

CRITIC-GRİ İLİŞKİSEL ANALİZ HİBRİT YÖNTEMİ İLE DEPREM KONTEYNERLERİNİN OPTİMUM YERLEŞTİRİLMESİ

OPTIMUM DEPLOYMENT OF EARTHQUAKE CONTAINERS WITH CRITIC-GRAY RELATIONAL ANALYSIS HYBRID METHOD

Hakan Murat ARSLAN¹

Öz

Afetlerde ilk yetmiş iki saat can kaybının ve yaralı sayısının azaltılması açısından çok önemlidir. Deprem konteynerlerinin varlığı ve en uygun yerleştirilmesi, afetlere hazırlık aşamasında dikkate alınması gereken bir husustur. Bu tür konteynerler olası felaketlerde halkın hayatta kalmasını ayrıca ilk müdahalenin doğru ve yerinde yapılmasını sağlayacak tesisler olarak kabul edilebilir. Bu çalışmada, sınırlı bir bölge için yerleştirilmesi planlanan iki konteynerin optimum yerlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çok Kriterli Karar Verme Problemi (ÇKKV) olarak modellenen çalışmanın analizinde, 5 kriter ve 7 alternatif yer almaktadır. Çalışmanın verileri İl AFAD müdürlüğü ve ilgili bölgenin yetkililerinden elde edilmiştir. Çalışmanın analiz sürecinde Critic-Gri İlişkisel Hibrit yaklaşımı kullanılmıştır. Hesaplamalar Microsoft Excell programı kullanılarak yapılmıştır. Gerçekleştirilen analizler sonucunda; birinci sırada (A1) Bahçelievler, ikinci sırada (A5) Güzelbahçe ve üçüncü sırada (A3) Demetevler Mahallesi çıkmıştır. Çalışmanın sonuçları il afet koordinasyon yetkilileri ile paylaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Tesis Yerleştirme Problemi, ÇKKV Yöntemleri, Deprem Konteynerleri

Abstract

In disasters, the first seventy-two hours is very important in terms of reducing the loss of life. The existence and optimal placement of earthquake containers should be taken into consideration during disaster preparedness. Such containers can be considered as facilities to ensure the survival of people in the event of disasters and to ensure that the first response is performed correctly and in a timely manner. In this study, it is aimed to determine the optimum locations of two containers which are planned to be placed for a limited area. In the analysis of the study, which is modeled as a Multi-Criteria Decision Making Problem (MCDM), there are 5 criteria and 7 alternatives. The data of the study was obtained from the Provincial Directorate of AFAD and the authorities of the relevant region. Critic-Gray Relational Hybrid approach was used in the analysis process of the study. Calculations were made using the Microsoft Excell program. As a result of the conducted analyses; (A1) Bahçelievler was found to be the first place, (A5) Güzelbahçe the second and (A3) Demetevler the third location. The results of the study have been shared with provincial disaster coordination authorities.

Keywords: Facility Location Problems, MCDM Methods, Earthquake Containers

¹ Doç.Dr., Düzce Üniversitesi, İşletme Fakültesi, muratarслан@duzce.edu.tr, Orcid: 0000-0002-3515-5358

1. GİRİŞ

Tesis yerleştirme problemleri günümüzde sıklıkla çalışılan yöneylem araştırmaları konuları arasında yer almaktadır. Bunun en açık nedeni nicel verileri esas alarak sayısal yöntemler tabanlı metotlar kullanılarak en uygun yerleştirmeyi gerçekleştirmesindendir. Tesis yerleştirme problemlerinin üretim ve hizmet işletmelerinde birçok uygulaması bulunmaktadır.

Tesis yerleştirme problemlerinin farklı bir uygulaması da afetlerden hemen sonra faaliyette olması gereken deprem konteynerlerinin yerleştirilmesinde kullanılabilmesidir. Deprem konteynerleri birer tesis olarak kabul edilebilir. Çünkü belli kriterler çerçevesinde belirli konumlardaki muhtemel yerlere yerleştirilmeleri söz konusudur.

Afet anında ve hemen sonrasındaki süreçte yeterli ekipmanlarla müdahale edilemediğinden birçok afetzede hayatını kaybetmekte veya ağır yaralanmaktadır. Halbuki afetlere hazırlık sürecinde yeterli sayıdaki deprem konteyneri optimum yerleştirilmiş olursa can kaybının en az olması beklenmektedir.

Deprem konteynerlerinin en uygun yerleştirilmesi konusunda yetkili idare bilimsel tabanlı yöntemler kullanmak yerine hemen kendi bölgelerinde bulunan çocuk bahçesi, okul bahçeleri, büyük kamu binalarının bahçelerini ve cami bahçeleri gibi konumları seçip yerleştirmeyi gerçekleştirdikleri görülmüştür. Literatürde hastane, sağlık ocağı ve ilk yardım ünitesi gibi tesislerin optimum yerleştirilmesine ait çalışmalar mevcuttur (Darende, 2009). Ancak deprem konteynerlerinin en uygun yerleştirilmesine ait çalışma yok denecek kadar azdır. Oysa afetler ve depremler sürekli dünya gündemindedirler.

Bu belirtilen görüşler doğrultusunda çalışmanın temel amacı deprem konteynerlerinin varlığı ve en uygun yerleşiminin önemi üzerinde farkındalık oluşturmaktır. Bu çalışma ile ÇKKV yöntemleri kullanılarak deprem konteynerlerinin optimum yerleşiminin mümkün olduğu gösterilmiştir.

Çalışmayı diğer tesis yerleştirme problemlerinden ayıran en önemli farklardan biride hibrit ÇKKV yaklaşımı izlenerek anlamlı sonuçların elde edilmesidir. Deprem konteynerlerinin en uygun konumlara yerleştirilmesi aynı zamanda karar problemi olarak düşünülmüştür. Çözüm için oluşturulan model, Critic ve Gri İlişkisel Analiz gibi karar yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Dolayısıyla olası bir afetten hemen sonra afetzedelerin bir an evvel gidecekleri deprem konteynerlerinin optimum sayıda ve konumda yerleştirilmesi amaçlanmıştır. Deprem konteynerlerinin optimum yerleştirilmesi literatüre güncel ve faydalı bir araştırma ile katkı sağlayacağı ve yansımalarının il afet planlarında yer alarak topluma afet bilinci açısından yararlı olacağı düşünülmektedir.

Çalışmanın sırası ile gelen ikinci bölümünde ilgili literatür taraması yer almaktadır. Üçüncü bölümde, çalışmanın metodolojisi vurgulanmıştır. Dördüncü bölümde elde edilen bulgular ve yorumlarına yer verilmiştir. Beşinci ve son bölümde ise çalışmanın sonuçları değerlendirilmiştir. Ayrıca yetkili idareye ve araştırmacılara bir kısım tavsiyelerde bulunulmuştur.

