



YERLEŞKE İÇİ ACIL DURUM TOPLANMA YERLERİNİN BELİRLENMESİ: SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ ÖRNEĞİ

Damla YALÇINER ÇAL*, Erdal AYDEMİR

Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

Anahtar Kelimeler

Acil durum toplanma yerleri,
Gri kümeleme,
Afet yönetimi

Öz

Bu çalışmada, Isparta ilinde bulunan Süleyman Demirel Üniversitesi'nin acil durum toplanma yerlerinin belirlenmesi ve üniversite birimlerinin bu toplanma merkezlerine dağıtılması problemi ele alınmaktadır. Isparta ilinde meydana gelebilecek afet durumunda üniversitede profesyonel ekiplerin olay yerine intikal edene kadar geçen sürede, üniversite içinde kişilerin kendileri için belirlenen (atandıkları) acil durum toplanma yerlerine geçmeleri amaçlanmıştır. İlgili birimlerin belirlenen alanlara dağıtım sürecinde gri kümeleme yöntemi kullanılmış ve acil durum toplanma yerlerine dağıtım için önerilen beş farklı modele göre alanların kapasite kullanım oranlarını da dikkate alan dağıtım planı elde edilmiştir. Sonuçlar, detaylıca değerlendirilmiş ve ilgili birimlere bildirilmiştir.

DETERMINATION OF EMERGENCY ASSEMBLY POINTS ON CAMPUS: A CASE STUDY OF SULEYMAN DEMIREL UNIVERSITY

Keywords

Emergency assembly points,
Grey clustering,
Disaster management

Abstract

In this study, the problem of determining the emergency assembly points of the Süleyman Demirel University in Isparta and the distribution of the university units to these assembly points is discussed. In the case of disaster in the province of Isparta, it is aimed that the professional teams at the university will be transferred to the emergency assembly points of the university within the university. Grey clustering method was used in the distribution of the related units to the designated points and a distribution plan was obtained with respect to the five different models proposed for distribution to the emergency assembly points. The results were evaluated in detail and reported to the relevant units.

Alıntı / Cite

Yalciner Cal, D., Aydemir, E., (2018). Determination of Emergency Assembly Points on Campus: A Case Study of Suleyman Demirel University, *Journal of Engineering Sciences and Design*, 6(3), 520-531.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)

D. Yalçiner Çal, 0000-0002-9232-3063
E. Aydemir, 0000-0003-4834-725X

Makale Süreci / Article Process

Başvuru Tarihi / Submission Date	01.11.2017
Revizyon Tarihi / Revision Date	17.09.2018
Kabul Tarihi / Accepted Date	21.09.2018
Yayın Tarihi / Published Date	27.09.2018

1. Giriş

Afet, herhangi bir yer ve zamanda meydana gelmektedir. Depremler, su ve sel taşkınları, toprak kayması, heyelan, çığ, fırtınalar, hortum, kasırgalar, yanardağ patlamaları ve büyük yangınlar gibi çeşitli doğal afetlerle karşı karşıya kalmaktadır. Afetlere karşı hazırlıklı olmak, olası kayıpların önlenmesinde

ve afet anlarında nasıl hareket edilmesi gerektiği ile ilgili bilgi sahibi olmamıza yarar sağlayacaktır. Afetlerin meydana gelmesinden sonra ortaya çıkacak olası zararların azaltılarak, afet yönetim sisteminin oluşturulması ve geliştirilmesi tüm yaşam alanları için genel bir amaçtır. Aynı zamanda, afete yol açabilecek risklerin belirlenerek afet karşısında risklerin en uygun düzeye indirilerek önlenmeye çalışılması bir

* İlgili yazar \ Corresponding author: damlayalciner@gmail.com

diğer boyuttur. Meydana gelebilecek afet durumlarından dolayı tüm kuruluşların afet yönetimi ile ilgili operasyonel, taktik ve stratejik planlarının oluşturulması ve güncellenmesi önemlidir.

Yapılan bu çalışmada; Isparta ilinde bulunan Süleyman Demirel Üniversitesi'nin acil durum toplanma yerlerinin belirlenmesi ve üniversite birimlerinin bu toplanma merkezlerine dağıtılması problemi ele alınmaktadır. Isparta ilinde afet meydana geldiğinde; üniversite yerleşkesinde acil durum ekipleri olay yerine intikal edene kadar geçen sürede, yerleşke içindeki kişilerin kendileri için belirlenen (atandıkları) acil durum toplanma yerlerine ulaşmalar amaçlanmıştır. Yaşanabilecek acil durumlarda sağlık ekibi, itfaiye, polis, AFAD ekiplerinin belirlenen toplanma merkezlerine gelerek, afetle ortaya çıkan her türlü problemin etkin çözümü ve toplanma yerlerine etkin erişim sağlanmış olacaktır.

Belirlenen acil durum toplanma yerleri Süleyman Demirel Üniversitesi (SDÜ)'nde doğu ve batı yerleşkelerinde ayrı ayrı belirlenip herhangi bir afet/acil durumda afet/acil durumdan en az etkilenen bölgeler belirlenmiştir. Belirlenen alanların düz ve engebesiz olmasına dikkat edilmiş ve yüzölçümüne göre insan bulundurabilme kapasiteleri göz önüne alınmıştır. Bu kısıtlara ek olarak birimlerin

toplanma yerlerine uzaklığı ve ulaşım hızı dikkate alınmıştır. Belirlenen alanlara kişilerin minimum süre zarfında varabilmeleri göz önünde bulundurulmuş ve bu acil durum toplanma alanlarında kişilerin birbirlerine maksimum yardım edebilme şansı yakalamaları ve panik olmamaları amaçlanmıştır. Belirlenen acil durum toplanma yerlerine yakınlıklarına göre olası bir olumsuzluk durumunda kapasiteye göre ihtiyaçlar yakın birimlerde depolanabilecek ve meydana gelen acil durumda kullanılabilir olacaktır.

Çalışmanın ikinci bölümünde, afet ve acil durum yönetimi konularında bilimsel yazın araştırması özeti verilmiş, üçüncü bölümde probleme ait model verileri ile çözüm yöntemi olan gri kümeleme yöntemi açıklanmıştır. Dördüncü bölümde araştırma bulguları ve elde edilen sayısal sonuçlar gösterilmiştir. Son bölümde ise; sonuçlar tartışılmış ve gelecek araştırmalar önerilmiştir.

2. Bilimsel Yazın Araştırması

Çalışma konusu ile bilimsel yazın incelenmesi detaylı olarak yapılmış ve Tablo 1'de çözüm yöntemleri açısından sınıflandırılmıştır. Daha sonra seçilen bilimsel yazın örnekleri özetlenmiştir.

