

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GRİ KÜMELEME VE GRİ P-MEDYAN DOĞRUSAL PROGRAMLAMA
YÖNTEMLERİ İLE ACİL DURUM TOPLANMA YERLERİNİN
ÖNCELİKLENDİRİLMESİ: SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
ÖRNEĞİ**

Damla YALÇINER

**Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Erdal AYDEMİR**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA-2018**



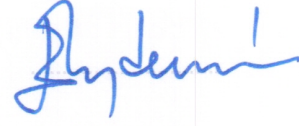
© 2018 [Damla YALÇINER]

TEZ ONAYI

Damla YALÇINER tarafından hazırlanan " **Gri Kümeleme ve Gri P-Medyan Doğrusal Programlama Yöntemleri İle Acil Durum Toplanma Yerlerinin Önceliklendirilmesi: Süleyman Demirel Üniversitesi Örneği**" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Erdal AYDEMİR
Süleyman Demirel Üniversitesi



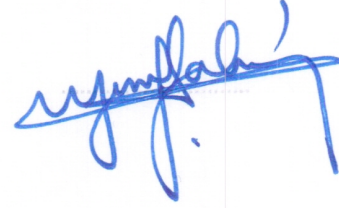
Jüri Üyesi

Prof. Dr. Mustafa Zihni TUNCA
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Yusuf ŞAHİN
Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi



Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Yasin TUNCER

.....

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Damla YALÇINER

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	3
3. AFET YÖNETİMİ	7
3.1. AFETİN TANIMI VE AFETE İLİŞKİN KAVRAMLARI	7
3.1.1. Doğal Kaynaklı Afetler	9
3.1.1.1. Deprem.....	9
3.1.1.2. Yer Kayması (Heyelan)	10
3.1.1.3. Sel/Su Baskını	10
3.1.1.4. Kaya Düşmesi	11
3.1.1.5. Yangın	11
3.1.1.6. Çığ.....	11
3.1.1.7. Tsunami (Depreşim Dalgası).....	12
3.1.2. İnsan ve Teknoloji Kaynaklı Afetler	12
3.2. AFET YÖNETİMİ	12
3.2.1. Hazırlık Aşaması.....	12
3.2.2. Zararların Azaltılması Aşaması	15
3.2.3. Müdahale Aşaması.....	15
3.2.4. İyileştirme Aşaması.....	15
3.3. TEHLİKE	16
3.4. KRİZ VE KRİZ YÖNETİMİ	16
3.4.1. Kriz Tanımı	16
3.4.2. Kriz Yönetimi	16
3.5. RİSK VE RİSK YÖNETİMİ.....	17
3.5.1. Risk Tanımı.....	17
3.5.2. Risk Yönetimi.....	17
3.6. ACİL DURUM TOPLANMA YERİ.....	17
4. GRİ KÜMELEME VE GRİ DOĞRUSAL PROGRAMLAMA YÖNTEMLERİ	19
4.1. GRİ SİSTEM TEORİSİ.....	19
4.2. GRİ İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME	22
4.3. GRİ MATEMATİK	22
4.3.1. Aralık Gri Sayılar ve İşlemleri.....	22
4.3.2. Gri Sayıların Beyazlaştırılması	24
4.3.3. Grilik Derecesi	25
4.4. GRİ DİZİLER.....	27
4.4.1. Adım ve Düzeltme Oranı.....	29
4.5. GRİ KÜMELEME YÖNTEMİ.....	29
4.5.1. Değişken Aralıklar İle Gri Kümeleme	29
4.6. GRİ İNSİDANS ANALİZİ.....	34
4.6.1. Gri İnsidans Derecesi	35

4.6.2. Mutlak Gri İnsidans Derecesi.....	36
4.6.3. İzafi-Bağıl İnsidans Derecesi.....	36
4.6.4. Yapay Gri İnsidans Derecesi.....	37
4.7. GRİ İNSİDANS KÜMELEMESİ.....	38
4.8. GRİ DOĞRUSAL PROGRAMLAMA MODELİ.....	39
4.8.1. Giriş.....	39
4.8.2. Gri Parametrelili Doğrusal Programlama Modeli.....	41
4.8.3. Gri Doğrusal Programlamanın Tatmin Edici Çözümleri	45
4.9. ÇÖZÜM YAKLAŞIMI	47
4.9.1. P-Medyan Modeli.....	47
4.9.2. Gri P-Medyan Modeli	49
5. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	51
5.1. UYGULAMA MODEL VERİLERİ	51
5.2. ÖNERİLEN MODELLER.....	55
5.3. GRİ KÜMELEME MODELİ İLE ELDE EDİLEN ÇÖZÜMLER.....	55
5.3.1. Kısıtsız Durumda Yapılan Gri Kümeleme Model Atamaları	55
5.3.2. Kısıtlı Durumda Yapılan Gri Kümeleme Model Atamaları	56
5.3.2.1. Gri Kümeleme Modeli İle %70 Öğrenci Kapasitesi	57
5.3.2.2. Gri Kümeleme Modeli İle %100 Öğrenci Kapasitesi.....	60
5.4. GRİ P-MEDYAN MODELİ İLE ELDE EDİLEN ÇÖZÜMLER.....	63
5.4.1. Gri P-Medyan Modeli İle %70 Öğrenci Kapasitesi	63
5.4.2. Gri P-Medyan Modeli İle %100 Öğrenci Kapasitesi.....	67
5.4. MODELLERİN KARŞILAŞTIRILMASI	69
6. SONUÇ VE TARTIŞMA	71
KAYNAKLAR	74
EKLER.....	82
EK A. Çizelgeler	82
EK B. Şekiller	87
ÖZGEÇMİŞ.....	93

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

GRİ KÜMELEME VE GRİ P-MEDYAN DOĞRUSAL PROGRAMLAMA YÖNTEMLERİ İLE ACİL DURUM TOPLANMA YERLERİNİN ÖNCELİKLENDİRİLMESİ: SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ ÖRNEĞİ

Damla YALÇINER

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Erdal AYDEMİR

Herhangi bir yerde ve zamanda meydana gelebilecek afet durumuna karşı bireylerin hazırlıklı olması gerekmektedir. Doğal, insan ya da teknoloji kaynaklı bir afet durumunda, bireylerin kendilerini savunmaları ve en kısa sürede afet alanından uzaklaşmaları istenmektedir.

Bu amaçla, tez çalışmasında; yaşanabilecek afet durumunda Isparta ilinde yer alan Süleyman Demirel Üniversitesi için acil durum toplanma planı yapılmıştır. Birimler, toplanma alanları, birimlerin toplanma alanlarına uzaklıkları, idari ve akademik personel ile öğrenci sayıları dikkate alınarak birimlerin belirlenen beş farklı acil durum toplanma alanına atama yapılmıştır. Acil durum toplanma yerlerine atamalar için MATLAB programlama dilinde Gri Kümeleme Analizi ve GAMS eniyileme yazılımında Gri P-Medyan doğrusal programlama modeli geliştirilmiştir.

Acil durum toplanma yerleri kapasitelerinin bir kişiye ayrılan alanın 1 m², 1,5 m², 2 m², gri aralık sayısı $\otimes(1;1,5)m^2$ ve gri aralık sayısı $\otimes(1,5;2)m^2$ olmasına göre beş farklı model şeklinde araştırılmıştır. Ayrıca, idari ve akademik personel ile öğrencilerin %70 ve %100 bulunma kapasiteleriyle ayrı çözümler gerçekleştirilmiştir. Çözümlerde, ortalama kapasite kullanım oranları dikkate alınarak en iyi çözümü veren atama modeli belirlenmiştir. Önerilen atama modeli ile elde edilen nihai çözüm yardımıyla, Süleyman Demirel Üniversitesi birimlerinde çalışan idari ve akademik personel, öğrenciler ve afet anında ilgili birimlerde var olan kişiler için afet durumunda hangi acil durum toplanma yerini kullanacaklarına ilişkin belirsizliğin ortadan kalkması, afet anında karşılaşılan kriz sürecinin en iyi şekilde yönetilmesi ve sonuçta hayati riski en aza indirme amaçları sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Afet, Acil Durum Toplanma Yeri, Gri Kümeleme Yöntemi, Gri P-Medyan Yöntemi

2018, 93 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

PRIORITIZATION OF EMERGENCY ASSEMBLY POINTS USING GREY CLUSTERING AND GREY P-MEDIAN LINEAR PROGRAMMING MODEL: A CASE OF SULEYMAN DEMIREL UNIVERSITY

Damla YALÇINER

**Süleyman Demirel University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Industrial Engineering**

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Erdal AYDEMİR

People can come to any place and time are required to prepare at a disaster time. In the case of natural, human or technological disasters, they are required to defend themselves and to move away from the disaster area as soon as possible.

For this purpose; in case of a disaster, an emergency assembly points plan has been made for Süleyman Demirel University, Isparta in this thesis. The academic and administrative units have been assigned to determined five different emergency assembly points in the main campus by using the numbers of the administrative and academic personnel, and student numbers, and distances of the units to the assembly point areas each other. Then, Grey clustering analysis in MATLAB programming language and grey p-median linear programming model in GAMS optimization software have been developed for assignment to emergency assembly points

The capacities of emergency assembly points' areas has been obtained into five different models, and the five models are developed by reserved space per one person being 1 m², 1,5 m², 2 m², $\otimes(1;1,5)m^2$ grey interval number and $\otimes(1,5;2)m^2$ grey interval number. Also, solution models executed with %70 and %100 occurrence capacities of administrative and academic personnel, and students. In the solutions, the assignment model giving the best solution is determined by considering the average capacity utilization rates. According to final solution obtained with the proposed assignment model, the uncertainty about which emergency assembly point to use in case of disasters for administrative and academic staff, students and those who are present at the disaster in Süleyman Demirel University units is getting worse and the crisis period and ultimately reducing the risk of vital risk.

Keywords: Disaster, Emergency Assembly Point, Grey Clustering, Grey P-Median Method

2018, 93 pages

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Dr. Öğr. Üyesi Erdal AYDEMİR'e teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın içerik, kapsam ve uygulama açısından geliştirilmesinde yardımcı olan görüş ve tavsiyelerinden faydalandığım savunma sınavıma giren jüri üyeleri değerli hocalarım Prof. Dr. Mustafa Zihni TUNCA ve Dr. Öğr. Üyesi Yusuf ŞAHİN'e teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan ailem; Anneannem Seyhan PARMAKSIZ, Annem Hatice Müjgân PARMAKSIZ, Kız Kardeşim Şengül YALÇINER ve Nişanlım Mahmut ÇAL'a sonsuz segi ve saygılarımı sunarım.

Damla YALÇINER
ISPARTA, 2018

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Olay, Acil Durum ve Afetin Gösterimi	8
Şekil 3.2. Isparta İli Deprem Haritası	10
Şekil 3.3. Afet Yönetim Sistemi	14
Şekil 4.1. Problem Türlerinin Sınıflandırılması	25
Şekil 4.2. İşletmelerde Değer Yaratma Piramidi.....	28
Şekil 4.3. Tipik Beyazlaştırma Fonksiyonu	30
Şekil 4.4. Düşük Ölçülü Beyazlaştırma Ağırlık Fonksiyonu.....	30
Şekil 4.5. Orta Ölçülü Beyazlaştırma Ağırlık Fonksiyonu.....	31
Şekil 4.6. Yüksek Ölçülü Beyazlaştırma Ağırlık Fonksiyonu	31
Şekil 4.7. Gri İnsidans Analizi	35
Şekil 5.1. Toplanma Alanlarının Yerleşke İçinde Gösterimi.....	52
Şekil 5.2. Kısıtsız Durumda Gri Kümeleme Model Ataması %70-%100 Ö.K.	56
Şekil 5.3. Gri Kümeleme Modeli 2 m ² Ataması %70 Ö.K.....	59
Şekil 5.4. Gri Kümeleme Modeli 1,5 m ² Ataması %100 Ö.K.....	62
Şekil 5.5. Gri P-Medyan Modeli 2 m ² Ataması %70 Ö.K.....	65
Şekil 5.6. Gri P-Medyan Modeli 1,5 m ² Ataması %100 Ö.K.....	68
Şekil B.1. Gri Kümeleme Modeli 1 m ² Ataması %70 Ö.K.	87
Şekil B.2. Gri Kümeleme Modeli 1,5 m ² Ataması %70 Ö.K.....	87
Şekil B.3. Gri Kümeleme Modeli $\otimes(1;1,5)m^2$ Ataması %70 Ö.K.	88
Şekil B.4. Gri Kümeleme Modeli $\otimes(1,5;2)m^2$ Ataması %70 Ö.K.	88
Şekil B.5. Gri Kümeleme Modeli 1 m ² Ataması %100 Ö.K.....	89
Şekil B.6. Gri Kümeleme Modeli $\otimes(1;1,5)m^2$ Ataması %100 Ö.K.....	89
Şekil B.7. Gri P-Medyan Modeli 1 m ² Ataması %70 Ö.K.....	90
Şekil B.8. Gri P-Medyan Modeli 1,5 m ² Ataması %70 Ö.K.....	90
Şekil B.9. Gri P-Medyan Modeli $\otimes(1;1,5)m^2$ Ataması %70 Ö.K.....	91
Şekil B.10. Gri P-Medyan Modeli $\otimes(1,5;2)m^2$ Ataması %70 Ö.K.	91
Şekil B.11. Gri P-Medyan Modeli 1 m ² Ataması %100 Ö.K.	92
Şekil B.12. Gri P-Medyan Modeli $\otimes(1;1,5)m^2$ Ataması %100 Ö.K.	92

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. Kaynak Taraması	3
Çizelge 4.1. Siyah-Gri-Beyaz Sistemlerin Karşılaştırılması	20
Çizelge 4.2. Gri Sistem Teorisinin Karşılaştırılması	22
Çizelge 5.1. Süleyman Demirel Üniversite Birimler ve Verilen Kodlamalar	51
Çizelge 5.2. Toplanma Alanları ve Verilen Kodlamalar	51
Çizelge 5.3. Süleyman Demirel Üniversitesinde Çalışan Personel, Akademik Personel ve Öğrenci Sayısı	52
Çizelge 5.4. Birimlerin Toplanma Alanlarına Uzaklıkları (Metre)	53
Çizelge 5.5. İdari Personel- Akademik Personel-Öğrenci Sayıları %70 K.	54
Çizelge 5.6. İdari Personel- Akademik Personel-Öğrenci Sayıları %100 K.	54
Çizelge 5.7. Kısıtsız Durumda Kapasite Kullanım Oranı	56
Çizelge 5.8. Kısıtsız Durumda Gri Kümeleme Model Ataması %70-%100 Ö.K.	56
Çizelge 5.9. Kampüste Belirlenen Toplanma Alanı Bilgileri	57
Çizelge 5.10. Gri Kümeleme Modeli 1 m ² Ataması %70 Ö.K.	57
Çizelge 5.11. Gri Kümeleme Modeli 1,5 m ² Ataması %70 Ö.K.	58
Çizelge 5.12. Gri Kümeleme Modeli 2 m ² Ataması %70 Ö.K.	58
Çizelge 5.13. Gri Kümeleme Modeli $\otimes(1;1,5)m^2$ Ataması %70 Ö.K.	59
Çizelge 5.14. Gri Kümeleme Modeli $\otimes(1,5;2)m^2$ Ataması %70 Ö.K.	60
Çizelge 5.15. Gri Kümeleme Modeli 1 m ² Ataması %100 Ö.K.	61
Çizelge 5.16. Gri Kümeleme Modeli 1,5 m ² Ataması %100 Ö.K.	61
Çizelge 5.17. Gri Kümeleme Modeli $\otimes(1;1,5)m^2$ Ataması %100 Ö.K.	63
Çizelge 5.18. Gri P-Medyan Modeli 1 m ² Ataması %70 Ö.K.	64
Çizelge 5.19. Gri P-Medyan Modeli 1,5 m ² Ataması %70 Ö.K.	64
Çizelge 5.20. Gri P-Medyan Modeli 2 m ² Ataması %70 Ö.K.	65
Çizelge 5.21. Gri P-Medyan Modeli $\otimes(1;1,5)m^2$ Ataması %70 Ö.K.	66
Çizelge 5.22. Gri P-Medyan Modeli $\otimes(1,5;2)m^2$ Ataması %70 Ö.K.	66
Çizelge 5.23. Gri P-Medyan Modeli 1 m ² Ataması %100 Ö.K.	67
Çizelge 5.24. Gri P-Medyan Modeli 1,5 m ² Ataması %100 Ö.K.	68
Çizelge 5.25. Gri P-Medyan Modeli $\otimes(1;1,5)m^2$ Ataması %100 Ö.K.	69
Çizelge 5.26. Araştırma Modellerinin Kapasite Kullanım Oranlarına Göre Karşılaştırılması	70
Çizelge 5.27. Gri Kümeleme ve Gri P-Medyan Modellerinin Atamaları	70
Çizelge A.1. Birimlerin Birbirlerine Olan Uzaklıkları	82

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AFAD	Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
DPGP	Gri Parametrelili Doğrusal Programlama
K.	Kapasite
K.K.O.	Kapasite Kullanım Oranı
GST	Gri Sistem Teorisi
Min.	En Küçük
Max.	En Büyük
Ö.K.	Öğrenci Kapasitesi
T.	Toplam
$A(\otimes)$	Gri Tüketim Matrisi
$B(\otimes)$	Kaynağın Gri Sınırlar Vektörü
$C(\otimes)$	Gri Değer Vektörü
Γ_{ij}	İzafi gri insidans derecesi
X	Karar Vektörü/Gri Vektör
$\sim$	Beyazlaştırma
Δ	Fark
$\otimes$	Gri

1. GİRİŞ

Dünyada çeşitli yer ve zamanlarda afetler meydana gelmektedir. Meydana gelen bu afetler; deprem, su ve sel taşkını, toprak kayması, heyelan, çığ, fırtına, hortum, kasırga, yanardağ patlaması ve büyük yangınlar gibi çeşitli doğal ya da insan ve teknoloji kaynaklı afetler olmak üzere sınıflandırılmaktadır. Yaşanılacak afet durumlarına karşı hazırlıklı olmak, olası kayıpları önlemek (en aza indirmek) için afet anında nasıl bir yol izlenmesi konusunda afet öncesi planlama yapmak gerekir.