2. LİTERATÜR TARAMASI

2.1. Afet Sonrası Faydalanılan Deprem Konteynerleri

Maalesef insanlık sık sık depremlerle ve yıkıcı/tahrip edici felaketlerle karşı karşıyadır. Bu gibi felaketler karşısında Türkiye olarak ne kadar hazırlıksız olduğumuz 1999 Marmara depreminde ve onu izleyen 2011 Van depreminde açıkça görülmüştür. Doğal felaketler karşısında en az zarar ile kurtulmanın temel çaresi, afet öncesi hazırlıkların planlı ve programlı bir şekilde tamamlanması ile mümkündür.

Afet yönetimi çalışmaları süreç açısından üç temel aşamada ele alınmaktadır; Afet öncesi hazırlıklar, afet anındaki tedbirler ve afet sonrası yapılması gerekenler şeklinde sınıflandırılabilir. Hatta afet sonrası faaliyetleri de iki kısımda incelemek mümkündür. Birincisi afetten sonra ilk yetmiş iki saat içinde yapılması gerekenler ve yetmiş iki saatten sonra kademeli olarak yapılması gerekenler. Bu süreçler dikkatle incelendiğinde afetten sonraki ilk yetmiş iki saat içinde afetzede halkın eğer ihtiyaç oluşmuşsa deprem konteynerlerinden faydalanılması gerekmektedir.

Afetten sonraki ilk yetmiş iki saat içinde afetzede halkın temel sorunları aşağıda sıralanmıştır:

- 1- Enkaz altında kalmış yaralı veya haber alınamayan yakınını kurtarmak,
- 2- Yaralı yakınına ilk yardım malzemeleri ile yardımcı olmak,
- 3- Su ve açlık gibi fizyolojik ihtiyaçlarını karşılamak,
- 4- Donma ya da aşırı soğuğa karşı battaniye gibi örtünme malzemelerine ulaşmak,
- 5- Karanlığa karşı aydınlatma cihazlarına ihtiyaç duymak,
- 6- Yakındaki yetkililerle iletişim kurabilmektir.

Yukarıda sıralanan sorunlar dikkatle incelendiğinde, deprem konteynerlerinin içinde bulunan malzemelerle birçoğunun çözümlenebildiği açıktır. Bu yönü ile konu irdelendiğinde deprem konteynerlerinin önemi ortaya çıkmaktadır. Aslında deprem konteynerlerinin bulundurulmasında ki temel amaç, profesyonel kurtarma ekipleri olay yerine gelinceye kadar afetzedelerin kullanabilecekleri hayati malzemeleri bulundurmaktır.

Bilim Akademisi üyesi Prof. Dr. Naci Görür, "1999 depreminde en büyük kaybı göçük altındaki insanlara zamanında ulaşamadığımız için yaşadık. Bu yüzden konteynerler yapıldı. Deprem olduğunda, afetzedelerin ne durumda oldukları ortaya konulursa son derece yararlı olur. Şu an konteynerlerin planlı bir şekilde yerleşimi oldu mu? Bilmiyorum, olduysa da henüz bildirilmedi. 1999 depremlerinde, 3-5 göçükte ve 3-5 binanın enkazında arama yapacak kadar basit bir takım aletlerle faaliyetler yürütülüyordu. Ancak yeni oluşturulacak planlamada konteynerlerin yeri ve nerelere konulduğu mutlaka halk tarafından bilinmesi elzemdir. Hatta konteynerlerden sorumlu olanlar belli ve bilinir olması gerekir. Şimdi yeniden böyle bir organizasyon yapılırsa ve işlevsel hale getirilirse, çok yararlı olacaktır. Göçük çok fazla olabilir ama her semtin belirli yerlerine konteynerler konulmalıdır" (URL 1, 2019) dedi.

Avcılar Belediye Başkan Vekili Tuncay Gündüz, "Deprem konteynerlerini mümkün olduğu kadar toplanma alanlarına yakın yerleştirmeye çalışıyoruz. Afet anında ve hemen sonrasında konteynerlerin içinde bulunan malzemelerle halka faydalı olmayı amaçlıyoruz. Periyodik olarak ayda bir konteynerlerin içindeki malzemeler kontrol ediliyor. Gerekli eksiklikler giderilmektedir" (URL 1, 2019) dedi.

Avcılar Belediyesi Sivil Savunma Uzmanı İbrahim Berber, "Konteynerlerde 39 farklı kalemde malzeme bulunmaktadır. Bu konteynerlerde yer alan malzemeler, olası bir afet durumunda profesyonel ekip gelinceye kadar orada bulunan halkın birbirine yardım etmesini sağlayacak basit kurtarma gereçleridir. Konteynerlerin içerisinde; Jeneratör, kırıcılar, aydınlatma cihazları, battaniyeler, sedyeler, ilk yardım malzemeleri, emniyet şeridi bandı, su tankı ve yakıt tankı gibi malzemeler bulunmaktadır" (URL 1, 2019) dedi.

Yukarıda yetkililerden elde edilen bilgiler dikkatle irdelendiğinde afetten hemen sonra yani afetzedelerin şaşkınlık ve şok durumunda olduğu süreçten çıkar çıkmaz ilk gerekli olacak malzemelerin deprem konteynerlerinde olduğu belirtilmektedir. Ayrıca bu tür yapıların en uygun yerleştirilmesi için bilimsel tekniklerin kullanılması gerekliliği açıktır.

Aşağıdaki Resim 1 ve Resim 2’de örnek bir deprem konteyneri ve içinde ne tür malzemeler bulunduğu gösterilmiştir.



Resim 1. Örnek Bir Deprem Konteyneri



Resim 2. Bir Deprem Konteynerinin İçten Görünüşü

2.2. Deprem Konteynerlerinin Yer Seçimi Standartları

Deprem konteynerlerinin yer seçimi standartlarına ait yerli ve yabancı literatürde her hangi bir veriye rastlanmamıştır. Ancak benzer sağlık kuruluşlarının yer seçimi şartlarından yararlanılarak bu tür yapılarında yer seçimi standartları belirlenebilir.

540

Literatürde benzer olarak sıklıkla toplanma merkezlerinin yer seçimine ait çalışmalar mevcuttur. Toplanma merkezleri afet anında ve hemen sonrasında halkın hızla ulaşabilecekleri ve risk unsuru olmayan güvenli yerlerdir. Hatta halkın daha önceden bildiği, kurtarma ekiplerinin kolay ulaşabildiği ve halkın en yakın barınma alanlarına yönlendirilebileceği konumlardır. Yaralı toplanma merkezlerinin tespitinde kriterler belirlenirken aşağıdaki beş unsur önemlidir (Aksoy vd., 2009; 2002; Tarabanis ve Tsionas, 1999):

Ulaşılabilirlik: Afet anında halkın kolaylıkla ulaşabileceği konumlar olduğunu ifade eder.