Tablo 1. Acil durum toplanma yeri seçiminde bilimsel yazın araştırması

Yöntem	Bilimsel yazın örneği
Afet Yönetimi	Oktay (1998), Temiz (1998), Yılmaz (2004), Ergüder (2006), Genç (2007), Balamir (2007), Zhu, vd. (2010), Lixin vd. (2012), Buldurur ve Kurucu (2015),
Ağırlık merkezi	Çiçekdağı ve Kırış (2012), Kılıcı (2012)
Doğrusal Programlama	Liu ve Zhao (2007), Campbell ve Jones (2011), Duran vd. (2011), Görmez vd. (2011), Han vd. (2011), Yingzhen vd. (2013), Sheu ve Pan (2014), Kılıcı vd., (2015)
Bulanık Kümeleme	Yi ve Özdamar (2004), Malinverni ve Fangi (2009), Ruan vd. (2016),
Meta-Sezgiseller	Jia vd. (2007), Çatay (2008), Dessouky vd. (2009), Lu ve Yun-xian (2009), Murali vd. (2012), Yushimito vd. (2012), Landa-Tores vd. (2013), Toro-Diaz vd. (2013), Salman ve Yücel (2014), Ai vd. (2014), Zhao vd. (2015), Drezner vd. (2016), Fontem vd. (2016),
Küme Kapsama	Hale ve Moberg (2005), Dekle vd. (2005), Günneç (2007), Aktaş vd. (2008), Balcık ve Beamen (2008), Ablenedo-Rosas vd. (2009),
Çok Kriterli Karar Verme	Selim ve Özkarahan (2003), Erden ve Coşkun (2010), Jianyu ve Yuopo (2011), Cheng ve Yang (2012), Jianyu ve Yuopo (2012), Givechi vd. (2013), Peker vd. (2016)
Stokastik modelleme	Mete ve Zabinsky (2010), Peeta vd. (2010), Rawls ve Turniquist (2010), Drezner vd. (2016)
P-Medyan Problemi	Lu vd. (2011), Lu (2013), Şahin ve Altın (2016)

Oktay (1998) yaptığı çalışmada; acil yardım planlaması ve afet yönetimi üzerine değerlendirmelerini yayımlamıştır. Temiz (1998) ise; Türkiye Cumhuriyeti Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı İl Afet Müdahale Planı Yönetmeliği'ni dikkate alarak; afet, afet türleri ve afette karşılaşılan sorunlar üzerinde durmuştur. Yılmaz (2004) yaptığı çalışmada ise, herhangi bir afet anında nasıl politika izlenmesi gerektiği sorusuna cevap aramıştır. Yi ve Özdamar (2004), afet tepki faaliyetlerini yönetebilmek için dinamik ve bulanık bir koordinasyon lojistik model önermiş ve İstanbul deprem verileri üzerinde uygulama yapmışlardır. Ergüder (2006) yaptığı çalışmada; entegre afet yönetim sistemi ve afet yönetiminin temel ilkeleri üzerinde çalışmıştır. Ayrıca afet esnasında ve sonrasında nasıl politika izleneceği hakkında detaylı bilgilere yer vermiştir. Genç (2007) ise; Türkiye'de doğal afetler ve afetler karşısında risk yönetiminin nasıl yapılması gerektiğini açıklamıştır. Lixin vd. (2012) ise; Çin afet yönetim sistemini incelemişler ve sistemin sıkıntılarını analiz ederek, kalitesini artırmak için önerilerde bulunmuşlardır.

Afet sonucunda sürecin bir tedarik zinciri yönetimi şeklinde ele alındığı çalışmalara da sıklıkla rastlanılmaktadır (Hale ve Moberg, 2005; Günneç, 2007). Han vd. (2011) ise, afet sonrasında acil yardım malzemelerinin temini için rota kapasitesi ve konum seçimi gibi iki seviyeli optimizasyon sorunu tedarik yeri seçimine ve rotalama sürecine yönelik olarak lagrange gevşetmesi yöntemini kullanmışlardır. Salman ve Yücel (2014), felaket bölgelerine ulaşımı olumsuz etkileyen ulaşım alt yapısı, arzu edilen talebe ulaşılabilmesi için asimetrik modellerle tedarik noktalarının daha etkili bir yere kurulmasını amaçlayarak olumsuzluk karşısında alternatif yol oluşturulmasını (kısa bir yol) amaçlamışlardır. Ablenedo-Rosas vd. (2009) yaptıkları çalışmada, afet sonucunda acil durum tesislerinin belirlenmesi ve ulaşılabilirliği ile ilgili nüfus, devlet ekonomisi katılımı, hekimlerin bulunabilirliği, kilometre yolları vb. şekillerde küme kapsama problemini ele almışlardır.

Balamir (2007) ise afet riski ve planlama politikaları konusunda risk ve planlamanın önemi üzerinde durmuştur. Aktaş vd. (2008) İstanbul'da itfaiye istasyonu yerlerinin seçimi için yeni bir model önermişlerdir. Balcık ve Beamen (2008) afetten etkilenen insanların ihtiyaçlarının karşılanması için dağıtım merkezi maksimum kapsama modeli üzerine çalışmışlardır. Görmez vd. (2011) ise, İstanbul'da meydana gelebilecek afet durumunda ön hazırlık ve sonrasında müdahale aşamasında iki katmanlı matematiksel model geliştirmişlerdir. Bir başka araştırma da afet sonrası, İstanbul Anadolu yakasında kurulacak olan barınak yerlerinin belirlenmesi için acil durum toplanma alanlarının ağırlıklı ortalama modeli ile mahalle atamalarını gerçekleştirmiştir (Kılıcı, 2012). Buldurur ve Kurucu (2015) ise; yine

İstanbul'da afet yönetimi ve acil ulaşım yollarına ait planları incelemişlerdir. Çatay vd. (2008) ise; İstanbul'da acil yardım istasyonları yer planını incelemiş; olası bir afette istasyonlara ulaşım en yakın sürede nasıl sağlanacağını planlamışlardır. Campbell ve Jones (2011) oluşabilecek bir felaket sonrasında malzemelerin tek bir talep noktasına teslimi için stok yerlerinin ve maliyetlerinin önemsendiği risk faktörleri dikkate alan matematiksel bir model önermişlerdir.

Benzer şekilde afet istasyonu ve toplanma merkezi için yer seçimi (Dekle vd., 2005; Dessouky vd., 2009; Çiçekdağı ve Kırış, 2012; Cheng ve Yang, 2012; Drezner vd., 2016). Ayrıca, Çiçekdağı ve Kırış (2012) çalışmalarını, bu çalışmada olduğu gibi bir üniversite (Kütahya Dumlupınar Üniversitesi) yerleşkesi için gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada, sadece ağırlık merkezi yöntemi kullanılmıştır.

Erden ve Coşkun (2010) ise acil durum servislerinin yer seçimi için analitik hiyerarşi prosesi yöntemi ile coğrafi bilgi sistemi entegrasyonunu içeren bir çalışma yapmışlardır. Benzer şekilde, acil durumlar için yer seçimi probleminde analitik hiyerarşi prosesini kullanan çok sayıda çalışma yapılmıştır (Selim ve Özkarahan, 2003; Dekle vd., 2005; Jianyu ve Yuopo, 2011; Givochi vd., 2013). Diğer bir çok kriterli karar verme tekniği olarak; Jianyu ve Yuopo (2012) yaptıkları çalışmada TOPSIS yöntemi ile çadırkent alanlarını belirlemişlerdir. Peker vd. (2016) ise yaşanan afetler sonrasında yardım malzemelerinin ulaştırılması amacıyla Erzincan ilinde en uygun dağıtım merkezi yerinin belirlenmesi sürecinde analitik hiyerarşi süreci ile ağırlıklandırılmış Vikor yöntemiyle yeni bir yer önermişlerdir.