Meydana gelebilecek afet durumlarından sonra olası zararların en aza indirilmesi, afet sisteminin oluşturulmasına ve geliştirilmesine bağlıdır. Bu süreçte, afete yol açabilecek risklerin belirlenmesi ve bu risklerin en alt seviyeye indirilmesi gerekmektedir. Bu durum göz önünde bulundurularak olası afet durumu için, tüm kurum ve kuruluşların afet yönetimi ile ilgili stratejik plana sahip olmaları gerekir ve afet durumunda bu stratejik planlardan yararlanmaları önemlidir.

Yapılan tez çalışmasının amacında; Isparta ilinde meydana gelebilecek herhangi bir afet durumunda Süleyman Demirel Üniversitesi'nde uzman kurtarma ve müdahale edecek ekiplerin olay yerine intikal edene kadar geçen sürede, üniversite içinde belirlenen acil durum toplanma yerlerine hangi kişilerin hangi acil durum toplanma yerlerine ulaşacağına belirlenmesi amaçlanmıştır. Belirlenen acil durum toplanma yerlerine ilişkin bilgi ve durumlar ile ilgili yetkili kişiler ve birimler bilgilendirilecektir. Bu noktada ulaşılmak istenen hedef, yaşanabilecek acil durumun sonunda toplanma yerlerine sağlık ekibi, itfaiye, polis, AFAD ekibi belirlenen toplanma merkezlerine gelerek, kişilere çok daha kolay ulaşarak müdahale etkinliğini arttırmaktır. Belirlenen acil durum toplanma yerleri Süleyman Demirel Üniversitesi'nde doğu ve batı yerleşkeleri için afetin ortaya çıkarabileceği tehlikelerden uzak noktalardır. Belirlenen alanlarda düz ve engebesiz olmasına dikkat edilmiş ve kapasiteler (alan büyüklüğü) göz önünde bulundurulmuştur. Bununla beraber birimlerin toplanma yerlerine uzaklığı ve mesafelere göre hızı, kapasiteleri (kişi sayıları) dikkate alınarak belirlenmiştir. Belirlenen alanlara kişilerin en kısa sürede

ulaşabilmesi ve afet ve acil durumdan etkilenen kişilere hızlı bir şekilde yardım edebilmesi amaçlanmıştır. Belirlenen acil durum toplanma yerlerine yakınlıklarına göre olası bir olumsuzluk durumunda kapasiteye göre ihtiyaç duyulabilecek malzemeler depolanarak, acil durum halinde kullanılacaktır.

Bu tez çalışması için şu adımlar izlenmiştir:

Çalışmanın ikinci bölümünde acil durum toplanma merkezleri ve kullanılan yöntemlerle ilgili literatür araştırması yapılmıştır.

Çalışmanın nc bölümünde; afet, afet kavramları, doğal kaynaklı afetler, insan ve teknoloji kaynaklı afetler, tehlike, kriz ve kriz yönetimi, risk ve risk yönetimi, afet yönetimi ve acil durum toplanma yeri konuları ele alınmıştır.

Çalışmanın dördüncü bölümünde; Gri Sistem Teorisi, Gri İstatistiksel Değerlendirme, Gri Matematik, Gri Diziler, Gri Kümeleme Yöntemi, Gri İnsidans Analizi, Gri İnsidans Kümelemesi, Gri Doğrusal Programlama Modeli ve czm yaklaşımı hakkında ayrıntılı bilgi verilmiştir.

Çalışmanın beşinci bölümünde; meydana gelebilecek herhangi bir afet durumunda Süleyman Demirel niversitesi'nde yer alan personel ve öğrencilerin atamaları gri kümeleme modeli için MATLAB ve gri doğrusal programlama modeli için GAMS yazılımları ile czmlenerek sonuçlar karşılaştırılmış ve detaylıca özetlenmiştir.

Son blmde ise; elde edilen bulgular, önerilen yöntem ve yöntemin sonuçlar üzerindeki etkileri değerlendirelerek, çalışmanın gelecek araştırmasında nc olası durumlar üzerinde çıkarımlar sunulmuştur.

Ekler kısmında ise, tüm modeller ve czmler detaylıca verilmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Acil durum toplanma yerleri ile ilgili yapılan kaynak taraması öncelikle Çizelge 2.1.'de gösterilmiş ve ardından ayrıntılı şekilde anlatılmıştır.

Çizelge 2.1. Kaynak Taraması

Yöntem	Bilimsel Yazın Örneği
Afet Yönetimi	(Balamir, 2007), (Buldurur ve Kurucu, 2015), (Dedeoğlu, 2000), (Ergüder, 2006), (Genç, 2007), (JICA, 2004), (Lixin vd., 2012), (Oktay, 1998), (Özmen, 1997), (Temiz, 1998), (Yılmaz, 2004), (Zhu, vd., 2010);
Ağırlık Merkezi	(Çiçekdağı ve Kırış, 2008), (Kılıcı, 2012), (Nozick ve Turnquist, 2001);
Bulanık Kümeleme	(Ruan vd., 2016), (Yi ve Özdamar, 2004);
Çok Kriterli Karar Verme	(Cheng ve Yang, 2012), (Erden ve Coşkun, 2010), (Givechi vd., 2013), (Jianyu ve Yuopo, 2011); (Jianyu ve Yuopo, 2012), (Selim ve Özkarahan, 2003), (Peker vd., 2016);
Doğrusal Programlama	(Campbell ve Jones, 2011), (Duran vd., 2011), (Görmez vd., 2011), (Han vd., 2011), (Kılıcı vd., 2015), (Liu ve Zhao, 2007), (Sheu ve Pan, 2014), (Yingzhen vd., 2013);
Küme Kapsama	(Ablenedo-Rosas vd., 2009), (Aktaş vd., 2011), (Balcık ve Beamen, 2008), (Dekle vd., 2005), (Günneç, 2007), (Hale ve Moberg, 2005);
Meta-Sezgiseller	(Ai vd., 2015), (Çatay vd., 2008), (Dessouky vd., 2009), (Drezner vd., 2016), (Fontem vd., 2016), (Salman ve Yücel, 2015), (Jia vd., 2007) (Kaili vd., 2012), (Landa-Tores vd., 2013), (Lu ve Yun-Xian, 2009), (Murali vd., 2012)

	(Toro-Diaz vd., 2013), (Yushimito vd., 2012), (Zhao vd., 2015);
P-Medyan Model	(Lu vd., 2011), (Lu, 2013), (Şahin ve Altın, 2016);
Stokastik Model	(Mete ve Zabinsky, 2010), (Rawls ve Turnquist, 2010).

Bilimsel yazın incelendiğinde; genellikle afet olaylarının coğrafi ve gerçekleşme bölgelerine göre değerlendirildiği görülmektedir (Özmen vd., 1997). Afet durumlarında acil yardım planlama ve afet sürecinin bir yönetim süreci olarak ele alınmasının gerektiği vurgulanmaktadır (Oktay, 1998). Bu yönetim sürecinde, afet, afet türleri ve afet durumunda karşılaşılan sosyo psikolojik sorunlar detaylıca ifade edilmiştir (Temiz, 1998). Afet sürecinde gerçekleştirilmesi gereken ülke stratejisi hakkında rapor hazırlanmış (Japon Uluslararası İşbirliği Ajansı, 2004) ve afet anında izlenmesi gereken politikalar üzerinde durulmuştur (Yılmaz, 2004). Afet anında afete tepki faaliyetlerinin yönetimi (Yi ve Özdamar, 2004), afet yönetiminin ilkeleri (Dedeoğlu, 2000), afet riski ve planlama politikaları aşamaları (Balamir, 2007), afet esnasında ve sonrasında yapılması gereken temel ilkelerin ne olması gerektiği konusunda çalışma yapılmıştır (Ergüder, 2006).

Ülkemizde meydana gelebilecek doğal afetlerin risk yönetimi üzerinde durulmuş (Genç, 2007) ayrıca Çin afet yönetim sistemi incelenmiş yaşanacak sıkıntıların giderilmesi ve ortaya çıkabilecek kalitesizliği azaltmak için afet için çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Lixin vd., 2012).

Yerleşim yerlerinin belirlenmesinde çok amaçlı karar vermede ağırlık merkezi yöntemini (Selim ve Özkarahan, 2003) ve meydana gelebilecek herhangi bir afet durumunda güvenli depolama zincirinin etkin ağ kurulumunu, çoklu tedarik zinciri tesislerinde küme kapsama metodunu çalışmışlardır (Hale ve Moberg, 2005). Afet sonucunda tedarik merkezi seçiminin maksimum kapasiteyle gerçekleşmesini (Günneç, 2007) ve afetten etkilenen insanların ihtiyaçlarını maksimum kapsama modeliyle birlikte dağıtım merkezi seçimini gerçekleştirmişlerdir (Balcık ve Beamen, 2008).

Felaket öncesinde ihtiyaç duyulabilecek acil durum malzemelerinin önceden konumlandırılarak miktar ve yerinin belirlenmesini iki aşamalı stokastik (Rawls ve Turnquist, 2010) ve toplam maliyetlerini minimum miktara düşürecek (Zhu vd., 2010) modellerle çalışmışlardır. Acil durum anında ihtiyaçların ve tesis konumlarının belirlenmesi için genetik algoritma, sezgisel algoritma ve Lagrange esnemesi (LR) modelleri uygulanarak sezgisel algoritma (Jia vd., 2007), Gri Doğrusal Programlama (Liu ve Zhao, 2007), küme kapsama modeli (Ablenedo-Rosas vd., 2009), Lagrange esnemesi (Dessouky vd., 2009), analitik hiyerarşi yöntemi ve CBS entegrasyonu (Erden ve Coşkun, 2010), stokastik programlama (Mete ve Zabinsky, 2010) ve risk faktörleri ile birlikte uygulanacak matematiksel modelleme (Campbell ve Jones, 2011) çalışmaları yapılmıştır. Acil yardım istasyonlarının yer planları incelenmesi problemi için karınca kolonisi sezgisel yöntemi (Lu ve Yun-Xian, 2009), en kısa sürede acil yardım bölgelerine nasıl ulaşılacağı (Çatay, vd., 2008), istasyon sayısı ve izlenecek stratejik yaklaşım (Aktaş vd., 2011) uygulanmıştır.

Gerekli olacak afet yönetimi yardım ağlarının sayısının ve konumunun belirlenmesi için yer seçimi problemleri, bilimsel yazında üretim sistemleri kapsamında ele alınan dağıtım merkezi yer seçimi (Nozick ve Turnquist, 2001), doğrusal programlama (Duran vd., 2011), p-medyan (Lu vd., 2011; Lu, 2013), yer seçimi (Dekle vd., 2005), Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri ile Topsis (Jianyu ve Yuopo, 2012), ağırlıklandırılmış varoni diyagramı ve ArcGIS (Kaili vd., 2012), toplanma merkezi ve istasyon yerleştirme (Çiçekdağı ve Kırış, 2012) ve sezgisel algoritma (Yushimito vd., 2012) modelini kullanmışlardır. Ön hazırlık ve müdahale aşamasına gelindiğinde doğrusal programlama (Görmez vd., 2011); felaket sonrasında ise malzeme temini ve rota seçimi için Lagrange esnemesi (Han vd., 2011), Analitik Hiyerarşi Süreci (Jianyu ve Yuopo, 2011; Cheng ve Yang, 2012; Givechi vd., 2013), p-medyan atama modeli (Şahin ve Altın, 2016), ağırlıklı ortalama (Kılıcı, 2012), sezgisel yöntem (Murali vd., 2012) modelleri uygulanmıştır. Burada dağıtım problemleri ve işletme kuruluş yer seçimi problemleri ile benzer nitelik taşımakta ve bu modellerin incelenerek afet yönetiminin kendine özgü kriter ve model yapısına uyarlanmasının problemin çözümünde etkin bir öneme sahip olacağı öngörülmektedir.

Herhangi bir afet durumu karşısında; acil durum kaynaklarının 24 saatlik zaman dilimi içerisinde nereye yerleştirileceğini çok amaçlı sezgisel yaklaşımla (Landa-Tores vd.; 2013), kurulması gereken çadır kent yerleşim modelinin geliştirilerek sürü algoritması modeliyle (Zhao vd., 2015), acil yardım merkezinin belirlenmesini ve yardım noktalarının atanmasını bulanık kümeleme yöntemiyle (Ruan vd., 2016), yerleşim sisteminin konum ve ulaşım sisteminin sezgisel algoritmayla (Ai vd., 2015) ve genetik algoritmayla belirlenmesini (Toro-Diaz vd., 2013), karşılaşılabilecek çeşitli sorunların giderilmesini doğrusal programlama yöntemiyle gerçekleştirmiştir (Yingzhen vd., 2013). Afet sonrasında; yerleşim yerlerinin belirlenerek geçici barınak alanlarının konum seçimini doğrusal programlama yöntemiyle (Kılcı vd., 2015), tesis planını stokastik bir modelle çoklu tesise dönüştürülmesini (Drezner vd., 2016), felaket bölgelerine ulaşımı engelleyen olumsuz altyapı sorununu, arzu edilen talep doğrultusunda belirlenen asimetric modelle alternatif bir yol oluşturulması (Salman ve Yücel, 2015), acil ulaşım yollarının incelenmesi (Buldurur ve Kurucu, 2015), acil durum tedariğinin sağlanmasını çok amaçlı doğrusal programlama yöntemi (Sheu ve Pan, 2014) çalışılmıştır. Gerçekleşen afet sonrasında yardım malzemelerinin dağıtım yerlerine uygun bir şekilde ulaştırılması Analitik Hiyerarşi Süreciyle (Peker vd., 2016) ve kurtarma ekiplerinin ilaç kaynaklarını acil durum bölgelerine sevk etmeleri bilişsel bir yöntemle gerçekleştirilmiştir (Fontem vd., 2016).

Bu tez çalışmasında; Isparta ilinde yer alan Süleyman Demirel Üniversitesi'nde acil durum toplanma yeri ataması kullanılarak farklı senaryolar 23 birim için, %70 ve %100 öğrenci kapasiteleri, akademik ve idari personel sayıları ile 5 farklı toplanma yerine bir kişi ayırmaksızın gereken önlemler alınarak 1 m², 1,5 m², 2 m², $\otimes(1;1,5)m^2$, $\otimes(1,5;2)m^2$ olarak belirlenen atamaları MATLAB ve GAMS yöntemleri ile kodlanarak çözümlenmiştir. Amaç yaşanacak herhangi bir afet ve acil durumda kişilerin en kısa sürede güvenli bölgeye geçişlerini sağlamaktır.

3. AFET YÖNETİMİ

3.1. AFETİN TANIMI VE AFETE İLİŞKİN KAVRAMLARI

Tehlikelerin meydana gelme durumlarına bakarak öncelikle olay ve acil durum tanımları yapılır sonra da afet kavramın tanımlanır (Deniz, 2012);

- *Olay*; yerel ve çok sınırlı bir kesimde etkili olan hadiselerdir. Bu hadiseler yaşanan bölgede, kurum ve kuruluşlarda normal sürdürülen yaşamı kesintiye uğratmaz ve etkilemez. İlk müdahalelerle kolayca kontrol altına alınabilir şeklinde tanımlanır (Şahin, 2017).

- *Acil durum*; canlı ve cansız varlıkları (insan, hayvan, çevre vb.) etkisi altına alabilecek, mevcut imkânlar ile başa çıkılabilecek hadiselerdir (Kadioğlu, 2011).