Ulaşım Ağları ile Bağlantı: Afet anında alternatif ulaşım arterlerinin varlığı ve önceden belirlendiğini ifade eder.

İşlevsellik: Hali hazırda mevcut olan çocuk bahçeleri, okul sahaları, kamu binalarının bahçeleri yeşil alanlar gibi yerler toplanma merkezleri için uygun konumlardır. Ancak bahsedilen alan 500 m² den küçük olmamalıdır.

Mülkiyet: Özellikle kamuya ait alanların kullanılmasına özen gösterilmelidir. Fakat şahsa ait yerler bu gibi durumlarda kullanılacaksa önceden yazılı belgeler nezdinde izinler alınmalıdır.

Alan Bakımından Büyüklük: Dünyadaki uygulamalarına bakıldığında toplanma merkezlerine ayrılacak bölgenin en az kişi başına 1,5 m² olması planlanmalıdır. (Tarabanis ve Tsionas, 1999) çalışmalarında, yaralı toplanma merkezlerinde kişi başına düşen alanın 2 m² olmasını öngörmektedir.

İlgili literatür ve yetkililerden alınan bilgiler doğrultusunda deprem konteynerlerinin yer seçimi ve yapısal standartları aşağıda belirtildiği gibidir:

- Herhangi bir tehdit ve tehlikeye karşı korumalı ve mümkünse kamera ile kontrol edilebilir özellikte yerler olması,
- Yerleştirilecek alanda; elektrik, su, iletişim ve kanalizasyon ağlarının bulunması,
- Olası büyük şiddette ki depreme karşı zemin etüdü yapılmış alanların tercih edilmesi,
- Sel baskınlarına karşı normalden 2 m yüksek ve eğimli alanlara konumlandırılması,
- Konteynerin altının asfaltlanması ya da parke taşı döşenmesi,
- Konteynerin yerden yüksekliğinin 25-30 cm olması,
- Konteynerlerin halkın yaşadığı konutlara mümkün olduğunca yakın olması,
- Yangın tehlikesi bakımından en yakın yerleşim alanına 50 m mesafede olması,
- Yerleşimin yapılacağı alanlar özellikle kamu arazilerinden seçilmesi,
- Konteynerlerin zorlu iklim şartlarına ve yangın standartlarına uygun malzemelerden üretilmiş olması,

2.3.1. Tesis Yerleştirme Problemleri

Son zamanlarda işletmelerin nakliye giderleri dikkate alındığında, tesislerin en uygun yerleştirilmesi konusu tüm hizmet ve üretim işletmelerinin titizlikle verecekleri kararlar arasındadır. İşletmeler gelecekte sağlayacakları kârın maksimum olması bakımından optimum tesis yeri seçim kararlarını önemserler.

Ürünlerin hızlı teslim edilmesi günümüzde önemli rekabet unsurudur. Hem hızlılık hemde nakliye masrafları açısından optimum tesis yeri seçimi konusu işletmelerin çok düşünerek ve ayrıntılı hesaplamalar yaparak verecekleri kararlardandır (Arslan ve Yıldız, 2016).

Literatürde tesislerin belirli kısıtlar dahilinde optimum yerleştirilmesi ile ilgili ilk çalışma 1909'da Alfred Weber tarafından yapılmıştır. Weber, üç konumdan birini en az nakliye masrafı olacak şekilde diğer ikisine servis sağlayan konumda yerleştirmeyi başarmıştır (Jamshidi, 2009).

Özel ve kamu işletmeleri, tesis yeri kararı verirken bilimsel karar verme tekniklerini uygulayarak hüküm vermelidirler. Bu itibarla, tesislerin optimum yerleştirilmesi kararı uzun vadeli bir karardır. Finansal kararların giderek daha önemli hale geldiği 21. yüzyılın ekonomik hayatında rekabetin en önemli unsurları arasında lojistik maliyetleri yer almaktadır. Bu tür maliyetler tesislerin optimum yerleştirmesi ile mümkündür (Correia vd., 2009).

(Durak ve Yıldız, 2015) tesislerin optimum yerleşimini sağlamak üzere, P-Medyan Tesis Yerleştirme Modeli kullanarak gıda işletmelerinde optimum depo yerinin tespiti konulu çalışmayı gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada ilgili gıda işletmesinin muhtemel depo sayısı ve konumları temel veri setinin alternatiflerini oluşturmuştur. Probleme özgü geliştirdikleri modeli uygulayarak en uygun depo konumunu tespit etmişlerdir. Çalışmanın sonuçlarını ilgili işletme yetkilileri ile paylaşılmıştır.

(Uludağ ve Deveci, 2013) çalışmasında, bulanık mantık esasına dayalı VIKOR ve TOPSIS yöntemlerini kullanarak yeni yapılması planlanan bir havalimanı için optimum konumun bulunmasını sağlamışlardır.

(Üke, 2016) yaptığı tez çalışmasında, Çorum şehir merkezinde yapılacak alışveriş merkezi için AHP yöntemini kullanılarak en uygun kuruluş yerinin tespit edilmesini sağlamıştır. Çalışmasında veri seti olarak, 10 kriter ve 8 alternatif yer almaktadır. Ayrıca sonuçlar ilgililerle paylaşılmıştır.

(Sönmez, 2016) çalışmasında, yatırımcıların alternatif yatırımlar arasından en uygun olanını Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi kullanılarak gerçekleştirilebileceğini göstermiştir (URL 2, 2016).

(Fidan, 2016) çalışmasında, bir uluslararası yüklenici firmanın yeni faaliyette bulunacağı ülkeyi tespit etmek için AHP, PROMETHEE, Superiority and Inferiority Ranking Method (SIR), Simple Additive Weighting (SAW) ve TOPSIS yöntemlerini kullanarak sekiz muhtemel ülke arasından işletme için optimum olanını belirlemiştir. Gerçekleştirdiği analizler sonucunda Fas en uygun ülke tespit edilmiştir. Sonuçlar ilgili işletmenin yetkilileri ile paylaşılmıştır.

2.3.2. Deprem Konteynerlerinin Yerleştirilmesi Çalışmaları

Dünyanın birçok ülkesinde deprem, sel, taşkın, kasırga gibi doğa olayları ve bunlara bağlı oluşabilecek afetlerin sonrasında kullanılan toplanma alanları, barınma yerleri ve ilk yardım yerlerinin optimum konumlandırılmalarını ilgilendiren çeşitli ölçek ve kapsamda çalışmalar yapılmıştır. Afetlere hazırlık kapsamında optimum yerleştirilecek unsurların konumunu, sayısını, bölgesel dağılımını ve fiziksel özelliklerini belirleyebilmek için afetin türü, yer seçimine ait kriterler ve çeşitli model parametrelerini içeren çeşitli matematiksel modeller oluşturulmuştur. Aşağıda afetlerden sonra hemen hazır olması gereken ilk yardım unsurlarının optimum yerleştirilmesi ile ilgili çalışmalardan bir kısmı ifade edilmiştir.