Afet süreci çizelgeleme, çadırkent yeri seçimi, acil durum toplanma merkezi seçimi, dağıtım planlaması vb. durumlar için doğrusal programlama temeline dayalı çok sayıda çalışmaya bilimsel yazında rastlanılmaktadır. Çalışmanın konusu ile ilgili olacak şekilde; Liu ve Zhao (2007), acil lojistik dağılımını gri doğrusal programlama modeli olarak geliştirmişlerdir. Kılıcı vd. (2015) ise; deprem sonrası yerleşim yerinin belirlenmesi, geçici barınak alanlarının konumunu seçmek için doğrusal programlama modelini kullanmışlardır. Uluslararası bir yardım kuruluşuna ait olan yardım ağı sayısının ve konumunun belirlenmesinde doğrusal programlama modeli önermişlerdir (Duran vd., 2011). Sheu ve Pan (2014) ise, acil durum tedarikinin sağlanması için üç aşamalı çok amaçlı doğrusal programlama modeli geliştirmişlerdir. Benzer şekilde, Zhu vd. (2010) yaptıkları çalışmada; acil durumda kaynak depo yerleşimi ve kapasiteleri üzerinde çalışmışlar ve toplam maliyeti en küçükleyecek bir matematiksel model önermişlerdir. Yingzhen vd. (2013) ise; acil durumlar da tıp merkezi konumunun çeşitli sorunlarla karşı karşıya kalması durumunda doğrusal programlama yöntemi ile çözümlenmişlerdir.

Araştırma probleminin boyutu büyüdükçe matematiksel modelin çözüm yöntemleri de dolayısıyla değişmektedir. Bu gibi durumlarda sezgisel ve meta-sezgisel eniyileme algoritmaları karşımıza çıkmaktadır. Lu ve Yun-xian (2009) yaptıkları çalışmada; büyük ölçekli acil durum sorununu çözmek için karınca kolonisi esaslı bir sezgisel yöntem geliştirmişlerdir. Landa-Tores vd. (2013) ise, 24 saatlik zaman dilimi içerisinde acil durum kaynaklarının nereye yerleştirileceğini çok amaçlı bir sezgisel yaklaşımla açıklamışlardır. Ai vd. (2014) ise, acil durum kaynaklarının konumunun sezgisel algoritma ve genetik algoritma kullanılarak yapılandırma problemi şeklinde çözüm aramışlardır. Murali vd. (2012); afet sonrasında tesis yerinin belirlenmesi problemini sezgisel yöntemle çözümlenmişlerdir. Jia vd. (2007); tıbbi malzemelerin tesis konumlarının belirlenebilmesi için genetik algoritma, genetik algoritma ve Lagrange gevşetmesi (Lagrange relaxation) olarak üç farklı sezgisel yöntem kullanmışlardır. Yushima vd. (2012); afet dağıtım merkezinin konumu belirlenirken sezgisel algoritmayla seçilen kritik malzemenin en iyi duruma getirilmesi ve dağıtım verimliliğinin artırılması üzerine çalışmışlardır. Toro-Diaz vd. (2013); acil tıp merkezlerinin yerleşim sisteminin konum ve ulaşım şekli belirlenerek genetik algoritma temeline dayalı bir yöntem üzerinde çalışmışlardır. Zhao vd. (2015); Çin'in Beijing kentinde bulunan Chaoyang kesiminde kurulması planlanan çadırkent'in yerinin tahsis edilmesi için yerleşim modeli geliştirerek, parçacık sürü algoritması yöntemi ile çözümünü gerçekleştirmişlerdir. Ruan vd. (2016); acil yardım merkezlerinin belirlenmesi ve tıbbi yardım noktalarının atamalarını (ulaşım araçlarının ve sağlık çalışanlarının) bulanık kümeleme yöntemi ile çözümlenmişlerdir.

Mete ve Zabinsky (2010), afet yönetiminde tıbbi malzeme tedarik sürecinde yer seçimi ve dağıtım problemi için detaylı literatür araştırmasına yer vermişler ve bu problem için stokastik programlama modeli önermişlerdir. Peeta vd. (2010) ise, herhangi bir afet durumunda hasara uğrayabilecek otoyol ağının afet olmadan önce güçlendirilmesi üzerine iki aşamalı stokastik programlama modeli önermişlerdir. Rawls ve Turnquist (2010) ise yaptıkları çalışmada; afet öncesinde, acil durum malzemelerinin önceden konumlandırılarak malzemelerin yerini ve miktarını belirleyen iki aşamalı stokastik programlama modeli geliştirmişlerdir.

Matematiksel modelleme sürecinde p-medyan doğrusal programlama yaklaşımlarının kullanıldığı bilimsel yazında görülmektedir. Lu vd. (2011), mevcut acil sağlık hizmetleri merkezinin p-medyan yaklaşımı ile modelleyerek çözümlenmiştir. Benzer şekilde, Lu (2013) yaptığı çalışmada, belirsizliğin temsil edildiği ağırlıklı p-medyan yöntemini kullanmışlardır. Şahin ve Altın (2016) ise; Isparta ilinde meydana gelebilecek

deprem sonucunda, çadır kent yer seçiminin belirlenmesinde p-medyan atama modeli kullanarak çözüm önermişlerdir.

Bu çalışmada, yaşanabilecek afet durumunda Süleyman Demirel Üniversitesi (SDÜ)'nde bulunan kişilerin belirlenen acil durum toplanma yerlerine dağıtılması gri kümeleme yöntemi ile çözümlenmiştir.

3. Materyal ve Yöntem

3.1. Uygulama Modeli

Uygulama modelinde birimlerin birbirine ve toplanma yerlerine olan uzaklıkları belirlendikten sonra gri kümeleme yöntemi kullanılmıştır.

Bu çalışmada Süleyman Demirel Üniversitesi için afet öncesi hazırlık çalışması olarak acil durum toplanma yerlerinin belirlenmesi ve kişilerin toplanma yerlerine uzaklıklarına göre değerlendirmeler dikkate alınmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen gerçek uzaklıklar kişi sayıları ile ilişkilendirilmiş ve bu bağlamda toplanma merkezleri belirlenmiştir.

Üniversitede yer alan birimler, meslek yüksek okulları, fakülteler, enstitüler ve bu birimlerdeki çalışan sayısı ve öğrenci sayısı araştırmadaki diğer parametrelerdir.

Tablo 2'de SDÜ'de yer alan binalar ve binalara göre birimlerin dağılımı verilmiştir. Tablo 3'te ise; SDÜ'de Kasım 2017 itibarıyla çalışan akademik ve idari personel sayıları ile öğrenci sayıları verilmiştir.

Tablo 2 ve Tablo 3'e göre bazı binalar birden fazla birimi bünyesinde taşımaktadır:

- 1 numaralı bina Rektörlük olarak geçmekte ve aynı bina içerisinde Genel Sekreterlik, Strateji geliştirme Daire Başkanlığı, Personel Daire Başkanlığı, Hukuk Müşavirliği, İdari ve Mali İşler Daire Başkanlığı yer almaktadır. Burada çalışan idari personel sayısı 239 ve akademik personel sayısı 82 ve öğrenci sayısı olmadığından toplamda 321 kişi bulunmaktadır.
- 2 numaralı bina içerisinde Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı ve Strateji Daire Başkanlığı yer almaktadır. Burada çalışan idari personel sayısı 31 akademik personel ve öğrenci olmadığından toplamda 31 kişi bulunmaktadır.
- 5 numaralı bina içerisinde Yabancı Diller Yüksekokulu, Uzaktan Eğitim Meslek Yüksekokulu, Güzel Sanatlar Fakültesi ve İletişim Fakültesi yer almaktadır. Burada çalışan idari personel sayısı 48, akademik personel sayısı 140 ve öğrenci sayısı 1197'dir. Toplamda 1385 kişi bulunmaktadır.