Afet kelimesi Arapça kökenli bir kelime olmakla beraber “büyük felaket”, “bela”, “yıkım” anlamlarını da taşımaktadır (Kaya, 2013). Başlıca afet tanımları şu şekildedir:

-*Afet*; zarar ve yıkıma neden olan hâl ve ileri seviyede kötü, zararlı ve başarısız bir şey olarak da söylenebilir (Wehmeier, 1994).

-*Afetler*; deprem, kasırga, hortum, çığ, kaya düşmesi, patlamalar (nükleer, gaz, bomba vb.) gibi olaylar sonucunda çok fazla sayıda yaralanma ve ölüm olaylarının sosyal ve fiziksel hasara neden olmasıdır (Levitt, 1997).

-*Afet*; doğal, teknolojik ya da insan kaynaklı meydana gelen olayların, yaşanacak durum esnasında, yaşam alanlarını ve bulundukları yeri etkileyerek zarar görme durumudur (Ergünay, 1998).

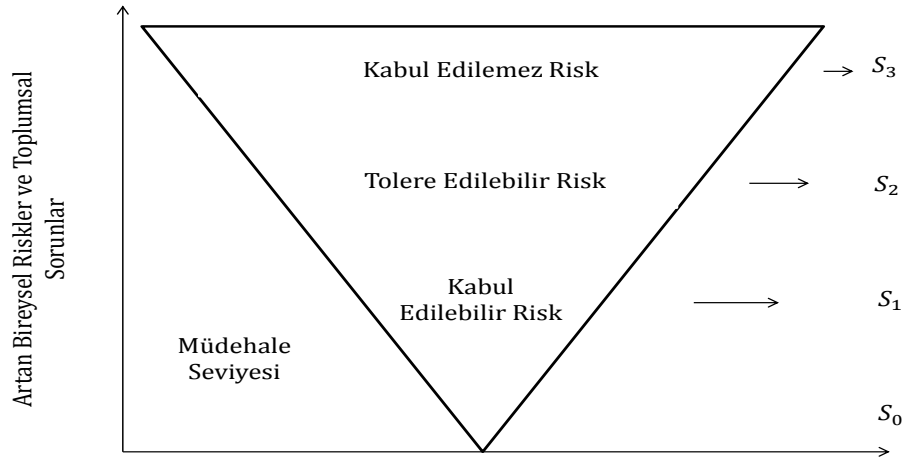
-*Afet*; insanlar için fiziksel, ekonomik, sosyal ve ruhsal kayıplara sebep olan, insani faaliyetleri durdurmak ya da aksamasına neden olarak tüm toplumu etkileyen, toplumun imkân ve kabiliyetleri içerisinde baş edemeyeceği

(üstesinden gelemeyeceği), doğal, teknolojik ya da insan kaynaklı olaylardan oluşur (Özey, 2006).

-*Afet*; ortaya çıkabilecek olumsuz sonuçlar üzerinde fiziksel, sosyal ve ekonomik kayıplar olarak adlandırılmaktadır (Sürmeli, 2011).

-*Afet*; ihtiyaçların kaynaklardan çok daha fazla olması ve yapılması gereken işlemlerin, yapılan işlemlerden daha fazla olacak şekilde açıklanmasıdır (Deniz, 2012).

Olay, acil durum ve afetin gösterimi Şekil 3.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Olay, Acil Durum ve Afetin Gösterimi (Kadıoğlu, 2011)

Şekil 3.1.'de S₁'de müdahale seviyesi daha rahat ve kabul edilebilir bir risk söz konusudur. S₂'de müdahale riski biraz daha azalırken tolere edilebilir risk ortamı acil durum oluşur. S₃'te ise müdahale seviyesi çok zor olarak kabul edilemez bir risk düzeyi afeti meydana getirir.

Afetler doğal kaynaklı afetler ve insan ve teknoloji kaynaklı afetler olarak ikiye ayrılmaktadır (Deniz, 2012).

3.1.1. Doğal Kaynaklı Afetler

Doğal kaynaklı afetler; can, mal, mülk yanında diğer sosyal değerleri de tehdit eden sorunlar olarak görülmektedir (Durmuş, 1995).

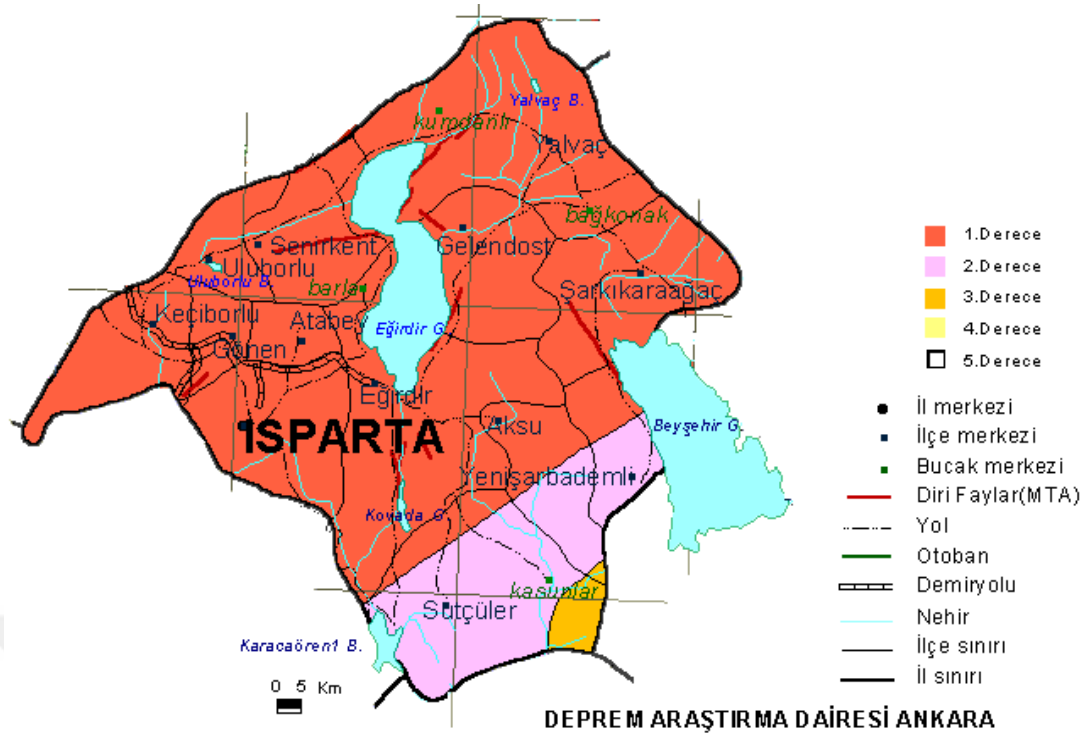
Doğal tehlikeler (tehditler) aynı bölgede tekrar ve tekrar oluşma eğilimindedirler. Tehlikenin boyutu, bölgenin hava şartlarına veya söz konusu alanın özelliklerine bağlı olarak değişir (Deniz, 2012). Bu kapsamda yaygın olarak görülen doğal kaynaklı afetler şunlardır; Deprem, yer kayması (heyelan), su baskını/sel, kaya düşmesi, yangın, çığ, buzlanma, aşırı yağışlar, kuraklık, orman yangınları, dolu, çölleşme, hortum, fırtınalar, toprak kayması, tsunami (depreşim dalgası), şiddetli rüzgârlar, zemin çökmeleridir (Ural, 1996). Belirtilen bu doğal afetlerin bir kısmı ayrıntılı şekilde aşağıda incelenmektedir.

3.1.1.1. Deprem

Deprem; yer kabuğunun içinde meydana gelen kırılmalar sonucunda ani olarak ortaya çıkan titreşimlerin dalgalar halinde yayılması ve geçtikleri ortamlar üzerinde yüzeylerde sarsılma yaşanmasına sebep olma durumudur (Yahşi, 2007). Ayrıca depremler; aniden, kısa zaman aralıklarıyla gerçekleşebileceği gibi ne zaman ortaya çıkacakları da bilinmemektedir. (İlik vd., 2011). Depremler kökenlerine, büyüklüklerine, derinliklerine ve uzaklıklarına göre sınıflandırılabilir (Deniz, 2012).

Isparta İli; Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Daire Başkanlığı'nın yayınladığı "Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası"na göre 1. derece deprem bölgesinde yer almaktadır. (<http://www.deprem.gov.tr/tr/kategori/deprem-bolgeleri-haritasi-28841>, 2016).

Isparta İli deprem haritası Şekil 3.2.'de gösterilmektedir.



Şekil 3.2. Isparta İli Deprem Haritası

<http://www.deprem.gov.tr/tr/kategori/deprem-bolgeleri-haritasi> 28841,
26.10.2017

3.1.1.2. Yer Kayması (Heyelan)

Heyelan; kuvvetli eğim, kaya yapısı, tektonik yorgunluk, suya doyum gibi nedenlerden ötürü kayalardan, döküntü örtüsü veya topraktan meydana gelen tabakaların yerlerinden kopup, yer değiştirmesi olarak tanımlanır (Alağaçalı, 2006).

3.1.1.3. Sel/Su Baskını

Sel/Su baskını; suyun bulunduğu yerden aniden yükselerek ya da farklı bir yerden akıntıyla gelerek genellikle kuru olan bölgelerdeki yüzeylerin kaplanmasına denilmektedir. Yaşanılan sel olayları fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplara neden olarak; normal yaşama engel olduğundan (hayatı durdurmak ya da kesintiye uğratmak) ve yerel imkânlarla baş edilemediğinden afet durumunu oluşturur (Yahşi, 2007).

Sel olayları oluşum sürelerine ve oluşum yerlerine göre ikiye ayrılmaktadır (Deniz,2012):

Oluşum sürelerine göre su baskınları/seller:

- Yavaş gelişen seller
- Hızlı gelişen seller
- Ani gelişen seller

Oluşum yerlerine göre su baskınları/seller:

- Dere ve nehir selleri
- Dağlık alan selleri
- Şehir selleri
- Kıyı selleri
- Baraj selleri

3.1.1.4. Kaya Düşmesi

Kaya düşmesi; eğimli yamaçlarda yer alan kayaların, dış olaylar etkisiyle yer değiştirmesi olarak tanımlanır (Alağaçlı, 2006).

3.1.1.5. Yangın

Yangınlar meydana gelme şekli olarak insan kaynaklı yangınlar ve doğal yangınlar olarak ikiye ayrılmaktadır. Orman yangınları rüzgâr durumunda çok daha fazla alana yayılabilir. Kentlerde ve yüksek nüfus yoğunluğu olan bölgelerde ise yıldırım düşmesi, volkanik patlamalar da yangına sebep olmaktadır. Yangının yayılma hızını etkileyen temel faktörler arasında; kuraklık, rüzgârın şiddeti, yüzey şekli ve hava koşulları temel faktör olarak değerlendirilir (Akyel, 2007).

3.1.1.6. Çığ

Çığ; diğ yamaçlarda oluşarak, sıkışan kar örtüsünün üzerine, taze kar örtüsünün gelmesiyle oluşan yeni tabakanın sıcak hava akımıyla teması halinde oluşan kaygan yüzey olarak tanımlanmaktadır (Ayçiçek, 2002:25).

Çığ olaylarının gerçekleştiği yerlerde fazla kar birikmesi ile birlikte deprem ve titreşim olaylarının, kuvvetlerdeki dengesiz birikimin oluşması ön koşul olarak belirtilir (Gürer ve Yavaş, 1994).

3.1.1.7. Tsunami (Depreşim Dalgası)

Tsunami (Depreşim Dalgası); su kitlesi içerisinde yer alan suyun itici kuvvetle yer değiştirmesine sebep olan uzun dönemli ve uzun dalga uzunluğuna sahip olan okyanus dalgası olarak tanımlanır. Tsunamilerin meydana gelmesine sebep olarak; deniz altında oluşan heyelanlar, volkanik patlamalar, uzayda yer alan objelerin meteorit, astroit, kuyruklu yıldız çarpması ve su altı depremleri sonucu ortaya çıkan dalgalar (Yahşi, 2007).

3.1.2. İnsan ve Teknoloji Kaynaklı Afetler

Teknoloji ve insan kaynaklı afetler; insanların doğaya olan etkilerinin artması sonucu ekonomik olarak çok daha yıpratıcı sonuçlar doğurması olarak tanımlanmaktadır (Törenci, 2015).

Teknoloji ve insan kaynaklı afetlere; sanayi kazaları (patlamalar), baraj patlamaları, nükleer ve kimyasal patlamalar, madem kazaları, trafik kazaları, salgın hastalıklar, savaşlar, terör olayları örnek olarak gösterilmektedir.

3.2. AFET YÖNETİMİ

Afet yönetimi; müdahale aşaması, iyileştirme aşaması, zararın azaltılması aşaması ve hazırlık aşaması olarak dört bölüme ayrılmaktadır (Şahin, 2017).

3.2.1. Hazırlık Aşaması

Hazırlık aşaması; olası beklenen bir afet öncesinde ve acil durum esnasında gerekli olan önlemleri geliştirmeyi amaçlamaktadır. Müdahalede bulunabilmek için gerekli hazırlıkların planlanması, malzemelerin bulunması ve gerekli

mekanizmaların kurulma aşamasının sağladığı bu süreçte erken uyarı ve ikâz sisteminin kurulması, tahliye, acil operasyon önceliği, afet planı bu evre içerisinde yer almaktadır (Fişek ve Kabasakal, 2008).

Hazırlık aşamasında, sürecin planlanması ve hayata geçirilmesi olası tehdit ve olumsuz gelişmelere karşı faaliyetlerin sürekli kendini yenilemesine sebep olmaktadır (Kaya, 2013).

Afet yönetim sisteminde yer alan müdahale aşaması, iyileştirme aşaması, zararların azaltılması aşaması ve hazırlık aşaması Şekil 3.3.'te afet yönetim sistemiyle gösterilmektedir.





Şekil 3.3. Afet Yönetim Sistemi (İsmep; 2014)

Şekil 3.3.'te afet yönetim sistemi, risk ve kriz yönetimini dört bölüme ayrılmaktadır. Burada; risk ve zarar azaltma, hazırlık, afet anı yaşandıktan sonra da müdahale ve iyileştirme aşamaları yer almaktadır.

3.2.2. Zararların Azaltılması Aşaması

Zararların azaltılması aşamasında; afet öncesi, esnası ve sonrasında meydana gelebilecek afet etkilerini azaltmaya yönelik ortaya çıkan tüm çabaları içermektedir. Afetlerin yıkıcı sonuçlarından tamamen kaçınılmayacağından, en az zararla geçirilebilmesi için toplumun üzerine düşen bilinci (hassasiyeti) yerine getirmesi gerekmektedir. Afet öncesinde riskli ortamların belirlenerek, afet anında meydana gelebilecek herhangi bir yıkım karşısında gerekli önlemlerin alınarak etkilerin en aza indirilmesi üzerinde önem arz etmektedir (Kaya, 2013).

3.2.3. Müdahale Aşaması

Müdahale aşamasında; mevcut durumun çok daha kötüye gitmesinin önüne geçilmesi ve arama-kurtarma faaliyetlerinin gerçekleştirilmesinde gerekli olan tüm eylemleri (hayat kurtarmak, halkın acısını azaltmak-dindirmek, ilk yardım faaliyetleri, giyecek yardımı yiyecek yardımı, haberleşme vb. yardımları) içermektedir (Fişek ve Kabasakal, 2008).

Müdahale aşaması; afetin meydana gelmesini takip eden süreçte oluşumundan itibaren hemen başlayarak, afet büyüklüğüne bağlı olarak değişen süre içerisinde uygulanan faaliyetlerdir. Bu faaliyetler içerisinde en kısa zaman zarfında insan hayatını kurtarmak, tedavi etmek (ilk yardım, tahliye), içecek, yiyecek, giyecek, barınak (geçici iskân), güvenlik ve hasar tespiti gibi hayati öneme sahip ihtiyaçların temini edilmesi yer almaktadır (Ergünay, 2002).

3.2.4. İyileştirme Aşaması

İyileştirme aşaması; afet sonrasında afetzedelerin iletişim, ulaşım, su, elektrik, kanalizasyon, eğitim, barınma vb. ihtiyaçların en uygun olacak şekilde gayretlerin maksimum şekilde gösterilmesidir (Güler, 2012).

İyileştirme aşamasında afetzedelerin ihtiyaçlarını, afeti yaşamadan önceki dönemlerindeki seviyeye getirmeleri gerekmektedir (Şengün, 2007). Bu aşamada yaşam standartlarının afet öncesi dönemden çok daha iyi olması planlanmaktadır (Özdemir ve İlki, 2004).

3.3. TEHLİKE

Tehlike bir tehdittir ve ilerleyen zamanlarda can ve mal kayıplarına neden olabileceği gibi toplumun sosyo-ekonomisine, doğal çevreye, kültürel ve tarihi düzene zarar verebilecek ve gelecekte meydana gelebilecek doğa, teknoloji ve insan kaynaklı afetleri oluşturur. Tehlike her daim bir tehdit oluşturmaktadır (Şahin, 2017).