(Arslan ve Yıldız, 2016) çalışmasında, model P- Medyan tesis yerleştirme problemi temel alınarak oluşturulmuştur. Çalışmanın modeli Genetik Algoritma ile değerlendirilmiştir. Analizler sonucunda, en uygun konumlar Bayram Gökmen, Bahçelievler ve Kültür mahalleleri çıkmıştır. Çalışmanın sonuçları yetkili idare ile paylaşılmıştır.

(Şimşek ve Yeniay, 2012) çalışmalarında, olası bir İstanbul depreminde bölge sakinlerinin kolaylıkla ulaşabileceği yaralı toplama noktalarının en uygun yerleştirilmesini gerçekleştirmiştir. Çalışmada, İstanbul'un afet planında ki dört senaryo dikkate alınarak model oluşturulmuş ve buna göre olası ağır yaralı sayılarına değerlendirmeler yapılmıştır. Afet yönetmeliklerine uygun kapsama uzaklıkları ile maksimum kapsama problemi olarak model tasarlanmış ve SİTATION yazılımı ile analiz edilmiştir. Elde edilen optimum konumların yetkili organları ile paylaşılmıştır.

(Arslan, 2017) çalışmasında, Düzce ili merkez ilçesindeki 56 mahalle arasından altısı üzerinde yerleştirilmesi planlanan deprem konteynerlerinin optimum konumlandırılması konusunda yetkili idareye yardımcı olmayı amaçlamıştır. Bu doğrultuda matematiksel model oluşturulmuştur. Analizler Genetik Algoritma ve Lagrange esaslı olarak gerçekleştirilmiş ve

sonuçlar birbirini destekler mahiyette çıkmıştır. Sonuçta, deprem konteynerleri için optimum yerler; Çamköy, Esentepe, Koçyazı, Burhaniye, Aziziye ve Azmimilli mahalleleri olmuştur.

(Ablenado vd., 2009) çalışmalarında, Meksika'nın Hidalgo şehrinde maliyet ve ilgili sağlık kuruluşlarına yakınlığı esas alan barınma yerlerinin en uygun yerleştirilmesine ait çalışmalar gerçekleştirmişlerdir.

(Li vd., 2012) çalışmalarında ise, ABD'nin Carolina bölgesinde kasırga afetine karşı tahliye sürelerini kriter olarak kabul eden geçici barınma yerlerinin optimum konuşlandırılmalarında iki aşamalı senaryo temelli model geliştirmişlerdir.

(Hu vd., 2014) çalışmalarında afet sırasında tahliye ve geçici barınma yerleri için farklı karmaşık tam sayılı lineer programlama tabanlı model geliştirmişlerdir. Bu modelleri ile sağlık tesislerine yakınlık, su kaynaklarının varlığı, temizlik ve elektrik ekipmanlarına ulaşım gibi unsurları kriter olarak kabul etmişlerdir. Ayrıca modellerinde; hata maliyetleri, ilk yardım maliyetleri ve ulaşım maliyetlerini minimum yapılmıştır.

(Fan vd., 2017) çalışmalarında, Çin'in Changshu kentinde afetlerden sonra kullanılmak üzere barınma yerleri problemi için bir model oluşturmuşlardır.

(Çiçekdağı ve Kiriş, 2012) çalışmalarında, Dumlupınar Üniversitesi kampüsünde oluşturulacak toplanma merkezleri ve afet istasyonlarının optimum konuşlandırılması problemi analiz edilmiştir. Afet istasyonları şeklinde isimlendirilen konteynerlerin optimum konuşlandırılmasında kümeleme analizi metodu kullanmışlardır.

(Bayram vd., 2015) çalışmalarında, geçici barınma yerlerinin optimum konumlarını bulmaya yönelik matematiksel model tasarlamışlardır.

(Youssef vd., 2011) ve (Chen vd., 2016) çalışmalarında da benzer şekilde afet sonrası süreçte kurulması gerekli olan geçici barınma yerlerinin optimum konumlarının tespit edilmesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) esaslı modelleri kullanmışlardır.

2.3.3. Critic Yöntemi

Critic Yöntemi ile ilgili ilk çalışmalar 1995 yılında Diakoulaki ve arkadaşları tarafından yürütülmüştür. Bahsedilen çalışmada sekiz ilaç firmasına ait finansal performans verilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın analiz aşamasında, karar vericiler hakkında kesinlik olmadığı durumlarda kullanılabilen ve kriterler hakkında objektif ağırlıklandırma yapılabilmesini sağlayan Critic Yöntemi kullanılmıştır.

Critic yönteminin çözüm adımları aşağıdaki şekildedir (Arslan, 2019):

- 1- Karar problemine ait karar matrisinin normalize edilmesi
- 2- Karar matrisine göre kriterler arasındaki ilişki derecesinin belirlenmesi
- 3- İlişki derecelerine bağlı kriter ağırlıklarının ifade edilmesi

2.3.4. Gri İlişkisel Analiz Yöntemi (GİA)

Çok kriterli karar verme yöntemlerinin genel amacı, karar probleme ait farklı kriterler çerçevesinde alternatifler arasından en uygun olanın tespit edilmesidir. Son zamanlarda ÇKKV yöntemleri arasında sıklıkla kullanılan yaklaşımlardan biri de Gri İlişkisel Analizdir.

Bu yaklaşım tarzı İlk defa 1980'lerin başında Julong Deng tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntemin temeli Gri sayılar teorisine dayanmaktadır.

Çok kriterli karar verme problemlerinde doğrudan temel veri setine dayalı karar matrisinden değerlendirme yapılabilmesini sağlayan Gri İlişkisel Analiz yönteminde sayısal belirsizliklerde kolaylıkla ortadan kaldırılmaktadır (Üstünişik, 2007).

Gri sayılar teorisi temelli GİA yöntemi, kesinlik oluşturmeyen ve alternatifler hakkında yeterli bilginin olmadığı karar problemlerinde kolaylıkla kullanılabilir (Chan ve Tong, 2007). GİA Yöntemi altı aşamadan oluşur. Bunlar (Peker ve Birdoğan, 2011):

1. Temel veri setine dayalı referans matrisinin oluşturulması
2. Karar matrisinin normalize edilmesi
3. Mutlak Değer Matrisinin oluşturulması
4. Gri İlişkisel Katsayı Matrisinin belirlenmesi
5. Alternatiflere ait ağırlıklı ortalama değerlerinin tespit edilmesi
6. Gri ilişkisel derecelerin ifade edilmesidir.