Tablo 2. SDÜ'deki binalara birimlerin dağılımı

Bina No	Birimler	Bina No	Birimler	Bina No	Birimler
	Rektörlük		Isparta Sağlık Hizmetleri Mes. Yük.Ok.		Tıp Fakültesi
	Genel Sekreterlik		Eğitim Fakültesi		Sağlık Bilimleri Fakültesi
	Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı	8	Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu		Ziraat Fakültesi
	Personel Daire Başkanlığı		Hukuk Fakültesi		Su Ürünleri Fakültesi
	Hukuk Müşavirliği		Adalet Meslek Yüksekokulu		Su Enstitüsü
	İdari ve Mali İşler Daire Başkanlığı		Eğitim Bilimleri Enstitüsü		Orman Fakültesi
	Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı	10	Mühendislik Fakültesi		Fen Bilimleri Enstitüsü
	Bilgi İşlem Daire Başkanlığı	11	Mimarlık Fakültesi		Sosyal Bilimler Enstitüsü
3	Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı	12	İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi		Güzel Sanatlar Enstitüsü
4	Kütüphane ve Dok. Daire Bşk.	13	Fen Edebiyat Fakültesi	20	Teknoloji Fakültesi
	Yabancı Diller Yüksekokulu		Eczacılık Fakültesi		Araştırma ve Uygulama Hastanesi
	Uzaktan Eğitim Meslek Yüksekokulu		İlahiyat Fakültesi		Döner Sermaye Müdürlüğü
	Güzel Sanatlar Fak.	15	Teknik Eğitim Fakültesi	22	Spor Bilimleri Fakültesi
	İletişim Fakültesi		Diş Hekimliği Fakültesi		
6	Isparta Meslek Yüksekokulu		Sağlık Bilimleri Enstitüsü		

Tablo 3. SDÜ'de Çalışan Personel, Akademik Personel ve Öğrenci Sayısı

Bina No	İdari Personel Sayısı	Akademik Personel Sayısı	Öğrenci Sayısı	Toplam
1	239	82	0	321
2	31	0	0	31
3	79	0	0	79
4	17	0	0	17
5	48	140	1197	1385
6	19	42	6912	6973
7	20	64	2823	2907
8	16	57	5633	5706
9	15	37	1624	1676
10	42	203	7234	7479
11	6	38	764	808
12	26	149	9483	9658
13	27	195	4608	4830
14	29	78	2229	2336
15	13	7	181	201
16	43	109	739	891
17	52	449	3080	3581
18	52	115	1318	1485
19	46	68	12653	12767
20	11	69	2863	2943
21	569	0	345	914
22	1	6	375	382
23	69	0	0	69

- 7 numaralı bina içerisinde Isparta Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu ve Eğitim Fakültesi yer almaktadır. Burada çalışan idari personel sayısı 20, akademik personel sayısı 64 ve öğrenci sayısı 2823'tür. Toplamda 2907 kişi bulunmaktadır.
- 8 numaralı bina içerisinde Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu yer almaktadır. Burada çalışan idari personel sayısı 16, akademik personel sayısı 57 ve öğrenci sayısı 5633'tür. Toplamda 5706 kişi bulunmaktadır.
- 9 numaralı bina içerisinde Hukuk Fakültesi, Adalet Meslek Yüksekokulu, Eğitim Bilimleri Enstitüsü yer almaktadır. Burada çalışan idari personel sayısı 15, akademik personel sayısı 37 ve öğrenci sayısı 5633'tür. Toplamda 1624 kişi bulunmaktadır.
- 14 numaralı bina içerisinde Eczacılık Fakültesi ve İlahiyat Fakültesi yer almaktadır. Burada çalışan idari personel sayısı 29, akademik personel sayısı 78 ve öğrenci sayısı 2229'tür. Toplamda 2336 kişi bulunmaktadır.
- 16 numaralı bina içerisinde Diş Hekimliği Fakültesi ve Sağlık Bilimleri Enstitüsü yer almaktadır. Burada çalışan idari personel sayısı 43, akademik personel sayısı 109 ve öğrenci sayısı 739'dur. Toplamda 891 kişi bulunmaktadır.
- 17 numaralı bina içerisinde Tıp Fakültesi ve Sağlık Bilimleri Fakültesi yer almaktadır. Burada çalışan idari personel sayısı 52, akademik personel sayısı 449 ve öğrenci sayısı 3080'dir. Toplamda 3581 kişi bulunmaktadır.
- 18 numaralı bina içerisinde Ziraat Fakültesi ve Su Enstitüsü yer almaktadır. Burada çalışan idari personel sayısı 52, akademik personel sayısı 115 ve öğrenci sayısı 1318'dir. Toplamda 1485 kişi bulunmaktadır.
- 19 numaralı bina içerisinde Orman Fakültesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sosyal Bilimler Enstitüsü ve Güzel Sanatlar Enstitüsü bulunmaktadır. Burada çalışan idari personel

sayısı 46, akademik personel sayısı 68 ve öğrenci sayısı 12653'tür. Toplamda 12767 kişi bulunmaktadır.

- 21 numaralı bina içerisinde Araştırma ve Uygulama Hastanesi ve Döner Sermaye Müdürlüğü yer almaktadır. Burada çalışan idari personel sayısı 569, öğrenci sayısı 345'tir. Toplamda 914 kişi bulunmaktadır.

Bu sayıların belirlenmesinde Süleyman Demirel Üniversitesi Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı ve personel daire başkanlığı verilerinden yararlanılmıştır.

Ayrıca Tıp Fakültesi öğrencileri 5. Ve 6. Sınıfta hastanede staj gördükleri için 2011 ve 2012 de üniversiteye giren 345 Tıp Fakültesi öğrencisi Araştırma ve Uygulama Hastanesinde gösterilmiştir.

Şekil 1'de ise SDÜ batı ve doğu yerleşkeleri gösterilmiştir. Uygun acil durum toplanma yerleri (Tablo 4) belirlenirken batı ve doğu yerleşkelerindeki boş alanlar ve kullanım kapasiteleri dikkate alınmıştır. İlgili alanlar Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı ile Sivil Savunma Birimi tarafından önerilmiştir.