3.4. KRİZ VE KRİZ YÖNETİMİ

3.4.1. Kriz Tanımı

Kriz (bunalım, buhran) bir organda birden bire ortaya çıkan fizyolojik ve sosyolojik bozukluğu göstermektedir (Öner, 2010).

Birey açısından kriz; bir kimsenin hayatında görülen ruhsal ve bedensel bunalımdır (TDK, 2005).

Örgüt açısından kriz; örgütün hedeflerini, işyeliş biçimini, hayatını tehlikeye sokan, ivediyetle sonuca ulaşmasını sağlayan, uyumluluk ve önlem durumlarını etkisiz ve yetersiz hale getiren olumsuz durumlardır (Öner, 2010).

Toplum açısından kriz; toplum ve çevre-çevre koşulları için olumsuzluk yani tehlike arz eden, tehdit oluşmasını sağlayan durumdur (Öner, 2010).

3.4.2. Kriz Yönetimi

Kriz yönetimi, afet yönetiminide ele alan geniş kapsamlı bir yönetim şeklini içermektedir. Afet yönetimi anında ihtiyaç duyulması esnasında kriz

yönetiminine de geçilmektedir. Afetin etkisi, büyüklüğü ve kapsama alanına göre kriz yönetimi kararına geçirmekte ya da geçilmemektedir. Kriz yönetimi kararına geçilebilmesi için belirli koşulların sağlanmasında gerekmektedir. Örnek olarak; 1999 Marmara depreminde afet yönetimi yetersiz kaldığından dolayı kriz yönetimine geçiş yapılmıştır (Törenci, 2015).

3.5. RİSK VE RİSK YÖNETİMİ

3.5.1. Risk Tanımı

Risk, tehlikenin belirli bir zamanda ve mekanda oluşması halinde tehdit altında meydana gelebilecek hasarın ve potansiyel kayıpların tehlikeye bağlı olarak ortaya çıkmaktas  olarak tanımlanmaktadır (Kadioğlu, 2011).

3.5.2. Risk Yönetimi

Risk yönetimi; afet yönetiminin en önemli basamağını oluşturmaktadır. Afet oluşmadan önce önleyici her türlü çaba ve çalışma bu grup içerisinde yer almaktadır. Risk yönetimi olmadan afet planı gerçekleşmemektedir (Deniz, 2012).

3.6. ACİL DURUM TOPLANMA YERİ

Türkiye Afet Mevzuatı'nda geçici veya kalıcı barınma sorunun çözümü, 180 sayılı KHK'le Bayındırlık ve İskân Bakanlığı'nın görevleri arasında düzenlenmektedir (AFAD, 2013). Geçici iskân; deprem sonrası genellikle çadırlarla ya da konteynır kentlerden oluşmaktadır. Konteynırlar içerisinde olası bir afet durumunda insanların ihtiyaçlarını karşılamaya karşılık her türlü yardım, kurtarma, besin malzemesi bulunmaktadır. Bunlar arasında;

- ilk yardım çantası,
- el feneri,
- kazma,
- su bidonu,
- çadır,

- jeneratör,
- içme suyu,
- uzun süre dayanıklı durabilecek yiyecekler

gibi malzemeler bulunabilir (Çiçekdağı ve Kırış, 2012).



4. GRİ KÜMELEME VE GRİ DOĞRUSAL PROGRAMLAMA YÖNTEMLERİ

4.1. GRİ SİSTEM TEORİSİ

Modern bilim ve teknolojinin hızla gelişmesiyle yeni teoriler ortaya çıkmaktadır. Ortaya çıkan bu teoriler arasında 20. yüzyıldan itibaren günümüze gelen; sistem teorisi, bilgi teorisi, bulanık matematik, sibernetikler, dağıtık yapılar, katastrof teorisi, kaos teorisi, ayrılma teorisi (bifurcation), dinamik sistemler vb. birçok sistem teorileri yer alır (Liu ve Lin, 2010). Sistem bilimi pek çok farklı model ve teknolojiden faydalanarak; endüstri ve sistem mühendisliği, yönetim bilimi, karar bilimi, matematik, vb. farklı birçok bilim dalı ve teorileri geliştirmektedir (Aydemir, 2013).

Gri Sistem Teorisi (GST), yeni bir sistem teorisi olarak 1982 yılında Deng Ju-Long tarafından geliştirilmiş ve belirsizlik üzerine kurulmuş iki veya daha fazla bileşenin ilişkisinin yönüne odaklanmıştır (Feng-Wang, 2000). Yöntemde adı geçen “gri” kavramı bir sistemdeki bilginin tam olarak bilinmediğini ifade ederken, “beyaz” renk bilgiye tam olarak sahip olunduğunu “siyah” renk ise bilginin kesinlikle bilinmediğini ifade eder. Gri teorideki amaç sistemde yer alan “siyah” durumda olan bilgiyi “gri” duruma getirmek ve beyaz tam bilinen bilgiyle çalışmaktır (Liu ve Lin, 2006).

- SİYAH → bilinmeyen bilgi,
- GRİ → kısmi bilinen-kısmi bilinmeyen bilgi,
- BEYAZ → tam bilinen bilgi.

GST; sosyal, ekonomik, endüstriyel birçok sistem araştırılmakta ve özelliklerine bakıldığında kısmi bilinen-kısmi bilinmeyen ya da tamamlanmamış bilgi adı verilirken karmaşık durumlar için belirli toleranslara sahip birden fazla çözüm önerimi yapılmaktadır. Bu öneri Çizelge 4.1.’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.1. Siyah-Gri-Beyaz Sistemlerin Karşılaştırılması (Liu ve Lin, 2006)

	SİYAH	GİRİ	BEYAZ
Bilgi Türü	Bilinmiyor	Tamamlanmamış	Biliniyor
Görünüş	Koyu	Gri	Parlak
Süreç	Yeni	Eski Yerine Yeni	Eski
Özellik	Kaos	Karmaşıklık	Düzen
Yöntem	Olumsuz	Geçiş	Olumlu
Tutum	Müşamaha	Tolerans	Netlik
Çıkarım	Sonuç Yok	Çoklu Çözüm	Tek Çözüm

Herhangi bir durum hakkında tanımlanan gri bilgi, yani kısmi bilinen-kısmi bilinmeyen ya da tamamlanmamış bilgi anlamında kullanılmaktadır. Burada incelenen bir sistem için dört farklı durum şu şekildedir (Liu ve Lin, 2010):

- Elemanlar (Parametreler),
- Yapı,
- Sınırlar,
- Davranışlar

GST; teorik yaklaşım açısından bazı aksiyomlar temeline dayanmaktadır. Bu aksiyomlar bilimsel yazın ile birlikte incelendiğinde şu şekildedir (Liu ve Lin, 2006):

-Aksiyom 1. Bilgisel Farklılık Prensibi: İki durum ya da olay arasında herhangi bir “FARK” olduğu söyleniyorsa, kesinlikle bu iki durum ya da olay arasındaki bilgiler de fark içerir. Örneğin; A ve B durum ya da olayları birbirinden farklı ise; A hakkındaki özel bir bilgi, B için doğru değildir. A ve B arasında farklılık vardır.

- Aksiyom 2. Tek Çözüm Olmama Prensibi: Tamamlanmamış veya belirli olmayan (non-deterministic) bilgiyi içeren bir problemin yalnızca tek bir çözümü yoktur. Tek çözüm olmamasının aksiyomu GST için temel bir kanun niteliği taşımaktadır. Bu durum; teoriye bir esneklik sağlamak ve gri hedefler

ortaya çıkarmaktadır. Burada tek bir hedef yerine sınırlandırılmayan birçok hedef tanımlanabilir ve yer alabilir.

- *Aksiyom 3. En Az Bilgi Prensibi:* Belirli bir karakteristik hakkında GST’nde, en az ve en çok değerleri içeren “en az miktarda yer alan bilgi” kullanılır. Genel olarak bu durum, belirsiz problemler için “küçük örnekler”, “zayıf/eksik bilgi” kullanılarak çözüm arar. Bu özellik GST için önemli bir avantaj olarak yer alır.

- *Aksiyom 4. Tanım Tabanı Prensibi:* Bilgi, tanımlanabilen ve anlaşılan, doğal yolla elde edilmiş bilgi olmalıdır. Bu prensibe göre; tüm tanımlamalar bilgi tabanlı yer almalıdır. Tamamlanmamış ya da belirli olmayan bilgi tabanında, bilinen bilgi için tamamlanmamış ya da belirli olmayan gri tanım tabanından bahsedilmelidir.

-*Aksiyom 5. Yeni Bilgi Önceliği Prensibi:* Sistemde yeni bileşen veya elemanlar hakkında bir bilgi varsa onun fonksiyonel değeri eski bileşen veya elemanlara ait bilgiden daha büyük olarak yer alır. GST açısından yeni bilginin sisteme dâhil edilmesi oldukça önemlidir. Yeni bilginin dâhil edilmesi sınırların belirlenmesi ve ağırlıklandırılması işlemlerini değiştirecektir.

- *Aksiyom 6. Grilik Kesinliği Prensibi:* Tamamlanmamış, eksik ya da kısmi bilinen-kısmi bilinmeyen bilgi, kesinlikle gri bilgi olarak tanımlanmaktadır. Bilginin tamamlanmamış ya da belirsizlik durumu içermesi genellenebilen bir durumdur.

Problem türlerinin sınıflandırılması; basit, karmaşık, belirli ve belirsiz olmak üzere gruplandırıldığında GST Belirsiz yarı-karmaşık problemler sınıfa dâhil edilmektedir (Aydemir, 2013). Gri sistem teorisinin olasılık teorisi ve istatistik ile bulanık matematik açısından karşılaştırılması Çizelge 4.2.’de gösterilmektedir (Liu ve Lin, 2006):

Çizelge 4.2. Gri Sistem Teorisinin Karşılaştırılması (Liu and Lin, 2006)

Kategori	Gri Sistem Teorisi	Olasılık ve İstatistik	Bulanık Matematik
Çalışma Alanı	Yetersiz Bilgi	İstatistiksel Belirsizlik	Dilsel Belirsizlik
Temel Küme	Gri Belirsiz Kümeler	Kantor Kümeler	Bulanık Kümeler
Yöntem	Bilgi Kapsamı	Olasılık Dağılımları	Üyelik Fonksiyonları
Prosedür	Gri Seriler	Frekans Dağılımları	Marjinal Örneklem
Gereksinim	Herhangi Bir Dağılım	Belirli Bir Dağılım	Tecrübe
Önem	Kapsam	Kapsam	Uzantı
Amaç	Gerçekçi Kurallar	İstatistiksel Kaideler	Dilsel İfadeler
Karakteristik	Küçük Örneklem	Büyük Örneklem	Tecrübe

Yukarıda yer alan Çizelge 4.2.'de, GST'nin küçük örnekleme sahip yetersiz ya da eksik bilgiye sahip olması, herhangi bir dağılım ya da dağılım ile ifade edilmeksizin çalışabilmesi endüstriyel araştırmalarda kullanımı açısından kolaylık sağlaması ve daha elverişli olması nedeniyle tercih edilmesini gerekli kılmaktadır (Liu ve Lin, 2006).

4.2. GRİ İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME

Gri istatistiksel değerlendirme; bir araştırmacı için aynı sınıfta yer alan gözlem değerleri, nesneler kümesinde önceden tanımlanmış olan sınıfların hangisine dâhil olacağına kontrollü bir şekilde karar verme durumudur. Örneğin üretim yatırımlarının planları, tarımsal veya ekonomik bölümlerin bölümlenmesi çizelgeleme vb. yapay değerlendirmeler ya da optimalliğe karar vermede istatistiksel metotlardan sonra memnuniyet düzeyiyle ilgilidir (Liu ve Lin, 2006).

4.3. GRİ MATEMATİK

4.3.1. Aralık Gri Sayılar ve İşlemleri

Bilimsel yazın taraması yapıldığında yapılan çalışmalar; endüstriyel uygulamaların çoğunda aralık (interval) gri sayıların kullanıldığı görülmektedir. Bu durum dikkate alınarak aşağıda yer alan aralık gri sayılar ve işlemleri detaylı bir şekilde açıklanmıştır (Liu ve Lin, 2010):

$\otimes_1$ ve $\otimes_2$ gri sayılar olmak üzere:

$\otimes_1 \in [a,b]$, $a < b$ ve $\otimes_2 \in [c,d]$, $c < d$ olarak, $\otimes_1$ ve $\otimes_2$ gri sayılar için $*$ işlem sembolü kullanılarak yapılan işlemlerle elde edilen $\otimes_3$ aralıklı bir gri sayıdır. $\otimes_3 = \otimes_1 * \otimes_2$ ve $\otimes_3 \in [e,f]$, $e < f$ olur.

Tanım 1: Toplama İşlemi

$\otimes_1 \in [a,b]$, $a < b$ ve $\otimes_2 \in [c,d]$, $c < d$ olmak üzere, $\otimes_1$ ve $\otimes_2$ gri sayıların toplamı $\otimes_1 + \otimes_2 = [a+c, b+d]$ olarak hesaplanır.

Tanım 2: Negatif Ters İşlemi

$\otimes_1 \in [a,b]$, $a < b$ olmak üzere $\otimes$ sayısının negatif tersi $-\otimes$ şeklinde tanımlanır ve $-\otimes = [-b, -a]$ şeklinde elde edilir.

Tanım 3: Çıkarma İşlemi

$\otimes_1 \in [a,b]$, $a < b$ ve $\otimes_2 \in [c,d]$, $c < d$ olmak üzere, $\otimes_1$ ve $\otimes_2$ gri sayıların farkı $\otimes_1 - \otimes_2 = \otimes_1 + (-\otimes_2) = [a-d, b-c]$ olarak hesaplanır.

Tanım 4: Gri Sayının Ters İşlemi

$\otimes_1 \in [a,b]$, $a < b$ ve $ab > 0$ olmak üzere $\otimes$ sayısının tersi $\otimes^{-1}$ şeklinde tanımlanır. $\otimes^{-1} = \in [\frac{1}{b}, \frac{1}{a}]$ olarak elde edilir.

Tanım 5: Çarpım İşlemi

$\otimes_1 \in [a,b]$, $a < b$ ve $\otimes_2 \in [c,d]$, $c < d$ olmak üzere, $\otimes_1$ ve $\otimes_2$ gri sayıların çarpımı:

$\otimes_1 \cdot \otimes_2 \in [\min\{ac, ad, bc, bd\}, \max\{ac, ad, bc, bd\}]$ şeklinde hesaplanmaktadır.

Tanım 6: Bölme İşlemi

$\otimes_1 \in [a,b]$, $a < b$ ve $\otimes_2 \in [c,d]$, $c < d$ ve $cd > 0$ olmak üzere $\otimes_1$ ve $\otimes_2$ gri sayıların bölümü $\otimes_1 / \otimes_2 = \otimes_1 \cdot \otimes_2^{-1}$ şeklinde hesaplanmaktadır.

$$\frac{\otimes_1}{\otimes_2} = \left[\min \left\{ \frac{a}{c}, \frac{a}{d}, \frac{b}{c}, \frac{b}{d} \right\}, \max \left\{ \frac{a}{c}, \frac{a}{d}, \frac{b}{c}, \frac{b}{d} \right\} \right] \quad (4.1)$$

Tanım 7: Skaler Çarpım İşlemi

$\otimes_1 \in [a,b]$, $a < b$ ve k sabir bir pozitif reel sayı olmak üzere $\otimes$ sayısının k sabiti ile skaler çarpımı $k.\otimes \in [ka,kb]$ olarak elde edilir.

Bütün aralık gri sayıların toplamı bir alan oluşturmaktadır. O şekilde, $R(\otimes)$ bir gri sayılar kümesi olacak şekilde; aşağıda yer alan $\otimes_i$ ve $\otimes_j$ ve $\otimes_k \in E(\otimes)$ için şu işlemler uygulanır (Aydemir, 2013):

$$\otimes_i + \otimes_j = \otimes_j + \otimes_i \quad (4.2)$$

$$(\otimes_i + \otimes_j) + \otimes_k = \otimes_j + (\otimes_i + \otimes_k) \quad (4.3)$$

$$0 \in E(\otimes) \text{ var ise } \otimes_i + 0 = \otimes_i \quad (4.4)$$

$$\text{Herhangi bir } \otimes \in E(\otimes) \text{ için } \otimes \in E(\otimes) \text{ ise } \otimes + (-\otimes) = 0 \quad (4.5)$$

$$\otimes_i.(\otimes_j.\otimes_k) = (\otimes_i.\otimes_j).\otimes_k = \otimes \quad (4.6)$$

$$1 \in E(\otimes) \text{ var ise } 1.\otimes_i = \otimes_i.1 = \otimes_i \quad (4.7)$$

$$(\otimes_i + \otimes_j).\otimes_k = \otimes_i.\otimes_k + \otimes_j.\otimes_k \quad (4.8)$$

$$\otimes_i.(\otimes_j + \otimes_k) = \otimes_i.\otimes_j + \otimes_i.\otimes_k \quad (4.9)$$

$E(\otimes)$ gri doğrusal uzayını oluşturur.