3. YÖNTEM

3.1. Çalışmanın Amacı

Afetlere hazırlık sürecinde gerekli tedbirlerin alınması çok önemlidir. Bu tedbirler arasında olası felaketlerde can kaybını azaltacak faaliyetler kapsamında olan deprem konteynerlerinin varlığı ve optimum yerleştirilmiş olması gerekmektedir. Çünkü afetlerde yaralıları hemen sağlık kuruluşlarına götürülemeyebilir veya enkaz altında kalan biri için kurtarma ekibi hemen gelemeyebilir. Bu açıdan deprem konteynerlerinin barındırdığı ekipmanlar yeterlidir. Ancak bu tür tesislerin optimum yerleştirilmesi ayrıntılı analizlerle gerçekleştirilmelidir.

Tesis yerleştirme problemi olarak kabul edilebilen deprem konteynerlerinin optimum yerleştirilmesi yöneticiler için önemli bir sorundur. Çalışmada bu tür tesis yerleştirme problemlerinin ÇKKV yöntemleri ile çözülebilirliği ifade edilmiştir. Uygulama Düzce İli Kalıcı konutlar bölgesinde yer alan 7 mahalle ile sınırlıdır. Belirli kriterler çerçevesinde bahsedilen 7 alternatif arasından en uygun olanları Critic-Gri İlişkisel Analiz Hibrit Yöntemi ile tespit edilmiştir.

3.2. Çalışmanın Kapsamı

Çalışmanın analiz aşamasında kullanılan kriterler ve alternatifler ilgili bölgenin yapısı ve yetkililerin görüşleri doğrultusunda belirlenmiştir. Araştırmanın konusu özellikle deprem anında gerekli olan deprem konteynerlerinin varlığı ve optimum yerleştirilmesi hususunda farkındalık oluşturmaktır. Ayrıca bahsedilen en uygun yerleşimin ÇKKV yöntemleri ile gerçekleştirilebileceğini göstermektedir.

Karar matrisinde yer alan veriler analiz edilebilir sayılara dönüştürülmüştür. Alternatifler arasından en uygun olanları ideal değerlere yakınlıkları dikkate alan Gri İlişkisel Analiz yönteminin çözüm aşamaları kullanılarak sıralanmıştır.

3.3. Çalışmanın Yöntemi

Çalışmada alternatiflerin kriterler kapsamındaki performanslarından oluşan karar matrisi esas alınarak Düzce ili kalıcı konutlar bölgesinde konuşlandırılacak iki adet deprem konteynerinin optimum yerleştirilmesinde Critic- Gri İlişkisel Analiz yöntemi kullanılmıştır. İlgili bölgeye ait veriler yetkili kurumların ilgililerinden elde edilmiştir. Ayrıca bölgenin genel yapısı, kriterler ve alternatiflerden oluşan unsurlar esas alınarak çözüm modeli oluşturulmuştur.

3.4. Karar Vericilerin ve Kriterlerin Seçilmesi

Özellikle afetlere hazırlık sürecinde yer alan Deprem konteynerlerinin optimum yerleştirilmesi probleminde, karar vericilerin kriterler ve alternatifler hakkındaki görüşlerinin objektifliği konusunda tereddütleri ortadan kaldırmak adına, doğrudan karar matrisindeki verileri esas alan Critic ve Gri ilişkisel Analiz yöntemleri tercih edilmiştir. Ancak Kriterlerin ve Alternatiflerin belirlenmesinde yetkililerin görüşlerinden ve literatürden yararlanılmıştır. Bu kapsamda oluşturulan kriterler aşağıda sıralanmıştır.

K1: Nüfus

K2: Sağlık Merkezi Sayısı

K3: Toplanma Merkezi Sayısı

K4: AFAD Merkezine Uzaklık

K5: Kamu Binası Sayısı

3.1. BULGULAR VE YORUMLARI

3.1.1. Karar Matrisinin İfade Edilmesi

Öncelikle İlgili tesis yerleştirme probleminin karar analizi yöntemleri ile çözülebilmesi için alternatiflerin kriterler karşısındaki performanslarının ifade edilmesi gerekmektedir. Bu veriler Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo-1 Karar Matrisi

	Max. K1:Nüfus	Max. K2:Sağlık Merkezi Sayısı	Max. K3:Toplanma Merkezi Sayısı	Min. K4: AFAD Merkezine Uzaklık	Max. K5: Kamu Binası Sayısı
A1: Bahçelievler Mh.	4518	1	8	1294	9
A2: Çamhevler Mh.	3685	0	3	2035	3
A3: Demetevler Mh.	2332	1	7	2112	4
A4:Esentepe Mh.	3615	0	5	1529	1
A5: Güzelbahçe Mh.	5810	0	6	543	8
A6:Yeşiltepe Mh.	2602	1	5	1580	5
A7: Nalbantoğlu Mh.	1003	0	2	1243	1

3.1.2. Kriterlere Ait Standart Sapma Değerlerinin Belirlenmesi (Critic Yöntemi Aşamaları)

Karar matrisinde yer alan verilerle kriterlerin ağırlıkları belirlenmiştir. Bu belirleme sürecinde karar vericilerin objektif davranmama endişelerinden sıyrılarak Critic yönteminin

çözüm aşamaları kullanılmıştır. Gerçekleştirilen hesaplamalarla Tablo 2’de temel karar matrisi değerleri normalize edilmiştir. Çalışmanın analizlerinin gerçekleştirilmesinde *Excell* programının ara yüzleri kullanılmıştır. Örneğin Tablo 2’de 0.731 değerinin elde edilmesinde $[(B17-MİN(\$B$17:$B$23))/ (MAK(\$B$17:$B$23)-MİN(\$B$17:$B$23))]$ formülü uygulanmıştır.

Tablo-2 Normalize Edilmiş Temel Karar Matrisi

	K1:Nüfus	K2:Sağlık Merkezi Sayısı	K3:Toplanma Merkezi Sayısı	K4: AFAD Merkezine Uzaklık	K5: Kamu Binası Sayısı
A1: Bahçelievler	0.731	1.000	1.000	0.521	1.000
A2: Çamhievler	0.558	0.000	0.167	0.049	0.250
A3: Demetevler	0.276	1.000	0.833	0.000	0.375
A4:Esentepe	0.543	0.000	0.500	0.372	0.000
A5: Güzelbahçe	1.000	0.000	0.667	1.000	0.875
A6:Yeşiltepe	0.333	1.000	0.500	0.339	0.500
A7: Nalbantoğlu	0.000	0.000	0.000	0.554	0.000
Std. Sapma Değerleri	0.326	0.535	0.353	0.338	0.394

3.1.3. Kriterlere Ait Korelasyon Matrisinin İfade Edilmesi

Critic yönteminin bir sonraki aşaması olan kriterlere ait korelasyon matrisi tespit edilmiştir. Hesaplanan değerler Tablo 3’te belirtilmiştir. Örneğin Tablo 3’te 1.000 değerinin elde edilmesi ilgili sütunda referans değerleri açısından optimum değer olarak kabul edilmesindendir.