Şekil 1. Süleyman Demirel Üniversitesi Merkez Yerleşkeleri

Tablo 4. Toplanma alanlarının belirlenmesi

Toplanma Alanı	Yeri
TA 1	Batı Stadyum
TA 2	Batı Otopark
TA 3	Doğu Öğrenci Meydanı-GSF
TA 4	Doğu Dış Fakültesi Otopark
TA 5	Doğu Ziraat Fakültesi Önü

Akademik ve İdari Personel Sayıları, Öğrenci Sayıları belirlendikten sonra binaların birbirine olan uzaklıkları belirlenmiştir. Birimlerin (binaları)

toplanma yerlerine olan uzaklıklarının hesaplanmasında Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığından alınan harita (1/2500 ölçekli) yardımıyla gerçek uzaklıklar hesaplanmıştır ve Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Birimlerin toplanma alanlarına uzaklıkları

Bina No	TA 1	TA 2	TA 3	TA 4	TA 5
1	428	216	551	1031	1030
2	491	304	655	1137	1124
3	810	446	897	1313	1183
4	445	393	90	526	660
5	510	497	103	421	626
6	623	637	230	299	589
7	854	702	430	205	342
8	700	230	690	1072	940
9	605	687	245	329	668
10	526	306	614	1069	1024
11	714	218	670	1030	884
12	651	830	371	396	805
13	615	415	253	462	494
14	1106	998	703	208	392
15	609	330	739	1197	1137
16	862	878	485	120	567
17	830	906	480	218	669
18	1269	1001	872	519	182
19	1063	874	658	281	207
20	624	384	781	1247	1194
21	1047	1128	709	320	760
22	869	628	480	359	241
23	410	544	89	509	765

3.2. Gri Sistem Teorisi

Gri Sistem Teorisi (GST), bir sistem teorisi olarak 1982 yılında Prof. Deng Ju-Long tarafından "Gri Sistemler ile Kontrol Problemleri" (Control Problems of Grey Systems) başlıklı araştırma makalesi ile duyurulmuştur. 1989 yılı ve sonrasında hızlı bir şekilde yaygınlaşmış (Deng, 1989) ve teorinin farklı yapıları birçok araştırmacı tarafından yapılan çalışmalarla geliştirilmiştir. Belirsizlik durumlarının sayısallaştırılmasını amaçlayan tekniklerden biri olan GST, özellikle bulanık mantık yaklaşımına alternatif bir yöntem olarak sunulmuştur (Aydemir vd. 2013). GST'nin temel yaklaşımı, olasılıklı veya bulanık yöntemlerle sonuçlandırılmayan ve ifade edilemeyen belirsizlik içeren sistemlerin davranışlarını ya da analizlerinin, sınırlı sayıda veri yardımı ile tahminleyebilmek olmuştur. Belirsizliğin ve eksik bilginin olduğu durumlarda anlamlı sonuçlar elde etmek zordur/imkansızdır. Belirsizliğin ve eksik bilginin karar vermede ortaya çıkardığı dezavantajları ortadan kaldıran bir yöntem olarak GST ileri sürülmüştür (Liu ve Lin, 2006).

3.2.1.Gri Sayıların Beyazlaştırılması

GST'nin en temel özelliği, incelenen sistem için gri sayının ne olacağı ve hangi aralıkta tanımlanacağıdır. Bu çalışmada aralık gri sayılar (interval grey numbers) tercih edilmiştir.

Alt limiti a ve üst limiti b olan bir aralık gri sayı $\otimes \in [a, b]$ şeklinde tanımlanır. Bu aralık gri sayıların bir α beyazlaştırma katsayısı ile beyaz (bilinen) bilgiye dönüştürülmesi

$$\tilde{\otimes} = a \cdot \alpha + (1 - \alpha) \cdot b, \quad \alpha \in [0,1] \quad (1)$$

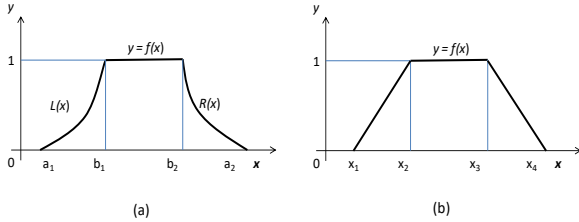
eşitliği ile sağlanır. Eğer burada $\alpha = 0,5$ olursa bu işleme eşit ağırlıklı beyazlaştırma denir (Liu ve Lin, 2006). Gri sayıların genellikle beyazlaştırma işlemi sonrası değerleri ile diğer işlemler gerçekleştirilir.

3.2.2.Grilik Derecesinin Hesaplanması

Aralık gri sayı tanımlanırsa $\otimes \in [a, b]$; grilik derecesi

$$g^0 = \frac{2 |a - b|}{a + b} \quad (2)$$

ile hesaplanır. Ayrıca $g^0 = 0$ olursa o durumda sayı bir beyaz sayı olarak kabul edilir. Diğer durumlarda ise; tipik beyazlaştırma ağırlık fonksiyonu, sabit bir başlama ve bitiş noktası ile solda artan sürekli bir fonksiyon, sağda azalan sürekli bir fonksiyondan oluşmaktadır (Liu ve Lin, 2006):



Şekil 2. Tipik beyazlaştırma fonksiyonu

- $L(x)$: Artan fonksiyon (sol taraf)
- $R(x)$: Azalan fonksiyon (sağ taraf)
- $[b1, b2]$: Tepe alan (peak area)
- a_1 : Başlama noktası
- a_2 : Bitiş noktası
- b_1 ve b_2 : Dönüş noktaları
- $f(x)$: Tipik beyazlaştırma ağırlık fonksiyonu

3.3. Gri Kümeleme Yöntemi

Birçok uygulama alanına sahip olan GST, bu çalışmada kümeleme amaçlı olarak kullanılmıştır. Bunun temel nedeni ise birimlerin (binaların) toplanma yerlerine uzaklıklarının kümelenmesinde uzaklığın büyüklüğünün yakın, orta mesafe ve uzak şeklinde net değerler yerine belirlenen ve kabul edilen aralıklar ile sınıflandırılmasıdır.

Gri kümeleme yöntemi aşağıda verilen Eşitlik (3) ve (4) hesaplanarak uygulanır (Liu ve Lin, 2006):

$$n_j^k = \frac{\lambda_j^k}{\sum_{j=1}^3 \lambda_j^k} \quad (3)$$

$$\sigma_i^k = \sum_{j=1}^3 f_j^k(x_{ij}) \cdot n_j^k \quad (4)$$

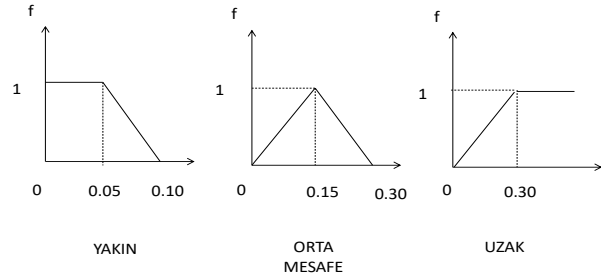
x_{ij} : i. binanın j. toplanma yerine gerçek uzaklığı m (metre)
 λ_j^k : j. toplanma yerine gerçek uzaklık değerinin k. uzaklık beyazlaştırma fonksiyonu sınır değeri
 n_j^k : j. toplanma yerine gerçek uzaklık değerinin k. uzaklık beyazlaştırma fonksiyonuna karşılık gelen hesaplama değeri

f_j^k : j. toplanma yerine gerçek uzaklık değerinin k. uzaklık beyazlaştırma fonksiyon değeri

σ_i^k : i. binanın k. uzaklık beyazlaştırma fonksiyon değeri

$$\sigma_i^k = \begin{bmatrix} \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \end{bmatrix} \quad (5)$$

Uzaklık değeri için beyazlaştırma ağırlık fonksiyonu Şekil 3'teki gibi belirlenmiştir ve bu aralıklara göre Eşitlik (5)'te verilen σ_i^k matrisi elde edilir.