4.3.2. Gri Sayıların Beyazlaştırılması

$$\dots\dots\dots a \dots\dots\dots \bar{a} \dots\dots\dots \otimes \in [a, \bar{a}] \quad (4.10)$$

Bir aralık gri sayısı içinde küçük değişimler yer alır.

Beyazlaştırma değeri;

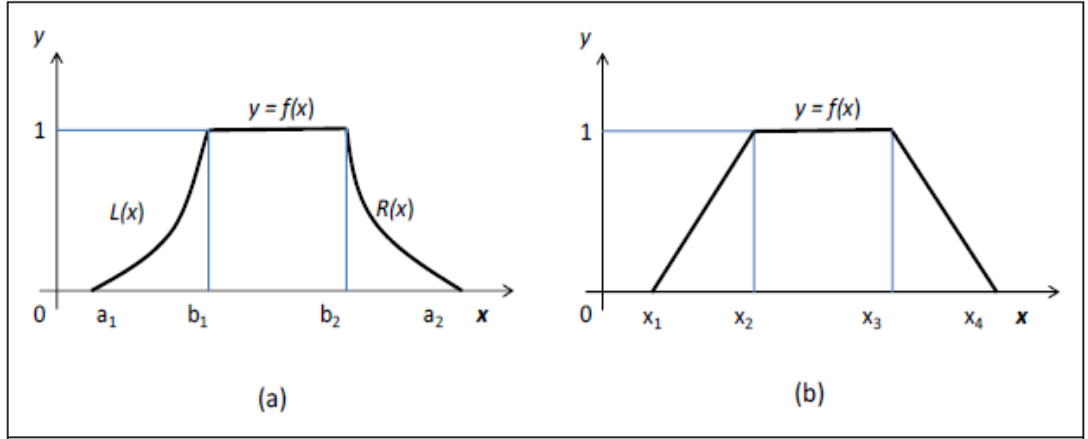
$$\otimes = \beta.a + (1 + a).\bar{a}; a \in [0,1] \quad (4.11)$$

$$\otimes \in [a, b] \quad (4.12)$$

$$\otimes = \beta.a + (1 - a)b \quad (4.13)$$

Şayet $\alpha=0.05$ olduğu durumda ise eşit ağırlık beyazlaştırma katsayısı denir.

Tipik bir beyazlaştırma fonksiyonu yapısı Şekil 4.1.'de gösterilmektedir;



Şekil 4.1. Problem Türlerinin Sınıflandırılması (Liu ve Lin, 2006)

$L(x)$: Artan Fonksiyon (Sol Taraf)

$R(x)$: Azalan Fonksiyon (Sağ Taraf)

$[b_1, b_2]$: Pik Alanı (Maksimum)

a_1 : Başlama Noktası

a_2 : Bitiş Noktası

b_1, b_2 : Dönüş Noktaları

$f(x)$: Tipik Beyazlaştırma Ağırlık Fonksiyonu

Tipik beyazlaştırma ağırlık fonksiyonu formülizasyonu:

$$f(x) = \begin{cases} L(x) = \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} & , x \in [x_1, x_2) \\ 1 & , x \in [x_2, x_3] \\ L(x) = \frac{x_4 - 1}{x_4 - x_3} & , x \in (x_3, x_4] \end{cases} \quad (4.14)$$

4.3.3. Grilik Derecesi

Liu ve Lin (2006) tarafından gri sayının grilik derecesi g^0 , f tipik beyazlaştırma ağırlık fonksiyonu dikkate alındığında;

$$g^0 = \frac{2|b_1 - b_2|}{b_1 + b_2} + \max \left\{ \frac{|a_1 - b_1|}{b_1}, \frac{|a_2 - b_2|}{b_2} \right\} \quad (4.15)$$

g^0 burada iki parçanın toplamını ifade edilmektedir. Birincisi maksimum alanı boyunca grilik derecesi ve ikincisi ve fonksiyonları altında kalan alan için grilik derecesidir. O halde maksimum değerler için:

$$g^0 = \frac{2|b_1 - b_2|}{b_1 + b_2} * g^0 = 0; \text{BeyazSayı} \quad (4.16)$$

İse bu sefer gri sayı $\otimes = b = b_1 = b_2$ gibi temel bir değeri içerir ve $g^0 = 0$ olursa, $\otimes$ bir beyaz sayıdır.

Tanım 1: $\otimes$ bir gri sayı olmak üzere ve $[a, b]$ bilgi alanında tanımlanmış olsun. O halde $\otimes \in [a, b], a < b$ şeklinde ifade edilir. Bu bilgi alanın uzunluğu ise $l(\otimes) = |b - a|$ şeklinde tanımlanır.

Basit değerleri olan iki gri sayıdan, çok basit bir şekilde daha uzun bilgi alanına sahip olan sayının daha küçük bilgi alanı olan gri sayıya göre daha büyük griliği vardır denilmektedir.

Tanım 2: $\otimes$ bir gri sayı olmak üzere ve $[a, b]$ bilgi alanında $\otimes \in [a, b], a < b$ şeklinde tanımlanmış olsun:

1. $\otimes$ sayısının beyazlaştırma ağırlık fonksiyonu biliniyorsa, $\otimes$ gri sayısının beklenen değeri $\hat{\otimes} = E(\otimes)$ için ortalama beyazlaştırma değeri denir. Burada gri sayı bir rassal değişken ise $E(\otimes)$ gri sayının beklenen değerini ifade etmektedir.

2. $\otimes$ gri sayının beyazlaştırma ağırlık fonksiyonu biliniyorsa,

(i) $\otimes$ sürekli gri sayı ise $\hat{\otimes} = \frac{1}{2}(a + b)$ elde edilir.

(ii) $\otimes$ kesikli gri sayı ise $(a_i \in [a, b], i = 1, 2, \dots, \otimes)$ sayının mümkün değerleri için:

$$\begin{aligned} \otimes \text{sonlu sayıda mümkün değerler} \quad \hat{\otimes} &= \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n a_i \\ \lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i \end{array} \right. \\ \otimes \text{sayılabilir sayıda mümkün değerler} \end{aligned}$$

Şeklinde ortalama beyazlaştırma değerleri elde edilir.

Burada $a_i(\otimes) \in [a_i, b_i], a_i < b_i$ olmak üzere bir gri sayı ise; $\hat{a}_i(\otimes)$ olan bir değer vardır.

Bir gri sayının $(\otimes)$ grilik derecesini $g^0(\otimes)$ ile gösterilmektedir. Gri sayılarının grilik dereceleri ile ilgili aksiyomlar aşağıdaki şekilde gösterilmektedir (Aydemir, 2013):

- Aksiyom 1: Herhangi bir $\otimes \in [a, b], a < b$ ise, $g^0(\otimes) \geq 0$
- Aksiyom 2: $\otimes \in [a, b], a = b$ ve $l(\otimes) = 0$ ise, $g^0(\otimes) = 0$
- Aksiyom 3: $a \rightarrow -\infty$ ve $b \rightarrow +\infty$ gidiyorsa, grilik yaklaşımı sonsuz olur (∞)
- Aksiyom 4: Bir gri sayının reel sayı ile çarpılması sonucu grilik derecesi değişmez. k reel sayı olmak üzere, $g^0(k\otimes) = g^0(\otimes)$ 'dır.
- Aksiyom 5: Grilik derecesi $g^0(\otimes)$, bilgi alanı uzunluğu $l(\otimes)$ ile doğru, ortalama beyazlaştırma değeri $\hat{\otimes}$ ile ters orantılı olmaktadır.

Tanım 3: Herhangi bir $\otimes \in [a, b], a < b$ verildiğinde $g^0(\otimes) = \frac{l(\otimes)}{|\otimes|}$ gri sayısının grilik derecesi denmektedir.

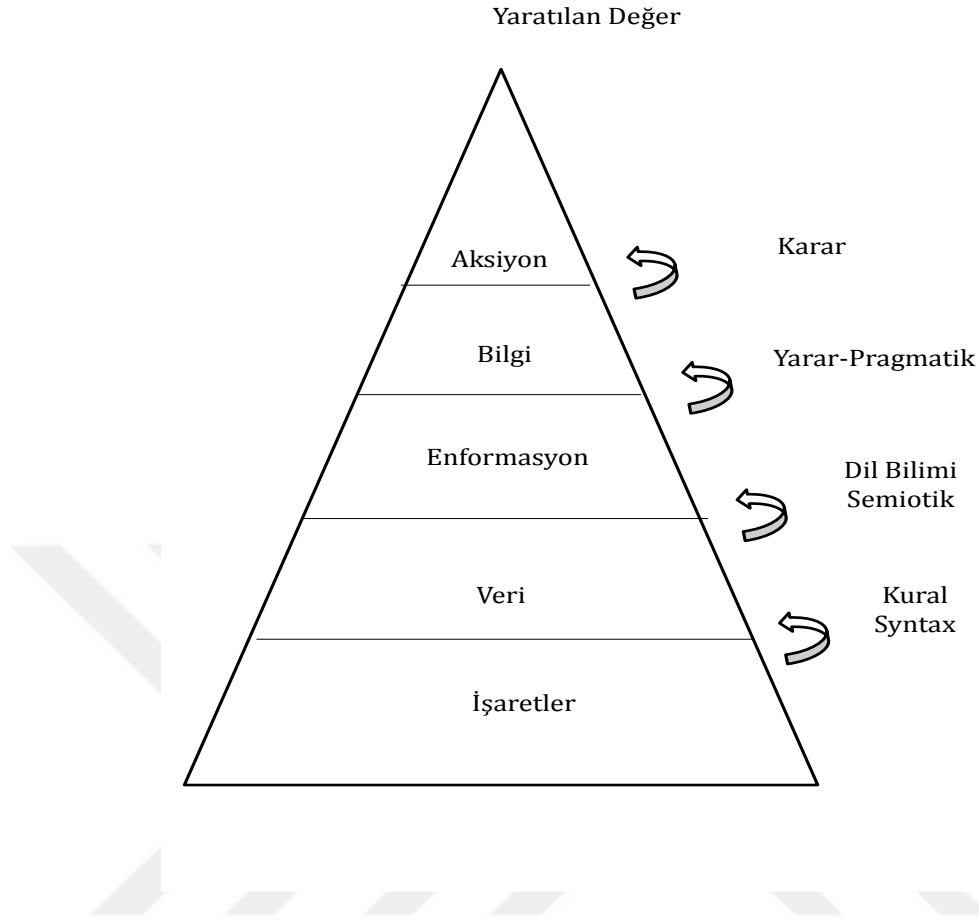
Tanım 4: Gri sayısının grilik derecesi aksiyomlarını sağlaması gerekmektedir.

Tanım 5: $\hat{\otimes} = 0$ olduğunda $\otimes$ için merkezi 0 olan gri sayı elde edilmektedir.

Tanım 6: Merkezi 0 olan herhangi bir gri sayının griliği/grilik derecesi sonsuzdur.

4.4. GRİ DİZİLER

Dilbilimi açısından; bir dizi işaretlerin belirli kurallar çerçevesinde biraraya gelmesiyle veri oluşmaktadır. Verinin anlam kazanması enformasyonu oluşturmaktadır. Enformasyon, işletmelerin akışına yarar sağlayacağı, kullanabileceği şeyleri kaydederek bilgiye dönüştürür. Bilginin bu süreçte harekete geçmesiyle de karar oluşur. Bu durum Şekil 4.2.'de gösterilmektedir (Öztemel, 2009).



Şekil 4.2. İşletmelerde Değer Yaratma Piramidi (Öztemel, 2009)

$$X^0 = \{X_1^0, X_2^0, X_3^0, \dots\} \quad (4.17)$$

Olayı gözlem değerini doğrusal hale getirmek için işlem yapmayı kolaylaştırmak amaçlanmıştır.

$$X = \{X_1, X_2, \dots, X_k, X_{k+1}, \dots, X_n\} \quad (4.18)$$

Eğer bir dizi de eksik veri varsa bir eksik veri dizi işlemler ile giderilebilir. Bir dizide X_k ve X_{k+1} bilgi parçası ise X_k yeni bilgi parçası olur.

$$X_k = a.(X_{k+1}) + (1-a).(X_{k-1}), a \in [0,1] \quad (4.19)$$

- $\alpha > 0.5$ ise X_k değeri çözümünde yeni bilginin etkisi fazladır.
- $\alpha < 0.5$ ise X_k değeri çözümünde eski bilginin etkisi fazladır.
- $\alpha = 0.5$ ise X_k değeri çözümünde eşit ağırlık etkisi fazladır.

4.4.1. Adım ve Düzeltme Oranı

Adımsal Oran:

$$\varphi_k = \frac{X_k}{X_{k-1}}, k = 2, 3, \dots, n \quad (4.20)$$

Düzeltme Oranı:

$$\partial_k = \frac{X_k}{\sum_{i=1}^{k-1} X_i}, k = 2, 3, \dots, n \quad (4.21)$$

4.5. GRİ KÜMELEME YÖNTEMİ

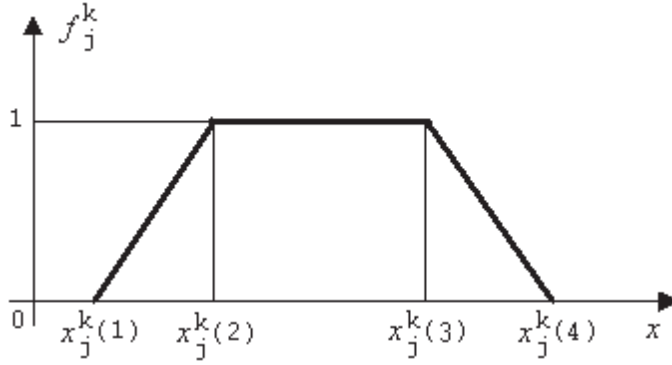
Gri kümeleme; gözlemlerin insidanslarını sınıflandırabilmek veya tanımlanmış bir sınıfa nesneleri dâhil etmek için gri insidans matrisleri ya da gri sayıların beyazlaştırma ağırlık fonksiyonuna dayanan bir yöntemdir. Gri insidansların kümelemesi benzer tipli faktörlerin sınıflandırılması yoluyla karmaşık sistemlerin basitleştirilmesi için kullanılır. Gri beyazlaştırma ağırlık fonksiyonunu kullanarak gri sınıfların kümelemesi ile gözlem nesnesinin önceden tanımlanmış bir sınıfa göre kontrolü sağlanır. Aksi takdirde gözlem nesnesinin farklı bir şekilde ele alınması gerekir. Pratikte gri kümeleme için beyazlaştırma, ağırlık fonksiyonunun kullanılması gri insidansların kullanılmasına göre daha karmaşıktır (Liu ve Lin, 2006).

4.5.1. Değişken Aralıklar İle Gri Kümeleme

Adım 1. Kümelenecek n nesnesinin olduğunu varsayarak m tane küme ölçütlerine göre farklı gri sınıflar oluşturulur. Nesnelerin gözlemsel değerlemelerine dayanan kümeleme motodu $i=1,2,\dots,n$, j . ölçüt $j=1,2,\dots,m$ i. nesne içine sınıflandırılır. k . gri sınıf $1 < k < s$ gri kümeleme şeklinde gösterilir.

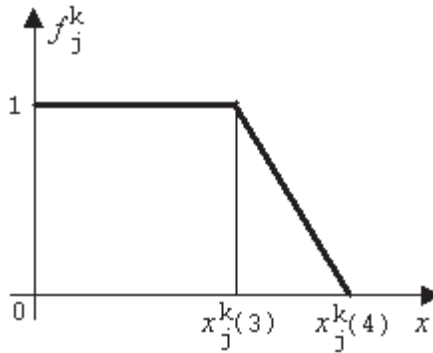
Adım 2. Tanımlanan n nesnelerin oluşturduğu tüm gri sınıflar ölçüt j 'de ki gözlemsel değerlerinin alt sınıflarına j ölçütleri denir. K . beyazlık ağırlık fonksiyonu, j . ölçütünün alt sınıfını $f_j^k(.)$ şeklinde gösterilir.

Adım 3. j. ölçütü K'nın beyazlama ağırlık fonksiyonunun $f_j^k(.)$ olduğunu varsayarak Şekil 4.3.'te gösterilmektedir.



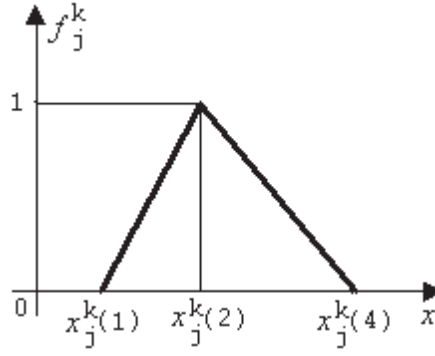
Şekil 4.3. Tipik Beyazlaştırma Fonksiyonu

Adım 4.1. Eğer beyazlatma ağırlık fonksiyonu $f_j^k(.)$ Şekil 4.3.'de ki gibi işlev görürse birinci ve ikinci dönüm noktasına sahip değil ise $x_j^k(1)$ ve $x_j^k(2)$ Şekil 4.4.'te gösterilmektedir. $f_j^k(.)$ beyazlaştırma ağırlık fonksiyonu düşük ölçülü olarak adlandırılır.