546

Tablo-3 Kriterlerin Korelasyonu Matrisi

	K1:Nüfus	K2:Sağlık Merkezi Sayısı	K3:Toplanma Merkezi Sayısı	K4: AFAD Merkezine Uzaklık	K5: Kamu Binası Sayısı
K1:Nüfus	1.000	-0.129	0.517	0.499	0.702
K2:Sağlık Merkezi Sayısı	-0.129	1.000	0.674	-0.327	0.466
K3:Toplanma Merkezi Sayısı	0.517	0.674	1.000	0.093	0.738
K4: AFAD Merkezine Uzaklık	0.499	-0.327	0.093	1.000	0.454
K5: Kamu Binası Sayısı	0.702	0.466	0.738	0.454	1.000

3.1.4. Kriterlerin Ağırlıklarının İfade Edilmesi

Tablo 3’te ifade edilen korelasyon değerleri dikkatle incelendiğinde negatif verilerden oluşmaktadır. Bu durum değerlerin normalize edilmesi ile hem pozitif hemde 0 ile 1 arasındaki değerlere dönüşmektedir. Daha sonra Critic yönteminin son aşamasında her bir kritere ait nihai ağırlık değerleri belirlenmektedir. Belirlenen ağırlıklar Tablo 4 ‘te ifade edilmiştir. Örneğin Tablo 4’de 0.157 değerinin elde edilmesinde $[=D109/$D$114]$ formülü uygulanmıştır.

Tablo-4 Kriterlere Ait Ağırlık Değerleri

K1:Nüfus	0.157
K2:Sağlık Merkezi Sayısı	0.354
K3:Toplanma Merkezi Sayısı	0.139
K4: AFAD Merkezine Uzaklık	0.221
K5: Kamu Binası Sayısı	0.129

3.1.5. Gri İlişkisel Analiz Yöntemi Aşamaları ve Referans Matrisinin İfade Edilmesi

Analiz aşamasında yer alan kriterlerin nihai ağırlıkları belirlendikten sonra Gri İlişkisel Analiz yönteminin çözüm adımları uygulanarak alternatiflere ait öncelik sıralaması belirlenmeye çalışılmıştır. Bu düşünce ile Tablo 5'te karar matrisine ait Referans matrisi ifade edilmiştir. Örneğin Tablo 5'te referans değerler arasından 4518 sayısı ilgili sütunda maksimum değer olduğunu ifade etmektedir.

Tablo-5 Referans Matrisi

	Max. K1:Nüfus	Max. K2:Sağlık Merkezi Sayısı	Max. K3:Toplanma Merkezi Sayısı	Min. K4: AFAD Merkezine Uzaklık	Max. K5: Kamu Binası Sayısı
Referans Değerler	4518	1	8	543	9
A1: Bahçelievler	4518	1	8	1294	9
A2: Çamlıca	3685	0	3	2035	3
A3: Demetevler	2332	1	7	2112	4
A4: Esentepe	3615	0	5	1529	1
A5: Güzelbahçe	5810	0	6	543	8
A6: Yeşiltepe	2602	1	5	1580	5
A7: Nalbantoğlu	1003	0	2	1243	1

3.1.6. Normalize Edilmiş Karar Matrisinin Belirlenmesi

Her bir alternatife ait referans değerler belirlendikten sonra karar matrisinin normalize edilmesi gerekmektedir. Böylelikle veriler hesaplanabilir ölçülere indirgenmiş olacaktır. Bu doğrultuda hesaplanan veriler Tablo 6'da ifade edilmiştir. Örneğin Tablo 6'daki 0.276 değeri $[(B19-MİN($B$17:$B$23))/(MAK($B$17:$B$23)-MİN($B$17:$B$23))]$ formülü ile bulunmuştur.

Tablo-6 Normalize Edilmiş Karar Matrisi

	K1:Nüfus	K2:Sağlık Merkezi Sayısı	K3:Toplanma Merkezi Sayısı	K4: AFAD Merkezine Uzaklık	K5: Kamu Binası Sayısı
A1: Bahçelievler	0.731	1.000	1.000	0.521	1.000
A2: Çamhevler	0.558	0.000	0.167	0.049	0.250
A3: Demetevler	0.276	1.000	0.833	0.000	0.375
A4:Esentepe	0.543	0.000	0.500	0.372	0.000
A5: Güzelbahçe	1.000	0.000	0.667	1.000	0.875
A6:Yeşiltepe	0.333	1.000	0.500	0.339	0.500
A7: Nalbantoğlu	0.000	0.000	0.000	0.554	0.000

3.2. Mutlak Değer Matrisinin İfade Edilmesi

Tablo 6’da ifade edilen veriler kullanılarak her bir değerin 1 den çıkarılarak mutlak değeri alınmak suretiyle mutlak değer matrisi oluşturulmuştur. Elde edilen veriler Tablo 7 ‘de belirtilmiştir. Örneğin Tablo 7’deki 0.269 değeri [=MUTLAK(1-B27)] formülü ile bulunmuştur.

Tablo 7. Mutlak Değer Matrisi

	K1:Nüfus	K2:Sağlık Merkezi Sayısı	K3:Toplanma Merkezi Sayısı	K4: AFAD Merkezine Uzaklık	K5: Kamu Binası Sayısı
A1: Bahçelievler	0.269	0.000	0.000	0.479	0.000
A2: Çamhevler	0.442	1.000	0.833	0.951	0.750
A3: Demetevler	0.724	0.000	0.167	1.000	0.625
A4:Esentepe	0.457	1.000	0.500	0.628	1.000
A5: Güzelbahçe	0.000	1.000	0.333	0.000	0.125
A6:Yeşiltepe	0.667	0.000	0.500	0.661	0.500
A7: Nalbantoğlu	1.000	1.000	1.000	0.446	1.000

548

3.3. Gri İlişkisel Katsayı Matrisinin Belirtilmesi

Mutlak değer matrisi oluşturulduktan sonraki aşamada Gri İlişkisel Katsayı Matrisinin oluşturulması gerekmektedir. İlgili formüller aracılığı ile katsayılar belirlenmiştir. Bu değerler Tablo 8’de ifade edilmiştir. Örneğin Tablo 8’deki 0.650 değeri [=(\$B\$56+\$B\$57*\$B\$55)/(B38+\$B\$57*\$B\$55)] formülü ile bulunmuştur.