Şekil 3. Uzaklık değeri için beyazlaştırma ağırlık fonksiyonu

$$f_1^1(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ 1, & 0 \leq x \leq 0.05 \\ \frac{0.10 - x}{0.05}, & 0.05 < x \leq 0.10 \\ 0, & x > 0.10 \end{cases} \quad (6)$$

$$f_1^2(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ \frac{x}{0.15}, & 0 \leq x \leq 0.15 \\ \frac{0.30 - x}{0.15}, & 0.15 < x \leq 0.30 \\ 0, & x > 0.30 \end{cases} \quad (7)$$

$$f_1^3(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ \frac{x}{0.30}, & 0 \leq x < 0.30 \\ 1, & x \geq 0.30 \end{cases} \quad (8)$$

Eşitlik (6) ilgili birimlerin acil durum toplanma yerlerine uzaklıklarını temsil eden f_1 fonksiyonun "Yakın" olma davranışına ait kümeyi temsil etmektedir. Benzer şekilde; Eşitlik (7) ilgili birimlerin acil durum toplanma yerlerine uzaklıklarını temsil eden f_1 fonksiyonun "Orta Mesafe" olma davranışına

ait kümeyi ve Eşitlik (8) ise; ilgili birimlerin acil durum toplanma yerlerine uzaklıklarını temsil eden f_1 fonksiyonun "Uzak" olma davranışına ait kümeyi ifade etmektedir.

4. Araştırma Bulguları

Çalışmada, problemin çözüm uygulaması iki senaryo ile analiz edilmiştir. Birinci senaryo merkez yerleşkelerde yer alan tüm nüfusu içerirken (%100), ikinci senaryo da ise öğrencilerin örgün öğretim devam koşulu olan %70 devam durumlarını dikkate alarak öğrenci sayılarının %70'inin hesaba katılmasıdır. Burada %100 durum olan birinci senaryo Tablo 3'te, ikinci senaryo durumunda ele alınan birimlerdeki toplam kişi sayısı Tablo 6'da verilmiştir.

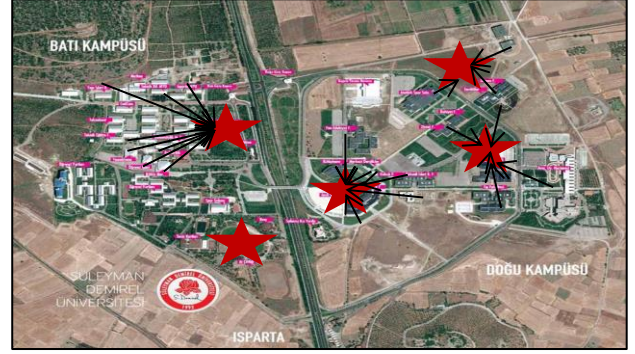
Tablo 6. İdari Personel- Akademik Personel-Öğrenci Sayıları (%70)

Bina No	İdari Personel Sayısı	Akademik Personel Sayısı	Öğrenci Sayısı	Toplam
1	239	82	0	321
2	31	0	0	31
3	79	0	0	79
4	17	0	0	17
5	48	140	837,9	1026
6	19	42	4838,4	4899
7	20	64	1976,1	2060
8	16	57	3943,1	4016
9	15	37	1136,8	1189
10	42	203	5063,8	5309
11	6	38	534,8	579
12	26	149	6638,1	6813
13	27	195	3225,6	3448
14	29	78	1560,3	1667
15	13	7	126,7	147
16	43	109	517,3	669
17	52	449	2156	2657
18	52	115	922,6	1090
19	46	68	8857,1	8971
20	11	69	2004,1	2084
21	569	0	241,5	811
22	1	6	262,5	270
23	69	0	0	69

İlk önce birinci senaryo için hiçbir kapasite kısıtı dikkate alınmadan oluşturulan modelde 1 kişi için ayrılan alan 1 m² olacak şekilde analiz gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucu Tablo 7'de verilmiştir. Atama sonuçları yerleşke haritası üzerinde Şekil 4'te gösterilmiştir.

Tablo 7. Kısıtsız Durumda Gri Kümeleme Ataması

TA1	TA2	TA3	TA4	TA5
1	1	4	7	18
	2	5	14	19
	3	6	16	22
	8	9	17	
	10	12	21	
	11	13		
	15	23		
	20			



Şekil 4. Kısıtsız Durumda Gri Kümeleme Ataması

Daha sonra, toplanma alanlarının kapasiteleri beş farklı modele göre değişmektedir. Bu durumda bir acil durum toplanma alanında bir kişi için gerekli olan ve onun için ayrılan alanın büyüklüğü açısından; 1 m², 1,5 m², 2 m² ve 1-1,5 m² gri aralık sayı ($\otimes \in [1, 1.5]$) ile 1,5-2 m² gri aralık sayı ($\otimes \in [1.5, 2]$) olacak şekilde beş farklı durumda ele alınmıştır. Burada toplanma alanlarının beş farklı durumda kapasiteleri Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8'de gri aralık sayılar için Eşitlik (2) kullanılarak grilik dereceleri sırasıyla 0,4 ve 0,285 hesaplanmıştır. Daha sonra, Eşitlik (1) yardımıyla elde edilen grilik dereceleri ayrı ayrı α beyazlaştırma katsayısı olarak kullanılmış ve beyaz değerler elde edilmiştir. Sonuçta, her bir acil durum toplanma alanı kapasiteleri bu beyaz sayılara göre hesaplanmıştır.

Tablo 8. Beş farklı kapasite planı

	1m ²	1.5m ²	2m ²	1-1.5m ² gri	1.5-2m ² gri
TA 1	12076	8051	6038	10466	7476
TA 2	15715	10477	7858	13620	9728
TA 3	7911	5274	3956	6856	4897
TA 4	10509	7006	5255	9108	6506
TA 5	62314	41543	31157	54005	38575

Çalışmanın sayısal sonuçları, Tablo 9'da Senaryo-I (%100) ve Senaryo-II (%70) için gri kümeleme

işleminde eşik değeri $r = 0,7$ için tüm birimlerin beş farklı acil durum toplanma yerlerine önerilen beş farklı modele göre atama sonuçları verilmiştir. Örneğin; kişi başına düşen alan $1,5 \text{ m}^2$ olan model için Senaryo-I'de 10 numaralı bina Mühendislik Fakültesi, TA1 Batı Stadyumu'na atanırken, Senaryo-II'de TA2 Batı Otopark'a atanmıştır. Tablo 10'da ise; acil durum toplanma alanları için senaryolara ve modellere göre ortalama kapasite kullanım değerleri verilmiştir. Buna göre Senaryo-I'de en yüksek ortalama kapasite kullanımı oranı $1,5 \text{ m}^2$ için % 94,7 olarak elde edilirken, Senaryo-II'de bu oran kişi sayılarının da azalmasıyla 2 m^2 modeli için %81,6 olarak elde edilmiştir. Burada, Senaryo-I'de 2 m^2 ile $1,5\text{-}2 \text{ m}^2$ modelleri için çözümler oluşmamıştır, Senaryo-II'de tüm modeller için çözümler elde edilmiştir.

