658.
28. Kırçın, N. P., Çabuk, N. S., Aksoy, K., ve Çabuk, A. (2017) Ülkemizde yeşil alanların afet sonrası toplanma alanı olarak kullanılma olanaklarının artırılması üzerine bir araştırma. *Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı*, 11-13, Eskişehir
29. Komchornrit, K. (2017) The selection of dry port location by a hybrid CFA-MACBETH-PROMETHEE method : A case study of Southern Thailand. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 33(3), 141–153. doi: 10.1016/j.ajsl.2017.09.004
30. Kuo, R. J., Chi, S. C., and Kao, S. S. (2002) A decision support system for selecting convenience store location through integration of fuzzy AHP and artificial neural network. *Computers in Industry*, 47(2), 199-214. doi: 10.1016/S0166-3615(01)00147-6
31. Kuşakçı, A., Ayvaz, B., Öztürk, F., ve Sofu, F. (2019) Bulanık MULTIMOORA ile personel seçimi: havacılık sektöründe bir uygulama. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 8 (1) , 96-110 . doi: 10.28948/ngumuh.516835
32. Maral, H., Akgün, Y., Çınar, A. K., ve Karaveli, A. S. (2015) İzmir'deki afet sonrası toplanma ve acil barınma alanları üzerine bir değerlendirme. *3. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı*, İzmir
33. Mareschal, B. (2013). "How to choose the right preference function?". Erişim Adresi: <http://www.promethee-gaia.net/> (Erişim: Nisan 2020)
34. Onan, A. (2014) PROMETHEE sıralama yönteminin konut projelerinin değerlendirilmesinde kullanılması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16(1), 17–28. doi: 10.5578/jeas.6470
35. Ozturk, F., and Kaya, G. K. (2020) Personnel selection with fuzzy VIKOR: an application in automotive supply industry. *Gazi University Science Journal: Part C Design and Technology*, 8(1), 94–108. doi: 10.29109/gujsc.595288
36. Ömürbek, N., ve Eren, H. (2014) AHP temelli PROMETHEE sıralama yöntemi ile hafif ticari araç seçimi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19(4), 47–64.

37. Öztürk, F. (2020), An Integrated AHP and PROMETHEE Approach to Select the most Suitable Automobile for Consumers, *Engineering And Architecture Sciences Theory, Current Researches and New Trends*, Chapter 13, pp. 186-194, IVPE, Cetinje, Montenegro, ISBN: 978-9940-46-034-1
38. Öztürk, F. (2014) “Qualität, Effizienzsteigerung und integrierte Managementsystemen im türkischen Eisenbahnsektor”, *Social and Natural Sciences Journal*, 8(2), 14-19, doi: 10.12955/snsj.v8i2.657
39. Öztürk F., Ünver S., (2020): Supplier Selection with Fuzzy AHP, *4th International Erciyes Conference on Scientific Research*, Kayseri/Turkey, 16-17 October 2020, pp. 260-272
40. Pekmaya, M., ve Bucak, U. (2018) Çok kriterli karar verme yöntemleriyle bölgesel liman kuruluş yeri seçimi: Batı Karadeniz’de bir uygulama. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 18. EYİ(Özel Sayı), 253–268. doi: 10.18092/ulikidince.353653
41. Sánchez-Lozano, J. M., García-Cascales, M. S., and Lamata, M. T. (2016) Comparative TOPSIS-ELECTRE TRI methods for optimal sites for photovoltaic solar farms. Case study in Spain. *Journal of Cleaner Production*, 127, 387–398. doi: 10.1016/j.jclepro.2016.04.005
42. Şenkay, H., ve Hekimoğlu, H. (2013). Çok kriterli tedarikçi seçimi problemine PROMETHEE yöntemi uygulaması. *Verimlilik Dergisi*, 2013(2), 63-80.
43. Sennaroglu, B., and Varlık Celebi, G. (2018) A military airport location selection by AHP integrated PROMETHEE and VIKOR methods. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 59, 160–173. doi: 10.1016/j.trd.2017.12.022
44. De Smet, Y., and Lidouh, K. (2013). *An introduction to multicriteria decision aid: The PROMETHEE and GAIA methods*. Lecture Notes in Business Information Processing. 138, 150–176. doi: 10.1007/978-3-642-36318-4_7
45. Soba, M. (2012) Promethee yöntemi kullanarak en uygun panelvan otomobil seçimi ve bir uygulama. *Journal of Yaşar University*, 7(28), 4708–4721.
46. Tolga, A.C., Tuysuz, F., and Kahraman, C. (2013) A fuzzy multi-criteria decision analysis approach for retail location selection. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 12(4), 729-755. doi: 10.1142/S0219622013500272
47. Ustasüleymanoğlu, T., ve Perçin, S. (2007) Analitik ağ süreci yaklaşımıyla kuruluş yeri seçimi. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(3), 37–55.
48. Üstün, A. K. K., ve Anagün, A. S. S. (2016) İstanbul’ un ilçelerinin afet yönetimi açısından önem ağırlıklarının Analitik Hiyerarşi Süreci kullanılarak belirlenmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 31(1), 119–128.
49. Vafaei, N. (2014). Selecting The Field Hospital Location For Disasters: A case study in Istanbul, *Thesis (M.Sc.)*, İstanbul Technical University, Institute of Science and Technology, İstanbul.
50. Vahidnia, M. H., Alesheikh, A. A., and Alimohammadi, A. (2009) Hospital site selection using fuzzy AHP and its derivatives. *Journal of Environmental Management*, 90(10), 3048–3056. doi: 10.1016/j.jenvman.2009.04.010
51. Vulević, T., and Dragović, N. (2017) Multi-criteria decision analysis for sub-watersheds ranking via the PROMETHEE method. *International Soil and Water Conservation Research*, 5(1), 50–55. doi: 10.1016/j.iswcr.2017.01.003

52. Wang, Z., and Liu, L. (2016) Optimized PROMETHEE based on interval neutrosophic sets for new energy storage alternative selection. *Revista Tecnica de la Facultad de Ingenieria Universidad del Zulia*, 39(9), 69–77. doi: 10.21311/001.39.9.10
53. Wiguna, K. A., Sarno, R., and Ariyani, N. F. (2016) Optimization solar farm site selection using multi- criteria decision making fuzzy AHP and PROMETHEE : Case study in Bali. *International Conference on Information, Communication Technology and System (ICTS) Optimization*, 237–243.
54. You, X., Chen, T., and Yang, Q. (2016) Approach to multi-criteria group decision-making problems based on the best-worst-method. *Symmetry*, 8(95), 1–16. doi: 10.3390/sym8090095
55. Zengin Çelik, H., Sılaydın Aydın, B., Partigöç, N. S., ve Erdin, H. E. (2018) Deprem riskleri bağlamında toplanma alanlarının güvenlik kriterleri temelinde değerlendirilmesi : Bayraklı (İzmir) örneği. *International Symposium on Natural Hazards and Disaster Management*, 612–624.
56. Zengin, M. (2017) Peyzaj planlamada TOPSİS yöntemi ve Erzurum örneği. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(1), 309–318. doi: 10.21597/jist.2017127443