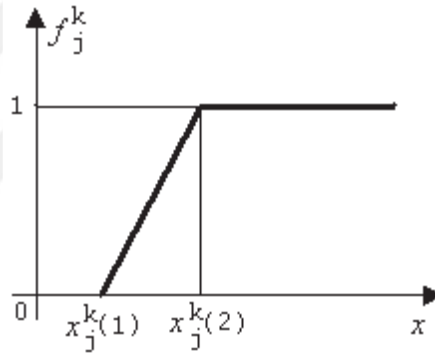
Şekil 4.4. Düşük Ölçülü Beyazlaştırma Ağırlık Fonksiyonu

Adım 4.2. Eğer beyazlatma ağırlık fonksiyonu $f_j^k(.)$ Şekil 4.4.'de ki gibi işlev görürse ikinci ve üçüncü dönüm noktaları $x_j^k(2)$ ve $x_j^k(3)$ Şekil 4.5.'te $f_j^k(.)$ ağırlık fonksiyonunda gösterilmektedir. $f_j^k(.)$ beyazlaştırma ağırlık fonksiyonu orta ölçülü olarak adlandırılır.



Şekil 4.5. Orta Ölçülü Beyazlaştırma Ağırlık Fonksiyonu

Adım 4.3. Eğer beyazlatma ağırlık fonksiyonu $f_j^k(\cdot)$ Şekil 4.5.'de ki gibi işlev görürse üçüncü ve dördüncü dönüm noktalarına sahip değil ise $x_j^k(3)$ ve $x_j^k(4)$ Şekil 4.6.'te gösterilmektedir. $f_j^k(\cdot)$ beyazlaştırma ağırlık fonksiyonu yüksek ölçülü olarak adlandırılır.



Şekil 4.6. Yüksek Ölçülü Beyazlaştırma Ağırlık Fonksiyonu

Önerme 4.1. Tipik beyazlaştırma ağırlık işlevinin Şekil 4.3.'ün formül gösterimi;

$$f_j^k(x) = \begin{cases} 0, & x \notin [x_j^k(1), x_j^k(4)] \\ \frac{x - x_j^k(1)}{x_j^k(2) - x_j^k(1)}, & x \in [x_j^k(1), x_j^k(2)] \\ 1, & x \in [x_j^k(2), x_j^k(3)] \\ \frac{x_j^k(4) - x}{x_j^k(4) - x_j^k(3)}, & x \in [x_j^k(3), x_j^k(4)] \end{cases} \quad (4.22)$$

Önerme 4.2. Tipik beyazlaştırma ağırlık işlevinin Şekil 4.4.'ün formül gösterimi;

$$f_j^k(x) = \begin{cases} 0, & x \notin [0, x_j^k(4)] \\ 1, & x \in [0, x_j^k(1)] \\ \frac{x_j^k(4) - x}{x_j^k(4) - x_j^k(3)}, & x \in [x_j^k(3), x_j^k(4)] \end{cases} \quad (4.23)$$

Önerme 4.3. Tipik beyazlaştırma ağırlık işlevinin Şekil 4.5.'in formül gösterimi;

$$f_j^k(x) = \begin{cases} 0, & x \notin [x_j^k(1), x_j^k(4)] \\ \frac{x - x_j^k(1)}{x_j^k(2) - x_j^k(1)}, & x \in [x_j^k(1), x_j^k(2)] \\ 1, & x \in x_j^k(2) \\ \frac{x_j^k(4) - x}{x_j^k(4) - x_j^k(2)}, & x \in [x_j^k(2), x_j^k(4)] \end{cases} \quad (4.24)$$

Önerme 4.4. Tipik beyazlaştırma ağırlık işlevinin Şekil 4.6.'nın formül gösterimi;

$$f_j^k(x) = \begin{cases} 0, & x < x_j^k(1) \\ \frac{x - x_j^k(1)}{x_j^k(2) - x_j^k(1)}, & x \in [x_j^k(1), x_j^k(2)] \\ 1, & x \geq x_j^k(2). \end{cases} \quad (4.25)$$

Adım 5.1. K. beyazlaştırma ağırlık fonksiyonun j. ölçütünün Şekil 5.1.'de gösterilen alt sınırı;

$$\lambda_j^k = \frac{1}{2} [x_j^k(2) + x_j^k(3)] \quad (4.26)$$

Adım 5.2. K. beyazlaştırma ağırlık fonksiyonun j. ölçütünün Şekil 5.2.'de gösterilen alt sınırı;

$$\lambda_j^k = x_j^k(3) \quad (4.27)$$

Adım 5.3. K. beyazlaştırma ağırlık fonksiyonun j. ölçütünün Şekil 5.3. ve Şekil 5.4.'te gösterilen alt sınırı;

$$\lambda_j^k = x_j^k(2) \quad (4.28)$$

Adım 6. λ_j^k j. ölçütün, k. alt sınırı için kritik değeri olduğunu varsayalım:

$$n_j^k = \frac{\lambda_j^k}{\sum_{j=1}^m \lambda_j^k} \quad (4.29)$$

Adım 7. x_{ij} nesnesinin gözlemsel değeri olduğunu varsayarak, i. nesnesine göre j. ölçütü $f_j^k(.)$ beyazlaştırma ağırlık fonksiyonun j. ölçütün ve k. alt sınırın n_j^k gösterimi şu şekildedir.

$$\sigma_j^k = \sum_{j=1}^m f_j^k(x_{ij}).n_j^k \quad (4.30)$$

i nesnesi için değişken ağırlıklı kümelenme katsayısı, k için gri sınıfa ait olduğu söylenir.

Adım 8.1. Aşağıda i nesnesinin katsayısı olarak adlandırılır.

$$\sigma_i = (\sigma_i^1, \sigma_i^2, \dots, \sigma_i^S,) \quad (4.31)$$

$$\sigma_i(\sum_{j=1}^m f_j^1(x_{ij}.n_j^1), \sum_{j=1}^m f_j^2(x_{ij}.n_j^2), \dots, \sum_{j=1}^m f_j^S(x_{ij}.n_j^S)) \quad (4.32)$$

Adım 8.2. Küme katsayısı matrisi olarak adlandırılır.

$$\Sigma = [\sigma_i^k]_{n \times s} \quad (4.33)$$

Adım 9. Nesne k^* gri sınıfta yer alır.

$$\sigma_i^{k^*} = \max_{1 \leq k \leq s} \{\sigma_i^k\} \quad (4.34)$$

Kümeleme yönteminde; değişken ağırlık kümeleme, aynı ölçütlere, anlam ve boyutlara sahip vakalar için kullanılmaktadır. Ölçütlerin anlamlarının farklı ve bireysel ölçütlerin gözlemsel değerlerinin farklı olduğu durumlarda kümeleme yöntemini kullanmamalıyız.

4.6. GRİ İNSİDANS ANALİZİ

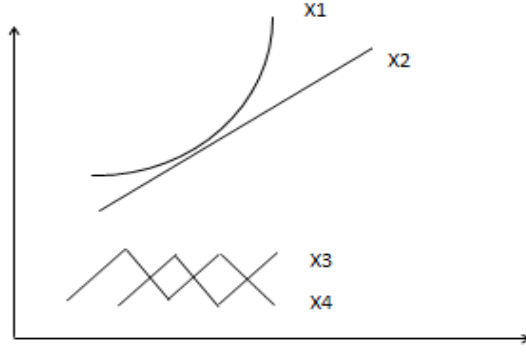
Gri insidans analizi sistemi hakkında şunlar incelenir (Liu ve Lin, 2006):

1. Hangi faktörler diğerinden daha önemlidir.
2. Sistemin geliştirilmesinin geleceği hakkında hangi faktörler diğerlerine göre daha fazla etki yapmaktadır.
3. Bir sistem için istenilen değişiklikleri sağlayan ve bunun için geliştirilmesi veya güçlendirilmesi gereken faktörler hangileridir.
4. Bir sistemde istenilen gelişimi engelleyen ve kontrol edilmesi gereken faktörler hangileridir.
5. Bu ve benzeri çıktıları elde etmeyi sağlayacaktır.

İstatistikteki regresyon analizi ve varyans analizi vb. yöntemler sistem analizi aşamasında sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak bu yöntemlerin bazı dezavantajları vardır. Bu dezavantajlar şu şekildedir (Liu ve Lin, 2006):

- Çok büyük veri gereklidir.
- Bir yöntemlerde örnekler veya aralıklar için belirli tipik olasılık dağılım veya dağılımları gereklidir. Ayrıca sistemin ana karakteristik değişkeni ile faktör değişkenleri arasında genel olarak doğrusal bir ilişki olması gerekir.
- Bu yöntemlerde çok ileri seviyede bilgisayarlı hesaplamalar gereklidir.
- Sayısal çıkarımlar nitel özelliklerle örtüşmeyebilir. Küçük gri insidans kümelemesinde temel fikir bir ilişkinin (etkisinin) yakınlığını dizi eğrilerine ait geometrik örüntü seviyelerin benzerliğine dayanarak değerlendirilmektedir. Küçük hesaplamalar içeren farklı örnek büyüklükleri ve dağılımları olan durumları için sıklıkla tercih edilir.

Burada gri insidans analizi Şekil 4.7. ile gösterilmektedir.



Şekil 4.7. Gri İnsidans Analizi

Şekil 4.7.'de X_1, X_2, X_3, X_4 veri dizileri için örnek büyüklüğü; kendi içindeki dağılım önemsenmeyecek gri insidans analizi ile sadece dizi örüntülerinin benzerlikleri derecedir.

4.6.1. Gri İnsidans Derecesi

Adım 1. Her bir dizi için başlangıç örüntüsünün bulunması

$$X_i = \frac{X_i}{X_i(1)} \rightarrow (X_i(1), X_i(2), \dots, X_i(m)); k = 0, 1, 2, \dots, m \quad (4.35)$$

Adım 2. Fark dizilerinin oluşturulması

$$\Delta_i(k) = |X_0(k) - X_i(k)| \rightarrow \Delta_i = (\Delta_i(1), \Delta_i(2), \dots, \Delta_i(n)); n = 0, 1, 2, \dots, n \quad (4.36)$$

Adım 3. Dizide minimum ve maximum değerlerin bulunması

$$Max = M = \max_i \max_k \Delta_i(k) \quad (4.37)$$

$$Min = m = \min_i \min_k \Delta_i(k) \quad (4.38)$$

Adım 4. İnsidans katsayılarının bulunması

$$\gamma_{oi}(k) = \frac{m + \varsigma \cdot M}{\Delta_i(k) + \varsigma \cdot M}; \varsigma \in (0, 1); k = 1, 2, \dots, n; \varsigma = 1, 2, \dots, m \quad (4.39)$$

Adım 5. İnsidans derecelerinin hesaplanması

$$\gamma_{0i} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \gamma_{0i}(k); i = 1, 2, \dots, m \quad (4.40)$$

$Y(X_0, X_i)$ arasındaki gri insidans derecesi Y_{0i} şeklinde yazılır ve k noktası için insidans derecesi $Y(X_0(k), X_i(k))$ olduğundan $Y_{0i}(k)$ şeklinde yazılır.

4.6.2. Mutlak Gri İnsidans Derecesi

Adım 1. Her dizinin başlangıç noktası görüntüleri (X^0) bulunur.

Adım 2. $|S_0|, |S_1|$ ve $|S_1 - S_0|$ hesaplanır.

$$S_i = \int_1^n X_i - X_i(k) dt \quad (4.41)$$

- $S_i \geq 0$; X_i artan dizi
- $S_i < 0$; X_i azalan dizi
- S_i sabit değilse X_i İzafi-Bağıl değişen titreşimli dizi

Adım 3. Mutlak insidans derecesi

$$\epsilon_{01} = \frac{1 + S_0 + S_1}{1 + S_0 + S_1 + |S_1 + S_0|} \quad (4.42)$$

- $0 < \epsilon < 1$
- $\epsilon_{ii} = 1, \epsilon_{jj} = 1$
- X_i ve X_j arasında örüntü benzerliğinin sayısal göstergesidir.
- ϵ_{ij} büyüdükçe X_i ve X_j dizi örüntüleri birbirine benzemeye başlar.

4.6.3. İzafi-Bağıl İnsidans Derecesi

X_i ve X_j dizilerinin izafi insidans derecesi kavramı bu dizilerin başlangıç noktalarına göre değişim oranlarının sayısal ifadesidir. Bu değişim oranı birbirine yakında r_{ij} büyür.

Adım 1. Her dizinin 0 başlangıç noktası görüntüleri bulunur.

Adım 2. $|S_0|, |S_1|$ ve $|S_1-S_0|$ hesaplanır.

$$S_i = \int_1^n X_i - X_i(k) dt \quad (4.43)$$

- $S_i \geq 0$; X_i artan dizi
- $S_i < 0$; X_i azalan dizi
- S_i sabit değilse X_i İzafi-Bağıl değişen titreşimli dizi

Mutlak gri insidans derecesi ve izafi-bağıl insidans derecesi adım 3'e kadar aynıdır.

Adım 3. X_0 ve X_1 için başlangıç noktası görüntüsü elde edilir.

Adım 4. 0 başlangıç örüntüsü elde edilir.

Adım 5. $|S_0|, |S_1|$ ve $|S_1-S_0|$ elde edilir.

Adım 6. İzafi – Bağıl insidans derecesi

$$r_{ij} = \frac{1 + S'_0 + S'_1}{1 + S'_0 + S'_1 + |S'_1 - S'_0|} \quad (4.44)$$

Γ_{ij} izafi gri insidans derecesi X_i ve X_j dizilerinin başlangıç girdilerinin değişim oranıyla ilişkilidir. Diğer girdinin önemi yoktur. Γ_{ij} 0 ile 1 arasında değer alır; $0 \leq \Gamma_{ij} \leq 1$

4.6.4. Yapay Gri İnsidans Derecesi

X_i ve X_j arasında;

$$P_{ij} = Q_{\epsilon ij} + (1-Q)r_{ij}; Q \in [0,1] \quad (4.45)$$

Yapay gri insidans derecesi bir numerik indekstir. Burada diziler arasında genel yakınlık ilişkisi tanımlanır. Bu derece sadece X_i ve X_j dizilerinde ki her bir

gözlem değeriyle ilişkili değildir. Ayrıca başlangıç noktalarına ait her birimdeki değişim oranı ile ilişkilidir. $0 \leq P_{ij} \leq 1$ oranında değer alır.

Gri insidans analizinde pratik uygulamalarda kolaylık sağlanması bakımından sistemin davranışsal dizisi ve ilgili faktörlerin dizisi üzerinde özel bir gri insidans operatörüyle çalışıldığında mutlak gri insidanslarını düşünmek yeterlidir.

4.7. GRİ İNSİDANS KÜMELEMESİ

N gözlem nesnesi ve her bir gözlem için m karakteristik gözlem değeri elde edilmiş olsun (Liu ve Lin, 2006):

$X_i = (X_i(1), X_i(2), \dots, X_i(n)); i=1, 2, \dots, n$ dizisi elde edilir.

Bütün $i \leq j; i, j=1, 2, \dots, m$ için X_i ve X_j mutlak gri insidans derecesi ϵ_{ij} için

$$A = \begin{bmatrix} \epsilon_{11} & \dots & \epsilon_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \cdot & \dots & \epsilon_{mm} \end{bmatrix} \quad (4.46)$$

Mutlak gri insidans matrisi elde edilir.

$r \in [0, 1]$ ve genellikle $r > 0.5$ sabit kritik bir değer alır. $\epsilon_{ij} = r; i \neq j$ olduğundan X_i ve X_j değişkenleri aynı karakteristiklere sahip denir. Ayrıca r sabit kritik değer altında kalan karakteristik kümelemesi r gri insidans kümelemesi denir.

r değeri 1'e yaklaştıkça kümeleme daha iyi sınıflandırma özelliği taşırken, küçük r ($r < 0.5$) olduğunda ise kaba sınıflandırma yapılmış olur.