5. Sonuç ve Tartışma

Tablo 9. Gri Kümeleme ile her iki senaryoya göre atama sonuçları

	TA 1	TA 2	TA 3	TA 4	TA 5
1 m ²	12, 23	1, 2, 3, 8, 10, 11, 15, 20	4, 5, 9, 13	6, 7	14, 16, 17, 18, 19, 21, 22
1,5 m ²	10	1, 2, 3, 8, 11, 15, 20	4, 5, 9, 16, 21, 23	6	7, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 22
2 m ²	ÇÖZÜM YOK				
⊗(1;1,5)m ²	12, 15, 23	1, 2, 3, 8, 10	4, 5, 9, 11, 20	6, 16, 21	7, 13, 14, 17, 18, 19, 22
⊗(1,5;2)m ²	ÇÖZÜM YOK				
1 m ²	12	1, 2, 3, 8, 10, 11, 15, 20	4, 5, 6, 9, 23	7, 14, 16, 17, 21	13, 18, 19, 22
1,5 m ²	3, 6, 15, 20	1, 2, 8, 10, 11	4, 5, 21, 23	7, 9, 16, 17	12, 13, 14, 18, 19, 22
2 m ²	3, 10, 15	1, 2, 8, 11	4, 5, 20, 23	7, 9, 16	6, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 21, 22
⊗(1;1,5)m ²	12	1, 2, 3, 8, 10, 11, 15, 20	4, 5, 6, 23	7, 9, 14, 16, 17, 21	13, 18, 19, 22
⊗(1,5;2)m ²	3, 10, 15	1, 2, 8, 11, 13	4, 5, 9, 20, 23	7, 16, 17, 21	6, 12, 14, 18, 19, 22

Tablo 10. Acil durum toplanma alanları için senaryolara ve modellere göre ortalama kapasite kullanım değerleri

	1 m ²	1,5 m ²	2 m ²	1-1,5 m ² gri	1,5-2 m ² gri
Senaryo-I %100	0,786	0,947	ÇÖZÜM YOK	0,886	ÇÖZÜM YOK
Senaryo-II %70	0,648	0,742	0,816	0,739	0,813

Teşekkür

Yazarlar, çalışmaya katkılarlarından dolayı Isparta İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü'ne, Süleyman Demirel Üniversitesi Yapı İşleri ve Teknik, Personel, Öğrenci İşleri Daire Başkanlıkları ile Rektörlük Sivil Savunma Uzmanlığı Şubesi'ne teşekkür eder.

Bilgi Notu

18 Mayıs 2018 tarih ve 30425 sayılı Resmî Gazete 'de

Bu çalışmada, Isparta ilinde meydana gelecek herhangi bir afet sonucu Süleyman Demirel Üniversitesi'nde bulunan öğrenciler, idari ve akademik personelin nerede toplanması gerektiğine dair problem ele alınmıştır. Acil durum anında yerleşke içindeki binaların toplanma yerlerine olan uzaklıkları dikkate alınarak acil durum toplanma yerleri belirlenmiştir. İlgili birimlerden belirlenen acil durum toplanma alanlarına yapılan atamalarda gri kümeleme yöntemi tercih edilmiştir.

Çalışmanın gelecek araştırma konusu, gri belirsizlik altında P-medyan doğrusal programlama modeli ile aynı problemin çözülmesi şeklinde belirlenmiştir. Bu sayede, atama problemi için farklı kısıtlar ve senaryolar altında optimal çözümlerin elde edilmesi amaçlanmaktadır. Elde edilen sonuçlarla süreç yönetimine katkı sağlamak için ilgililere çözümler önerilecektir.

yayımlanarak yürürlüğe giren "Yükseköğretim Kanunu İle Bazı Kanun Ve Kanun Hükmünde Kararnemelerde Değişiklik Yapılmasına Dair 7141 Numaralı Kanun" ile Isparta'da Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi adıyla yeni bir üniversite kurulmuştur. Bu çalışmanın verileri hazırlandığında; bilgileri verilen ilgili birimlerin tamamı Süleyman Demirel Üniversitesi bünyesinde yer almaktaydı.

Conflict of Interest / Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

No conflict of interest was declared by the authors.

Kaynaklar

Ablanedo-Rosas, J.H., Gao, H., Alidaee, B., & Teng, W. (2009). "Allocation of emergency and recovery centres in Hidalgo, Mexico". *International Journal of Services Sciences*, Vol:2 (2), 206–218.

Ai, Y., Lu, J., Zhang, L., (2015), "The optimization model for the location of maritime emergency supplies reserve bases and the configuration of salvage vessels", *Transportation Research Part*, 83, 170–188

Aktaş, E., Özyayın, Ö., Ülengin, F., Önsel, Ş. ve Ağaran, B., 2011, İstanbul'da itfaiye istasyonu yerlerinin seçimi için yeni bir model, *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, YA/EM 2009 Özel Sayısı, 22 (4), 2-12.

Balamir, M., 2007, Afet Riski ve Planlama Politikaları, TMMOB Afet Sempozyumu, 5–7 Aralık 2007, İMO Kongre ve Kültür Merkezi Ankara, ISBN: 978-9944-89-425-8 Mattek Matbaacılık Maltepe-Ankara.

Balcık B., Beamon, B.M., (2008). "Facility location in humanitarian relief". *International Journal of Logistics*, 11, 2, 101–121.

Buldurur, M.A., Kurucu, H., 2015, İstanbul'da afet yönetimi ve acil ulaşım yollarının değerlendirilmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, 25, 1, 21-31.

Campbell, A. M., Jones, P. C. (2011). "Prepositioning supplies in preparation for disasters". *European Journal of Operational Research*, 209, 2, 156–165.

Cheng, H., Yang, X., (2012). "A Comprehensive Evaluation Model for Earthquake Emergency Shelter". *Sustainable Transportation Systems*: 412-422, DOI:10.1061/9780784412299.0050.

Çatay, B., Başar, A., Ünlüyurt, T., 2008, "İstanbul'da Acil Yardım İstasyonlarının Yerlerinin Planlanması" *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 19, 4, 20-35

Çiçekdağı, H.İ., Kırış, Ş., 2012, Afet istasyonu ve toplanma merkezi için yer Seçimi ve bir uygulama, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 28, 67-76.

Dekle, J., Lavieri, M. S., Martin, E., Emir-Farinas, H., Francis, R. L. (2005). "A Florida county locates disaster recovery centers". *Interfaces*, 35, 2, 133-139.

Deng, J. L. Introduction to grey system theory. *The Journal of Grey System*, 1989, 1:1-24.

Dessouky, M.M., Ordóñez, F., Jia, H., (2009), "Solution Approaches for Facility Location of Medical Supplies for Large-Scale Emergencies", Non-published Research Reports, No: 133, http://research.create.usc.edu/nonpublished_reports/133

Drezner, Z., Marianov, V., Wesolowsky, G.O., (2016), "Maximizing the minimum cover probability by emergency facilities", *Ann Oper Res*, 246, 349–362, DOI 10.1007/s10479-014-1726-z

Duran, S., Gutierrez, M. A., Keskinocak, P. (2011). "Pre-positioning of emergency items for care international. *Interfaces*, 41, 3, 223-237.

Erden, T., Coşkun, M. Z., 2010, Acil durum servislerinin yer seçimi: Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve CBS entegrasyonu, *itü dergisi/ mühendislik*, 9, 6, 37-50.

Ergüder, C., 2006, "Entegre Afet Yönetim Sistemi ve İlkeleri", Afet Yönetiminin Temel İlkeleri, Ankara.

Fontem, B., Melouk, S.H., Keskin, B.B., Bajwa, N., (2016), "A decomposition-based heuristic for stochastic emergency routing problems", *Expert Systems With Applications*, 59, 47–59.

Genç, F.N., 2007, Türkiye'de Doğal Afetler ve Doğal Afetlerde Risk Yönetimi. *Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 9, 201–226.

Givechi, S., Attar, M.A., Rashidi, A., Nasbi, N., (2013). "Site selection of temporary housing after earthquake by GIS and AHP method Case study: Region 6 of Shiraz", *Urban - Regional Studies and Research Journal*, 5, 17, 29-32.