Tablo 8. Gri İlişkisel Katsayı Matrisi

	K1:Nüfus	K2:Sağlık Merkezi Sayısı	K3:Toplanma Merkezi Sayısı	K4: AFAD Merkezine Uzaklık	K5: Kamu Binası Sayısı
A1: Bahçelievler	0.650	1.000	1.000	0.511	1.000
A2: Çamhevler	0.531	0.333	0.375	0.345	0.400
A3: Demetevler	0.409	1.000	0.750	0.333	0.444
A4:Esentepe	0.523	0.333	0.500	0.443	0.333
A5: Güzelbahçe	1.000	0.333	0.600	1.000	0.800
A6:Yeşiltepe	0.428	1.000	0.500	0.431	0.500
A7: Nalbantoğlu	0.333	0.333	0.333	0.528	0.333

3.4. Alternatiflere Ait Ağırlıklı Ortalama Değerlerin İfade Edilmesi

Gri ilişkisel katsayılarının belirlenmesinden sonra her bir alternatifin gri ilişkisel derecelerinin hesaplanması gerekmektedir. Bu dereceler hesaplanırken daha önce belirlenen kriter ağırlıkları kullanılarak alternatiflerin nihai önem dereceleri tespit edilmeye çalışılmaktadır. İlgili hesaplamalar neticesinde her bir alternatifin ağırlıklı ortalamaları belirlenmiştir. Bu veriler Tablo 9’da ifade edilmiştir. Örneğin Tablo 9’daki 0.120 ağırlıklı ortalama değeri $[=TOPLA.ÇARPIM(B118:F118;B119:F119)/7]$ formülü ile bulunmuştur.

Tablo 9. Alternatiflere Ait Ağırlıklı Ortalama Değerleri

	K1:Nüfus	K2:Sağlık Merkezi Sayısı	K3:Toplanma Merkezi Sayısı	K4: AFAD Merkezine Uzaklık	K5: Kamu Binası Sayısı	Ağırlıklı Ort.
Ağırlıklar	0.157	0.354	0.139	0.221	0.129	
A1: Bahçelievler	0.650	1.000	1.000	0.511	1.000	0.120
A2: Çamlıca	0.531	0.333	0.375	0.345	0.400	0.054
A3: Demetevler	0.409	1.000	0.750	0.333	0.444	0.093
A4: Esentepe Mh.	0.523	0.333	0.500	0.443	0.333	0.059
A5: Güzelbahçe	1.000	0.333	0.600	1.000	0.800	0.098
A6: Yeşiltepe.	0.428	1.000	0.500	0.431	0.500	0.093
A7: Nalbantoğlu	0.333	0.333	0.333	0.528	0.333	0.054

3.5. Alternatiflere Ait Nihai Sıralamanın Belirlenmesi

Tablo 9’daki her bir alternatifin ağırlıklı ortalama değerlerine göre önem dereceleri değerlendirildiğinde Tablo 10’da belirtilen nihai sıralama elde edilmiştir.

Tablo 10. Alternatiflere Ait Nihai Sıralama

ALTERNATİFLER	AĞIRLIKLIL ORT. DEĞERLERİ	NİHAİ SIRALAMA
A1: Bahçelievler Mh.	0.1196	1
A5: Güzelbahçe Mh.	0.0975	2
A3: Demetevler Mh.	0.0933	3
A6: Yeşiltepe Mh.	0.0929	4
A4: Esentepe Mh.	0.0586	5
A2: Çamlıca Mh.	0.0545	6
A7: Nalbantoğlu	0.0538	7

Tablo 10’da ifade edildiği üzere eğer yetkili idare Düzce ili kalıcı konutlar bölgesinde ikamet eden 23565 kişi için deprem konteyneri konuşlandırmak istediğinde çalışmada belirtilen kriterler çerçevesinde birinci olarak (A1) Bahçelievler, İkinci olarak (A5) Güzelbahçe ve üçüncü olarak (A3) Demetevler Mahallesine yerleştirebilir.

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Deprem konteynerlerinin afetten hemen sonraki 72 saatlik süreçte ne denli önemli olduğu çalışmanın geçen kısımlarında ayrıntılı olarak ifade edilmiştir. Ancak şunu özellikle belirtmek gerekir ki, karşılaşılan afetlerde deprem konteynerleri yeterli sayıda ve en uygun

olarak yerleştirilmiş olsa idi bu kadar can kaybı ve ağır yaralı afetzede vatandaş olmayacaktı. Madem deprem konteynerleri bu kadar önem arz eden yapılardır, kesinlikle var olanların fonksiyonu ayrıntıları ile öğrenilmeli ve ülke çapında sayıları arttırılmalıdır. Ayrıca gelişmiş güzel yerleştirilmemeli mutlaka bilimsel metotlara dayalı konumlandırma yapılmalıdır.

Bu çalışmada, afet anında can kaybını ve yaralı sayısını en aza indirmek için hazırlık aşamasında, yerleştirilmesi öngörülen deprem konteynerlerinin optimum yerleştirilmesi konusunda yetkili idareye yardımcı olunmak istenmiştir. Bu optimum yerleştirme literatürde tesis yerleştirme problemleri arasında yer aldığından nicel karar teknikleri kullanılarak çözümlenmesi öngörülmüştür. Bu doğrultuda ÇKKV yöntemlerinden faydalanılmıştır. Gerçekleştirilen analizler neticesinde en uygun konumlar belirlenmiştir.

Yetkili idare ve ilgili literatürün incelenmesi ile tespit edilen kriterlere göre Hibrit Critic- Gri İlişkisel Analiz yönteminin analiz aşamaları neticesinde Düzce ili Kalıcı Konutlar bölgesinde 0.1196 ağırlıklı ortalama değeri ile (A1) Bahçelievler birinci, 0.0975 değeri ile (A5) Güzelbahçe ikinci ve 0.0933 ağırlıklı ortalama değeri ile (A3) Demetevler mahallesi üçüncü olarak çıkmıştır. Düzce ili yetkili idaresi planlama dâhilinde deprem konteynerlerini çalışmada bahsedilen Kalıcı Konutlar bölgesine yerleştirmeyi düşündüğünde analiz sonuçlarında yer alan sıralamayı dikkate alması önerilmektedir. Bu doğrultuda çalışmanın sonuçları yetkili birimlerce paylaşılmıştır.

Bu çalışma ile deprem konteynerlerinin ÇKKV yöntemleri ile optimum yerleştirilebileceği gösterilmiştir. Ayrıca çalışma bu yönü ile merkezi yönetime ve il idarelerine afetlere hazırlık sürecinde yer alan deprem konteynerlerinin en uygun şekilde yerleştirilmesi konusunda rehberlik edeceği düşünülmektedir.