4.8. GRİ DOĞRUSAL PROGRAMLAMA MODELİ

4.8.1. Giriş

Gri doğrusal programlama modeli, karar verme kategorisine ait olarak çalışmakta ve belirli kısıtlar altında gerçekleştirilmesi mümkün olan uygun değer hedefi nasıl garantiye alacağı ana çalışmalar üzerine durmaktadır. Bu yaklaşımda yer alan problem türleri şu şekildedir (Liu ve Lin, 2006):

-Üretim planındaki problemler için; sınırlı kaynakların kısıtı altında, ürünleri ve uygun miktarların çıktı değeri belirlemek ve maksimum kâr etmek

-Bilimsel araştırma yönetimi problemleri için; çeşitli araştırma disiplinleri ve projeler üzerine sınırlı miktar mevcut sermayeyi nasıl paylaştırmayı, verimliliğin ve araştırma faydalarının en yüksek olsun diye araştırmanın projesi için sorumlu kişinin kim olması gerektiğini belirlemek

-Askeri yetki problemleri için; silahlı kuvvetlerin sınırlı teçhizatını etkin ve etkili bir şekilde nasıl düşmanları yenmek için düzenleneceğini belirlemek

-Bölgedeki tarımsal bölünme problemleri için; toprak, hava ve kaynakların çeşitli koşullarını temel alarak nasıl farklı ekonomik model seçmeye karar vermek ve toplam etkinin maksimum olması için çeşitli mahsuller ekilecek alanın büyüklüğünü belirlemek

-Endüstriyel dağılım ve kentsel planlama problemleri için; sanayi dağıtımı, genel ekonomi karı ile şehirlerin geliştirilmesini belirlemek

-Taşıma problemleri için; tüm taleplerin belirlenerek taşıma maliyetinin en az olması, mal ve materyal tahsisi ağındaki bitmiş ürün ve materyalleri tedarikçi alanından talep alanına nasıl taşınması gerektiğini belirlemek

-Stok problemleri için; kısıtlı değişken alanlar koşulu altında stoklama karı maksimum olsun diye ürünlerin çeşit, miktar ve depolama periyotlarını belirlemek

-Bileşik malzemeler problemi için; maliyetin minimum olması amacıyla önceden belirlenen sabit bir teknolojik proses, kalite, vb. koşullar altında her malzemeden ne kadar gerektiğini belirlemek

-Malzeme kesme problemleri için; tamamlanmış takımların sayısının maksimum ya da materyallerin kullanım oranının maksimum olması için materyalin kullanılabilir adette nasıl kesilmesini belirlemek

-Diğer problemler için; örneğin en uygun etkiye ulaşmak için reklamın yöntemini belirleme ve reklam için yatırımın nasıl paylaştırılacağı, sabit koşullar altında işçilerin en az sayıda istihdam edilmesi için çalışan kişi sayısının nasıl belirleneceğinin belirlenmesidir.

Yukarıda belirlenen bu problemlerde sabit koşul ve amaç fonksiyonu doğrusal ise problemler doğrusal programlama problemleri olarak ele alınır. Belirlenen amaç fonksiyonu (sabit koşullar) doğrusal fonksiyon olmadığında bu duruma karşılık gelen problem doğrusal olmayan programlama olarak belirtilir. Ancak 'yap' ya da 'yapma' gibi cevaplarla problem çözülüyorsa eğer; 'yap, bunu da yap' denilmek istendiğinde 1, 'yapma, diğerini yap' denilmek istendiğinde 0 olarak tanımlanır. Bundan ötürü problem çözümü istendiğinde yalnızca 0 ve 1 değişkenlerini içerir ve bundan dolayıda 0-1 programlı problem olarak ele alınır.

Doğrusal programlama, yöneylem araştırmasının geniş aralıklı uygulama yönteminde erken ve hızlı geliştirilen en önemli bölümü olarak yer alır. Doğrusal programlama yöntemi; normal doğrusal programa, doğrusal olmayan programlama ve 0-1 programlamanın tamamı aşağıda yer alan problemlere sahip olmaktadır. Bunlar şu şekildedir:

-Tüm bu statik programlama, değişen koşulları ve zamanla değişen durumları yansıtamayabilir.

-Programlama modelinde ya da koşullarda gri numaralar görüldüğünde uygulamalar daha zor hale gelebilir.

4.8.2. Gri Parametrelili Doğrusal Programlama Modeli

Tanım 1: α_{ij} , b_i ve c_j , $i=1,2,...,m$, $j=1,2,...,n$, tüm sabitler ve x_i , $j=1,2,...,n$ bilinmeyen değer olarak kabul edildiğinde, şu işlemler gerçekleştirilir.

$$\text{s.t.} \left\{ \begin{array}{l} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq (=, \geq) b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq (=, \geq) b_2 \\ \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq (=, \geq) b_m \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, ..., x_n \geq 0 \end{array} \right| \quad (4.48)$$

$$S = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n \quad (4.49)$$
$$S.t. \left\{ \begin{array}{l} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + ... + a_{1n}x_n \leq (=, \geq) b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + ... + a_{2n}x_n \leq (=, \geq) b_2 \\ \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + ... + a_{mn}x_n \leq (=, \geq) b_m \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, ..., x_n \geq 0 \end{array} \right| \quad (4.50)$$
$$\max S = CX \quad (4.51)$$

41

Burada doğrusal programlama problemlerinin standart tipi olarak tanımlanmaktadır.

$$C = [c_1, c_2, \dots, c_n] \quad (4.53)$$

$$X = [x_1, x_2, \dots, x_n]^T \quad (4.54)$$

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (4.55)$$

$$b = [b_1, b_2, \dots, b_m]^T, b_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, m. \quad (4.56)$$

Tanım 3: Farz edelim ki;

$$X = [x_1, x_2, \dots, x_n]^T \quad (4.57)$$

$$C = [c_1(\otimes), c_2(\otimes), \dots, c_n(\otimes)] \quad (4.58)$$

$$b = [b_1(\otimes), b_2(\otimes), \dots, b_m(\otimes)]^T \quad (4.59)$$

$$A(\otimes) = \begin{bmatrix} a_{11}(\otimes) & a_{12}(\otimes) & \dots & a_{1n}(\otimes) \\ a_{21}(\otimes) & a_{22}(\otimes) & \dots & a_{2n}(\otimes) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1}(\otimes) & a_{m2}(\otimes) & \dots & a_{mn}(\otimes) \end{bmatrix} \quad (4.60)$$

Burada,

$$c_j(\otimes) \in [\underline{c}_j, \bar{c}_j], \underline{c}_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n, \quad (4.61)$$

$$b_i(\otimes) \in [\underline{b}_i, \bar{b}_i], \underline{b}_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, m, \quad (4.62)$$

$$a_{ij}(\otimes) \in [\underline{a}_{ij}, \bar{a}_{ij}], \underline{a}_{ij} \geq 0, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n \quad (4.63)$$

Sonra,

$$\max S = C(\otimes)X \quad (4.64)$$

$$s. t. \begin{cases} A(\otimes) \leq B(\otimes) \\ X \geq 0 \end{cases} \quad (4.65)$$

Burada belirlenen problem gri parametrelili doğrusal programlama (DPGP) ve DPGP'nin $C(\otimes)$ gri değer vektörü, $A(\otimes)$ gri tüketim matrisi, $b(\otimes)$ kaynağın gri sınırlar vektörü ve X karar vektörü olarak adlandırılır. Bu veriler göz önüne alındığında; X 'de bir o kadar gri vektör olur.

Tanım 4: Örneğin,

$$a_j, \beta_i, \gamma_{ij} \in [0,1], i = 1,2,\dots,m, j = 1,2,\dots,n \quad (4.66)$$

olmak üzere ve gri parametrelerin beyaz değerleri şu şekildedir:

$$\tilde{c}_j(\otimes) = a_j \bar{c}_j + (1 - a_j) \underline{c}_j, j = 1,2,\dots,n \quad (4.67)$$

$$\tilde{b}_i(\otimes) = \beta_i \bar{b}_i + (1 - \beta_i) \underline{b}_i, i = 1,2,\dots,m \quad (4.68)$$

$$\tilde{a}_{ij}(\otimes) = \gamma_{ij} \bar{a}_{ij} + (1 - \gamma_{ij}) \underline{a}_{ij}, i = 1,2,\dots,m, j = 1,2,\dots,n \quad (4.69)$$

$\tilde{C}(\otimes), \tilde{b}(\otimes)$ ve $\tilde{A}(\otimes)$ Sırasıyla değerlerin beyazlaştırma vektörü, kaynak sabitleri ve tüketim beyazlaşma matrisi yer almaktadır. Sonra;

$$\max S = \tilde{C}(\otimes)X \quad (4.70)$$

$$s. t. \begin{cases} \tilde{A}(\otimes) \leq \tilde{b}(\otimes) \\ X \geq 0 \end{cases} \quad (4.71)$$

Gri parametrelili doğrusal programlamanın durumsal programlaması olarak tanımlanır ve $\alpha_j(j=1,2,\dots,n)$ değer vektörünün durum katsayıları, $\beta_i(i=1,2,\dots,m)$ kaynakların sınır vektörlerinin durum katsayıları ve $\gamma_{ij}(i=1,2,\dots,m;j=1,2,\dots,n)$ tüketicilerin durum katsayıları olarak çağrılır.

α_j j. ürünün fiyat dalgalanmasını yansıtmaktadır. Pazar analizi çalışmalarıyla açıklanmaktadır. Düşük α_j 'de j. ürünün beklenen en yüksek değerini yansıtmaktadır.

β_i katsayısı i . kaynağın pazar tedarikçilerini n yansımasıdır. Düşük β_i kaynağın tedarik kısmını tanımlamakta, yüksek β_i , kaynağın tedarik yeterliliğini tanımlamaktadır.

Benzer şekilde, düşük γ_{ij} , ürünün birim üretimi için gerekli i . kaynağın en düşük tüketimini tanımlarken yüksek γ_{ij} 'de j . ürünün aynı birim tüketimini tanımlamaktadır.

Önerme 1: $\alpha_i, \beta_i, \gamma_{ij}$ ($i=1,2,\dots,m, j=1,2,\dots,n$)'nin değişkenleri $n+m+mn$ 'li gri parametrelili doğrusal programlama fonksiyonunun durumsal programlamasının $\max S$ değeri optimum değer olur.

Burada önerme 1'de; durum programlamasının en uygun değeri, $i \max S$ aşağıda gösterilmektedir.

$$\max S = f((a_j, \beta_i, \gamma_{ij}) | i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n) \quad (4.72)$$

Aynı şekilde durumsal programlama şu şekildedir:

$$LP((a_j, \beta_i, \gamma_{ij}) | i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n) \quad (4.73)$$

Kolaylık için aşağıdaki adımlar yapılabilir:

1. $\text{Rank}(A(\otimes))=m < n$, burada $\text{Rank } \tilde{A}(\otimes)$, $\tilde{A}(\otimes)$ 'nin matris ve rank ilişkilidir ve $\text{Rank } \tilde{A}(\otimes) = m$ farz edilir.
2. Seri, boş olmayan LP'nin uygulanabilir (mümkün) çözümleriyle yazılır.
3. Seri, reel vektörlere bağlı olarak yazılır. Aynı zamanda belirtilen şu form $LP((a_j, \beta_i, \gamma_{ij}) | i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n)$ yeniden yazılabilmektedir.

$$\max S = \left[\tilde{C}_B(\otimes), \tilde{C}_N(\otimes) \right] \begin{bmatrix} X_B \\ X_N \end{bmatrix} \quad (4.74)$$

$$s.t. \begin{cases} \left[\tilde{B}(\otimes), \tilde{N}(\otimes) \right] \begin{bmatrix} X_B \\ X_N \end{bmatrix} \leq \tilde{b}(\otimes) \\ X_B \geq 0, X_N \geq 0 \end{cases} \quad (4.75)$$

Tüketicinin beyazlaşma matrisinin ilk m sütunları $\tilde{A}(\otimes), \tilde{B}(\otimes)$, temel matris; son n-m sütunları temel olmayan $\tilde{N}(\otimes)$ matristir. Temel ve temel olmayan vektörlere tekabül eden $\tilde{B}(\otimes)$ ve $\tilde{N}(\otimes)$ sırasıyla X_B ve X_N olarak yazılabilmektedir.

Değerin beyazlaşma vektörüne denk gelen X_B ve X_N sırasıyla $\tilde{C}_B(\otimes)$ ve $\tilde{C}_N(\otimes)$ olarak yazılabilmektedir. 3. varsayımdan, $X_N=0$ için; açık bir hale gelir.

$$X = [X_B, X_N]^T = \left[\tilde{B}^{-1}(\otimes) b(\otimes), 0 \right]^T \quad (4.76)$$

$$S = \tilde{C}_B(\otimes) \tilde{B}^{-1}(\otimes) \tilde{b}(\otimes) \quad (4.77)$$

Test vektörü;

$$r = \tilde{C}(\otimes) - \tilde{C}_B \tilde{B}^{-1}(\otimes) \tilde{A}(\otimes) \quad (4.78)$$

Önerme 2: Örneğin 3. programlama yapılarak yerleştirildiğinde 1, 2 ve 3 üzerinden olan tahminler çözümleme de yardımcı olacaktır. Burada 3. programlama yapılarak yerleştirildiğinde esas çözüm elde edilir ve birbirine bağlanır.

$$X = [x_1, x_2, \dots, x_n]^T \quad (4.79)$$

$$\{x_j | j=1, 2, \dots, n\} \quad (4.80)$$

Önerme 3: 1,2 ve 3. olarak varsayımların giderildiği noktada, lineer program (LP) yapılarak yerleştirildiğinde $LP((A_j, \beta_i, Y_{ij}) | i=1, 2, \dots, m, j=1, 2, \dots, n)$ bu işlem çok az bir ihtimalle olsada uygulanabilir bir çözüm olacaktır.

4.8.3. Gri Doğrusal Programlamanın Tatmin Edici Çözümleri

Bu kısımda gri doğrusal programlamanın en uygun çözümü yerine kabul edilebilir seviyede yer alan çözümler incelenecektir (Liu ve Lin, 2006):

Tanım 1: $\alpha=\beta=1$ ve $\gamma=0$ olduğu durumda; karşılık gelen $LP(1,1,0)$ programlamasına LPGP'nin ideal modeli denir. Burada optimum değer $\max \bar{S}$ olarak yazılmaktadır.

İdeal model; yönetim seviyesi, iş gücü kalitesi, ürünlerin en yüksek fiyatı gibi en uygun olacak durumlarda, ideal koşulları tamamlamaktadır.

Tanım 2: $\alpha=\beta=0$ ve $\gamma=1$ olduğu durumda; LP(0,0,1) durumsal programlamaya karşılık gelen LPGP'nin kritik modeli olarak adlandırılır. Burada optimum değer $\max \bar{S}$ olarak yazılır.

Kritik model; kısa kaynak tedariği, az gelişmiş üretim tekniği, düşük fiyat, düşük işgücü kalitesi ve yönetim seviyesi bu koşulları tamamlamaktadır.

Bu koşulların olduğu yerde, firma çöküşe geçmektedir. Tek seçimi, firmanın ürünlerini değiştirmesi, üretim tekniklerini geliştirmesi, alternatif kaynaklar bulması, yönetimi ve çalışanları yeniden eğitmesi gerekmektedir.

Tanım 3: $\alpha=\beta=\gamma=\theta$ olduğu durumda; bu duruma karşılık gelen programlama θ durumlu programlamadır. LP(θ) olarak yazılır ve bu durumda θ durumlu optimum değer $\max S(\theta)$ olarak yazılır.

Özellikle $\theta=0.5$ olduğunda, LP(0.5) θ durumsal programlamasına karşılık gelen programlama ortalama beyazlaşma programlamasıdır. Genellikle, ortalama beyazlaşma programlaması en tipik LPGP'dir.

Teorem 1: $\forall \alpha, \beta, \gamma, \theta \in [0,1]$

1. $\max \bar{S} \leq \max S(\alpha, \beta, \gamma) \leq \max \bar{S}$
2. $\max \bar{S} \leq \max S \leq \max \bar{S}$

Burada 1. durum kanıtlanırken, 2. Durumun kanıtlanması okuyucuya bırakılmıştır. Burada; $0 \leq \alpha \leq 1$, $0 \leq \beta \leq 1$, $0 \leq \gamma \leq 1$; burada şöyle $\max \bar{S} \geq \max S(\alpha, \beta, \gamma)$ kanıtlanmaktadır.

Tanım 4: $\alpha, \beta, \gamma \in [0,1]$ 'e uygun olan;

$$\mu(\alpha, \beta, \gamma) = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{\max \bar{S}}{\max S(\alpha, \beta, \gamma)} \right) + \frac{1}{2} \frac{\max S(\alpha, \beta, \gamma)}{\max \bar{S}} \quad (4.81)$$

$LP(\alpha, \beta, \gamma)$ durumsal programlamanın memnuniyet derecesidir. LP 'nin memnuniyet derecesi durumsal optimum değerin $\max S(\alpha, \beta, \gamma)$; ideal ve kritik modelin optimum değerleri ile ilişkisini yansıtır. En yakın $\max S(\alpha, \beta, \gamma)$ uygulamalarda büyük M ve küçük M olabilir.

Aynı şekilde, $LP(\theta)$ θ programlamanın memnuniyet derecesinin içeriğini tanımlanabilir.

Önerme 1: $\forall \alpha, \beta, \gamma \in [0, 1], 0 \leq \mu(\alpha, \beta, \gamma) \leq 1$.