Görmez, N., Köksalan, M., Salman, F. S. (2011). "Locating disaster response facilities in Istanbul". *Journal of the Operational Research Society*, 62, 7, 1239-1252.

Günneç, D. (2007), Network optimization problems for disaster mitigation: Network reliability, investment for infrastructure strengthening and emergency facility location, *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Koç Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Hale, T., Moberg, C.R. (2005), "Improving supply chain disaster preparedness: A decision process for secure site location". *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 35, 3, 195–207.

Han, Y., Guan, X., Shi, L. (2011), "Optimization based method for supply location selection and routing in large-scale emergency material delivery". *IEEE*

- Transactions on Automation Science and Engineering , Cilt:8, Sayı:4, Sayfa:683–693.
- Jia, H., Ordóñez, F., Dessouky, M. M., (2007), "Solution approaches for facility location of medical supplies for large-scale emergencies". *Computers & Industrial Engineering*, 52, 2, 257–276.
- Jianyu C., Youpo S., (2011), "Comprehensive evaluation index system in the application for earthquake emergency shelter site". *Advanced Materials Research*, 156-157, 79-83.
- Jianyu C., Youpo S., (2012), "The application of TOPSIS method in selecting fixed seismic shelter for evacuation in cities". *Systems Engineering Procedia*, 3, 391-397.
- Kılıcı, F., (2012), *A Decision Support System for Shelter Site Selection with GIS Integration: Case for Turkey*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Bilkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kılıcı, F., Yetiş Kara, B., Bozkaya, B., (2015), "Locating temporary shelter areas after an earthquake: A case for Turkey", *European Journal of Operational Research*, 24, 323–332.
- Landa-Torres , I., Manjarres , D., Salcedo-Sanz , S., Del Ser, J., Gil-Lopez, S., (2013), "A multi-objective grouping Harmony Search algorithm for the optimal distribution of 24-hour medical emergency units", *Expert Systems with Applications*, 40, 2343–2349.
- Liu, M., Zhao, L., (2007), "An Improved GLP Model based on Complete Center Approach GM(1,1) for Emergency Logistics Distribution", *Proceedings of 2007 IEEE International Conference on Grey Systems and Intelligent Services*, November, pp. 18-20, Nanjing, China.
- Liu, S., and Lin, Y. *Grey Information: Theory and Practical Applications*. Springer, Germany, 2006.
- Lixin, Y., Lingling, G., Dong, Z., Junxue, Z., Zhanwu, G., (2012), "An analysis on disaster management system in China", *Natural Hazards*, 60, 2, 295-309.
- Lu, C.C., (2013), "Robust weighted vertex p-center model considering uncertain data: An application to emergency management" *European Journal of Operational Research*, 230, 113–121.
- Lu, X.L., Hou, Y.X., Lin, W. (2011), "Functional Optimization of Emergency Medical Service Centre of Small Town Based on Facility Location Theory: A Case Study of Teng Zhou City in Shan Dong Province". *Economic Geography*, 31, 1119-1123.
- Lu, X.L., Yun-xian, H. (2009), "Ant colony optimization for facility location for large scale emergencies. *International Conference on Management and Service Science (MASS 2009)*, Wuhan, China.
- Malinverni, E.S., Fangi, G., (2009), "Comparative cluster analysis to localize emergencies in archaeology", *Journal of Cultural Heritage*, 10, 10-19, DOI:10.1016/j.culher.2009.07.004.
- Mete, O., Zabinsky, Z.B., (2010), *International Journal of Production Economics*, Stochastic optimization of medical supply location and distribution in disaster management, 126, 76-84.
- Murali, P., Ordóñez, F., Dessouky, M.M. (2012). "Facility location under demand uncertainty: Response to a large-scale bio-terror attack". *Socio-Economic Planning Sciences*, 46, 1, 78–87.
- Oktay, E., (1998), "Acil Yardım Planlaması ve Afet Yönetimi", AİGM, Ankara.
- Özdamar K., (2004), *Paket Programlar İle İstatistiksel Veri Analizi 2*, Kaan Kitabevi, 5. Baskı, Eskişehir, Türkiye, 213-230, 279-292.
- Peeta, S., Salman, F.S., Günneç D., Viswanath, K., (2010), "Pre-disaster investment decisions for strengthening a highway network", *Computers & Operations Research*, 37, 10, 1708–1719.
- Peker, İ., Korucuk, S., Ulutaş, Ş., Sayın Okatan, B., Yaşar, F., (2016), "Afet Lojistiği Kapsamında En Uygun Dağıtım Merkez Yerinin Ahs-Vikor Bütünleşik Yöntemi İle Belirlenmesi: Erzincan İli Örneği", *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 14, 1, 10.11611/JMER728.
- Rawls, C.G., Turnquist, M.A. (2010). Pre-positioning of emergency supplies for disaster response. *Transportation Research Part B: Methodological*, 44, 4, 521–534.
- Ruan, J.H., Wang, X.P., Chan, F.T.S., Shi, Y., (2016), "Optimizing the intermodal transportation of emergency medical supplies using balanced fuzzy clustering", *International Journal of Production Research*, 54, 14, 4368-4386.
- Salman, F.S., Yücel, E., (2015), "Emergency facility location under random network damage: In sights from the Istanbul case", *Computers & Operations Research*, 62, 266–281.
- Selim, H., Özkarahan, İ., 2003, "Acil Servis Araçları yerleşiminin Belirlenmesinde Yeni Bir Model", *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, Cilt: 14, Sayı:1, Sayfa:18-27.
- Sheu, J.B., Pan, C., (2014), "A method for designing centralized emergency supply network to respond to

large-scale natural disasters”, *Transportation Research Part B*, 67, 284–305.

Temiz, S., (1998), "Afet, Afet Türleri ve Afette Karşılaşılan Sorunlar", *Sivil Savunma Dergisi*, Cilt:151, Sayı:40, Sayfa:24-25.

Toro-Díaz, H., Mayorga, M.E., Chanta, S. , McLay, L.A. (2013). Joint location and dispatching decisions for Emergency Medical Services. *Computers & Industrial Engineering*, 64, 4, 917- 928.

Yılmaz, A., (2004), "Afet Yönetimi", *Sivil Savunma Dergisi*, Cilt:177, Sayı:46, Sayfa:18-24.

Yi, W., Ozdamar, L., (2004), "Fuzzy modeling for coordinating logistics in emergencies", *International Scientific Journal of Methods and Models of Complexity-Special Issue on Societal Problems in Turkey*, 7, 1-23.

Yingzhen, C., Qiuhong, Z., Dessouky, M., (2013), "A Bi-objective Decision Model of Medical Center Location for Emergency Incidents", *6th International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering*, 978-1-4799-0245-3/13.

Zhao,X., Xu, W., Ma, Y., Hu, F., (2015). " Scenario-Based Multi-Objective Optimum Allocation Model for Earthquake Emergency Shelters Using a Modified Particle Swarm Optimization Algorithm: A Case Study in Chaoyang District, Beijing, China", *Plos One*, DOI:10.1371/journal.pone.0144455

Zhu, j., Liu, D., Huang, J., Han, J., (2010), "Determining Storage Locations and Capacities for Emergency Response", *The Ninth International Symposium on Operations Research and Its Applications (ISORA '10)*, Chengdu-Jiuzhaigou, China.