Aşağıda yetkili idareye deprem konteynerlerinin yerleştirilmesi aşamasında dikkat edecekleri bir kısım hususlar önerilmiştir;

- 1- Deprem konteynerleri toplanma merkezlerine/alanlarına çok yakın veya içine yerleştirilmelidir.
- 2- Deprem konteynerlerinin içinde ilk yardım malzemeleri hazır bulunduğundan, o bölgede ikamet eden doktor, hemşire ve sağlık memuru gibi sağlık personeli tespit edilip, olası bir afette gelmelerine mani bir durum yoksa kendilerine daha önceden bildirilen konteyner mahalline en yakın sürede gelmeleri sağlanmalıdır.
- 3- Deprem konteynerlerinin üzerinde konteynerin anahtarının kimlerde olduğu, irtibat adres ve telefon numaraları mutlaka yazılı olmalıdır.
- 4- İlgili mahalle muhtarlıkları, mahalle camisinin görevli imamı ve varsa okul idarecileri ile birlikte halkı konteynerler hakkında bilgilendirmelidirler.
- 5- Deprem konteynerlerinin bilinirliği bakımından tüm dünyada ki uygulamalarına paralel olarak portakal rengine boyalı olmalıdır ki farkındalık oluşabilsin.

İleride yapılması planlanan benzer çalışmalarda, kriter sayısı ve nitelikleri değiştirilerek deprem konteynerlerinin optimum yerleştirilmesi çalışması farklı bölgelere uygulanabilir. Hatta bulanık mantık temelli yapay zeka algoritmaları kullanılarak optimum yerleştirilme sağlanabilir.

KAYNAKÇA

- Ablanedo, J.H., Gao, H., Alidaee, B. and Teng, W. (2009). Allocation of Emergency and Recovery Centres in Hidalgo, Mexico. *International Journal Services Sciences*. 2, 206-215.
- Uludağ, A. S. ve Deveci M. (2013). Kuruluş Yeri Seçim Problemlerinde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Kullanılması ve Bir Uygulama, *AİBÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Bahar Cilt:13, Yıl:13, Sayı:1, Sayfa: 257-288
- Aksoy, Y., Turan, A.Y. ve Atalay, H. (2009). İstanbul Fatih İlçesi Yeşil Alan Yeterliliğinin Marmara Depremi Öncesi ve Sonrası Değerleri Kullanılarak İncelenmesi, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 14, Sayı 2, s. 137-150.
- Arslan, H. M.. (2019). Teknoparklarda Faaliyet Gösteren İşletmelerin Critic-Topsis Yöntemi ile Finansal Performanslarının Değerlendirilmesi, *Düzce Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(2), 144-153.
- Arslan, H.M. (2017). Optimum Locating of Disaster Containers, *International Journal of Business and Management Invention (IJBMI)*, Volume 6, Issue 12, P 74-80.
- Arslan, H.M. ve Yıldız, M.S. (2016). Yapay Zekâ Optimizasyon Yöntemi İle Yaralı Toplanma Merkezlerinin Konuşlandırılması, *Bartın Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi Yıl: 2016 Cilt: 7 Sayı: 14*
- Bayram, V., Tansel, B.Ç. and Yaman, H. (2015). Compromising System and User Interests in Shelter Location and Evacuation Planning. *Transportation Research*. 72, 146-163.
- Chan, J. and Thomas T., (2007). Multi Criteria Material Selections And-Of-Life Product Strategy: Grey Relation Analysis Approach, *Materials and Design*, Cilt 28, Sayı 5, S.1539-1546.
- Chen, W., Zhai, G., Fan, C., Jin, W. and Xie, Y. (2016). 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), pp. 441-456.
- Çiçekdağı, H.İ. ve Kırış, Ş. (2012). Afet İstasyonu ve Toplanma Merkezi İçin Yer Seçimi ve Bir Uygulama, *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Sayı 28, Ağustos 2012 ISSN -1302-3055, Kütahya.
- Correia, I., Nickel, S. and Saldanha-da-Gama, F. (2009). Single-Assignment Hub Location Problems with Capacity Choice, *CIO – Working Paper 9/2009*, 4–27
- Darende, B. (2009). Tesis Yer Seçimi İle Deprem Durumunda Yaralı Toplama Noktalarının Modellenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Hacettepe Üniversitesi İstatistik Anabilim Dalı, Ankara.
- Durak, İ. ve Yıldız, M. S. (2015). P- Medyan Tesis Yeri Seçim Problemi: Bir Uygulama, *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, C:7, S:2, s. 43–64

- Fan, C., Zhai, G., Zhou, S. and Zhang, H. (2017). Integrated Framework for Emergency Shelter Planning Based on Multi hazard Risk Evaluation and Its Application: Case Study in China, *Natural Hazards Review*, 18(4).
- Fidan, G.(2016). Yüklenici İnşaat Firmalarının Ülke Seçimi İçin Geliştirilen Çok Ölçütlü Karar Verme Modellerinin Karşılaştırılması: Vaka Çalışması, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yapı İşletmesi Programı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
- Hu, Z.H., Sheu, J.B. and Xizo L. (2014). Post-disaster Evacuation and Temporary Resettlement Considering Panic and Panic Spread. *Transportation Research*. 69, 112-132.
- Jamshidi, M. (2009). Median Location Problem, Facility Location: Concepts, Models, Algorithms and Case Studies, Ed. by. R.Z. Farahani and M. Hekmatfar, *Physica-Verlag Heidelberg*, 177–191
- Üke, K. (2016), AHP Yöntemi İle Çorum Şehrinde Avm Kuruluş Yeri Seçimi, Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Çorum
- Li, A.C.Y., Nozick, L., Xu, N. and Davidson, R. (2012). Shelter Location and Transportation Planning Under Hurricane Conditions. *Transportation Research*. 48, 715-729.
- Peker, İ. ve Birdogan B., (2011). Gri İlişkisel Analiz Yöntemi İle Türk Sigortacılık Sektöründe Performans Ölçümü, *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, Cilt 4, Sayı 7, S.1017.
- Şimşek, D. B. ve Yeniay, Ö. (2012), Olası Bir İstanbul Depreminde Yaralı Toplama Noktalarının Konuşlandırılmasının Optimizasyonu, *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, Cilt/Vol.: 13-Sayı/ 1 : 1-11
- Tarabanis, K. and Tsionas, I. (1999). Using Network Analysis for Emergency Planning in Case of Earthquake. *Transactions in GIS*, Vol.3-2: 187–197
- Üstünişik, N.Z. (2007). Türkiye’de İller Be Bölgeler Bazında Sosyo Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırması: Gri İlişkisel Analiz ve Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Youssef, A. M., Pradhan, B. and Hassan, A. M. (2011). Flash Flood Risk Estimation along the St. Katherine Road, Southern Sinai, Egypt Using GIS
- URL 1: <http://www.hurriyet.com.tr/gundem/iste-deprem-konteynerleri-icin-merak-edilenler-41304151> (Alıntılanma Tarihi 31.12.2019)
- URL 2: <https://www.linkedin.com/pulse/hastane-yer-se%C3%A7im-kriterleri-aynur-sonmez> (Alıntılanma Tarihi 30.12.2019)