Tanım 5: $D = [\mu_0, 1]$, $\mu(\alpha, \beta, \gamma) \in D$, gri hedef olarak veriliyor. Karşılık gelen optimum çözüm $LPGP$ 'nin memnun edici çözümüdür.

4.9. ÇÖZÜM YAKLAŞIMI

4.9.1. P-Medyan Modeli

Şahin ve Altın (2016) yapmış oldukları çalışmada; Isparta ilinde meydana gelebilecek olası bir deprem sonrası kullanılacak geçici iskân bölgelerinin belirlenmesi ve belirlenen bu alanlara mahalle atamalarının yapılması çalışmasını uygulamışlardır. Uyguladıkları modelde problemi p -medyan problemi olarak ele alarak GAMS programıyla çözümlendirmişlerdir. Bu model çalışma kapsamında ele alınan acil durum toplanma yerleri konusuna adapte edilmiştir.

Karar değişkenleri ve parametreler:

- i : birim no, $i = 1, 2, 3, \dots, m$
- j : olası acil durum toplanma alanları, $j = 1, 2, 3, \dots, n$
- a_i : i . binadan oluşacak talep, $i = 1, 2, 3, \dots, n$
- d_{ij} : i . birim ile j . acil durum toplanma alanı arasındaki mesafe
- C_j : j . acil durum toplanma alanının toplam kapasitesi (kişi sayısı olarak)
- p : kurulacak acil durum toplanma yeri sayısı

x_{ij} : { 1, i. bina, j. alana atandıysa 0, aksi halde
 y_{ij} : { 1, j. alan acil durum toplanma alanı kurmak için seçilmişse 0, aksi halde

Model:

$$\min .Z = \sum_i \sum_j a_i d_{ij} x_{ij} \quad (4.82)$$

Kısıtlar:

$$\sum_j x_{ij} = 1, \forall_i \quad (4.83)$$

$$x_{ij} - y_j \leq 0, \forall_i \quad (4.84)$$

$$\sum_{j=1}^n y_j = p_i \quad (4.85)$$

$$\sum_i \sum_j a_i x_{ij} y_j \leq C_j \quad (4.86)$$

$$\sum_i \sum_j a_i x_{ij} y_j - 0.5C_j \geq 0 \quad (4.87)$$

$$x_{ij}, y_j \in \{0,1\} \forall_{ij} \quad (4.88)$$

Burada uygulanan adımlar şu şekildedir (Şahin ve Altın, 2016):

(4.82) numaralı kısıtta ifade edilen amaç fonksiyonu, açılacak geçici iskân alanlarına atanacak olan birimlerin ağırlıklı mesafesi minimize etmek,

(4.83) nolu kısıt, her bir birimin sadece acil durum toplanma alanına atanmasını garanti altına almak,

(4.84) nolu kısıt, yer seçimi değişkeni (y_j) ile atama değişkeninin (x_{ij}) birbirini bağlaması ile burada j . alana bir acil durum toplanma alanı kurulduğunda ($y_j = 1$) i . birimin talebinin bu alan ile karşılanacağını temsil etmek,

(4.85) nolu kısıt, p tane acil durum toplanma alanı bulunacağını açıklamak,

(4.86) nolu kısıt, j . alan ile ilgili kapasite kısıtı; bu alana atanan toplam kişi sayısı alanın kapasitesinden büyük olmamalı,

(4.87) nolu kısıt, acil durum toplanma yerlerinin en az yarı kapasite ile hizmet vermesi, ihtiyaçtan çok daha fazla kapasiteye sahip alanların acil durum toplanma alanı olarak seçilmemesi için modele eklenmesi,

(4.88) nolu kısıt, ise karar değişkenlerinin 0 veya 1 değeri alabileceğini göstermektedir.

4.9.2. Gri P-Medyan Modeli

Karar değişkenleri ve parametreler:

- i : birim no, $i = 1, 2, 3, \dots, m$
- j : olası acil durum toplanma alanları, $j = 1, 2, 3, \dots, n$
- $\otimes a_i$: i . binadan oluşacak talep, $i=1,2,3, \dots, n$
- d_{ij} : i . birim ile j . acil durum toplanma alanı arasındaki mesafe
- $\otimes C_j$: j . acil durum toplanma alanının toplam kapasitesi (kişi sayısı olarak)
- p : kurulacak acil durum toplanma yeri sayısı
- x_{ij} : $\{ 1, i$. bina, j . alana atandıysa 0, aksihalde
- y_{ij} : $\{ 1, j$. alan acil durum toplanma alanı kurmak için seçilmişse 0, aksihalde

Model:

$$\min .z = \sum_i \sum_j \otimes a_i d_{ij} x_{ij} \quad (4.89)$$

Kısıtlar:

$$\sum_j x_{ij} = 1, \forall_i \quad (4.90)$$

$$x_{ij} - y_j \leq 0, \forall_i \quad (4.91)$$

$$\sum_{j=1}^n y_j = p_i \quad (4.92)$$

$$\sum_i \sum_j \otimes a_i x_{ij} y_j \leq \otimes C_j \quad (4.93)$$

$$\sum_i \sum_j \otimes a_i x_{ij} y_j - 0.25 \otimes C_j \geq 0 \quad (4.94)$$

$$x_{ij}, y_j \in \{0,1\} \forall_{ij} \quad (4.95)$$

Burada uygulanan adımlar şu şekildedir:

(4.89) numaralı kısıtta ifade edilen amaç fonksiyonu, ile açılacak geçici iskân alanlarına atanacak olan birimlerin ağırlıklı mesafesini minimize etmek,

(4.90) nolu kısıt, her bir birimin sadece acil durum toplanma alanına atanmasını garanti etmek,

(4.91) nolu kısıt, yer seçimi değişkeni (y_j) ile atama değişkenini (x_{ij}) birbirini bağlayarak; burada j . alana bir acil durum toplanma alanı kurulduğunda ($y_j = 1$) i . birimin talebinin bu alan ile karşılanacağını göstermek,

(4.92) nolu kısıt, p tane acil durum toplanma alanı bulunacağını ifade etmek,

(4.93) nolu kısıt, j . alan ile ilgili kapasite kısıtının bu alana atanan toplam kişi sayısı alanın kapasitesinden büyük olmaması,

(4.94) nolu kısıt, acil durum toplanma yerlerinin en az yarıdan fazla kapasite (0.75) ile hizmet vermesini, ihtiyaçtan çok daha fazla kapasiteye sahip alanların acil durum toplanma alanı olarak seçilmemesi için modele eklenmesi,

(4.95) nolu kısıt, ise karar değişkenlerinin 0 veya 1 değeri alabileceğini göstermektedir.

5. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

5.1. UYGULAMA MODEL VERİLERİ

Uygulama modelinde birimlerin birbirine ve toplanma yerlerine olan uzaklıkları Süleyman Demirel Üniversitesi için afet öncesi önlemi olarak acil durum toplanma yerlerinin belirlenmesi ve kişilerin toplanma yerlerine uzaklıklarına göre model ele alınmıştır. Çizelge 5.1.'de Süleyman Demirel Üniversitesi'nde yer alan birimler ve onlara verilen kodlamalar gösterilirken, Çizelge 5.2.'de toplanma alanları ve verilen kodlamalar, Şekil 5.1.'de toplanma alanlarının yerleşke içi gösterimi, Çizelge 5.3.'te de Süleyman Demirel Üniversitesi'nde çalışan personel, akademik personel ve öğrenci sayıları yer almaktadır.

Çizelge 5.1. Süleyman Demirel Üniversite Birimler ve Verilen Kodlamalar

Bina No	Birimler	Bina No	Birimler
1	Rektörlük	10	Mühendislik Fakültesi
1	Genel Sekreterlik	11	Mimarlık Fakültesi
1	Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı	12	İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi
1	Personel Daire Başkanlığı	13	Fen Edebiyat Fakültesi
1	Hukuk Müşavirliği	14	Eczacılık Fakültesi
1	İdari ve Mali İşler Daire Başkanlığı	14	İlahiyat Fakültesi
2	Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı	15	Teknik Eğitim Fakültesi
2	Bilgi İşlem Daire Başkanlığı	16	Diş Hekimliği Fakültesi
3	Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı	16	Sağlık Bilimleri Enstitüsü
4	Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı	17	Tıp Fakültesi
5	Yabancı Diller Yüksekokulu	17	Sağlık Bilimleri Fakültesi
5	Uzaktan Eğitim Meslek Yüksekokulu	18	Ziraat Fakültesi
5	Güzel Sanatlar Fakültesi	18	Su Enstitüsü
5	İletişim Fakültesi	19	Orman Fakültesi
6	Isparta Meslek Yüksekokulu	19	Fen Bilimleri Enstitüsü
7	Isparta Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu	19	Sosyal Bilimler Enstitüsü
7	Eğitim Fakültesi	19	Güzel Sanatlar Enstitüsü
8	Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu	20	Teknoloji Fakültesi
9	Hukuk Fakültesi	21	Araştırma ve Uygulama Hastanesi
9	Adalet Meslek Yüksekokulu	21	Döner Sermaye Müdürlüğü
9	Eğitim Bilimleri Enstitüsü		

Çizelge 5.2. Toplanma Alanları ve Verilen Kodlamalar

Toplanma Alanları	Birimler
24 (TA 1)	Batı Stadyum
25 (TA 2)	Batı Otopark
26 (TA 3)	Doğu Öğrenci Meydanı-GSF
27 (TA 4)	Doğu Diş Fakültesi Otopark
27 (TA 5)	Doğu Ziraat Fakültesi Önü



Şekil 5.1. Toplanma Alanlarının Yerleşke İçinde Gösterimi

Çizelge 5.3. Süleyman Demirel Üniversitesinde Çalışan Personel, Akademik Personel ve Öğrenci Sayısı

Birim 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

Bu sayıların belirlenmesinde Süleyman Demirel Üniversitesi Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı ve Personel İşleri Daire Başkanlığındaki verilerden 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.

Birimlerin toplanma alanlarına uzaklıkları Çizelge 5.4.'te gösterilmiştir. Ayrıca öğrenci sayılarının belirlenmesinde %70 ve %100 kapasiteyle iki farklı çizelge elde edilmiştir. Buradaki amaç; öğrencilerin %30 devamsızlık haklarını kullandıklarını varsayarak öğrenci sayılarının %70 olduğunu gösteren Çizelge 5.5'te gösterilirken, öğrencilerin devamsızlık yapmama durumlarında öğrenci sayılarının %100 olduğunu gösteren Çizelge 5.6.'da gösterilmektedir.

Akademik ve İdari Personel Sayıları, Öğrenci Sayıları belirlendikten sonra binaların birbirine olan uzaklıkları belirlenmiştir. Belirlenen bu değerler EK Çizelgeler A.1.'de verilmiştir.

Çizelge 5.4. Birimlerin Toplanma Alanlarına Uzaklıkları (Metre)

Bina No	24	25	26	27	28
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

Çizelge 5.5. İdari Personel- Akademik Personel-Öğrenci Sayıları %70 K.

Birim 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

Çizelge 5.6. İdari Personel- Akademik Personel-Öğrenci Sayıları %100 K.

Birim 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

5.2. ÖNERİLEN MODELLER

Uygulanan modelde Süleyman Demirel Üniversitesinde yer alan birimlerin, belirlenen beş farklı acil durum toplanma alanlarına herhangi bir afet durumunda tahliyeleri planlanmıştır. Burada iki farklı senaryo kullanılmıştır. Birinci senaryoda %70 öğrenci kapasitesi ve ikinci senaryoda %100 öğrenci kapasitesi çözümleri elde edilmiştir.

Önerilen modelde %70 ve %100 kapasite ile 1 m² ataması, 1,5 m² ataması, 2 m² ataması, $\otimes(1;1,5)m^2$ ataması ve $\otimes(1,5;2)m^2$ ataması yapılmıştır. Yapılan bu atamalar Gri Kümeleme MATLAB ve Gri P-Medyan GAMS yazılımı ile gerçekleştirilmiştir.

5.3. GRİ KÜMELEME MODELİ İLE ELDE EDİLEN ÇÖZÜMLER

Gri kümeleme modeline göre altı farklı durum için atama yapılmıştır. Bunlar; kısıtsız atama modeli, 1 m² ataması, 1,5 m² ataması, 2 m² ataması, $\otimes(1;1,5)m^2$ ataması ve $\otimes(1,5;2)m^2$ ataması yapılmıştır. Ayrıca %70 ve %100 öğrenci kapasiteleriyle MATLAB uygulamasında çözümlenmiştir.

5.3.1. Kısıtsız Durumda Yapılan Gri Kümeleme Model Atamaları

Gri kümeleme modeline göre; kısıtsız atama modeli %70 ve %100 öğrenci kapasiteleriyle yapılmıştır. Kısıtsız durumda K.K.O. Çizelge 5.7.'de gösterilmektedir. Kısıtsız durumda %70 ve %100 öğrenci kapasitesiyle yapılan gri kümeleme ataması Çizelge 5.8.'de, şekil gösterimi Şekil 5.2.'de gösterilmektedir. Yapılan modelde %70 ve %100 öğrenci kapasitesiyle (Ö.K.) TA 2'ye (Batı Otoparkı) 1, 2, 3, 8, 10, 11, 15, 20 numaralı atama; TA 3'e (Doğu Öğrenci Meydanı, GSF) 4, 5, 6, 9, 12, 13, 23 numaralı atama; TA 4'e (Doğu Dış Fakültesi Otopark) 7, 14, 16, 17, 21 numaralı atama; TA 5'e (Doğu Ziraat Fakültesi Önü) 18, 19, 22 numaralı atama yapılmıştır.

Çizelge 5.7. Kısıtsız Durumda Kapasite Kullanım Oranı

Toplanma Alanları	Birimler
24 (TA 1)	12076
2 5 (TA 2)	15715
26 (TA 3)	7911
27 (TA 4)	10509
27 (TA 5)	62314

Çizelge 5.8. Kısıtsız Durumda Gri Kümeleme Model Ataması %70-%100 Ö.K.

TA 1		TA 2		TA 3		TA 4		TA 5	
	1	321	4	17	7	2060	18	1090	
	2	31	5	1026	14	1667	19	8971	
	3	79	6	4899	16	669	22	270	
	8	4016	9	1189	17	2657			
	10	5309	12	6813	21	811			
	11	579	13	3448					
	15	147	23	69					
	20	2084							
T.		12566		17530		7864		10331	



Şekil 5.2. Kısıtsız Durumda Gri Kümeleme Model Ataması %70-%100 Ö.K.

5.3.2. Kısıtlı Durumda Yapılan Gri Kümeleme Model Atamaları

Uygulanan gri kümeleme modelinde 1 m² ataması, 1,5 m² ataması, 2 m² ataması, $\otimes(1;1,5)m^2$ ataması ve $\otimes(1,5;2)m^2$ ataması gerçekleştirilmiştir. Bu atamalar

belirlenen kapasitelerine göre yerleştirilmiştir. Kapasiteler (K.) çizelge 5.9.'da gösterilmektedir.

Çizelge 5.9. Kampüste Belirlenen Toplanma Alanı Bilgileri

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5
	1 m ²	1,5 m ²	2 m ²	⊗(1;1,5)m ²	⊗(1,5;2)m ²
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
				Dg 0,4	Dg 0.285

5.3.2.1. Gri Kümeleme Modeli İle %70 Öğrenci Kapasitesi

1 m² atamasına göre:

Yapılan modelde 1 m² atamasında bütün toplanma alanlarına atama gerçekleştirilmiştir. TA 1'e 12 numaralı atama, TA 2'ye 1, 2, 3, 8, 10, 11, 15, 20 numaralı atama, TA 3'e 4, 5, 6, 9, 23 numaralı atama, TA 4'e 7, 14, 16, 17, 21 numaralı atama ve TA 5'e 13, 18, 19, 22 numaralı atama yapılmıştır. Yapılan atamaların kapasiteleri Çizelge 5.10.'da gösterilirken, şekil gösterimi Ek B.1.'de gösterilmektedir. Ayrıca 1 m² atamasında ortalama kapasite kullanım oranı (K.K.O.) 0,648 olarak beş farklı atama yönteminde en düşük oranı vermektedir.

Çizelge 5.10. Gri Kümeleme Modeli 1 m² Ataması %70 Ö.K.

TA 1		TA 2		TA 3		TA 4		TA 5	
12	6813	1	321	4	17	7	2060	13	3448
		2	31	5	1026	14	1667	18	1090
		3	79	6	4899	16	669	19	8971
		8	4016	9	1189	17	2657	22	270
		10	5309	23	69	21	811		
		11	579						
		15	147						
		20	2084						
T.		6813	12566		7200		7864		13779
K.		12076	15715		7911		10509		62314
K.K.O.		0,564	0,799		0,910		0,748		0,221

1,5 m² atamasına göre:

Yapılan modelde 1,5 m² atamasında bütün toplanma alanlarına atama gerçekleştirilmiştir. TA 1'e 3, 6, 15, 20, numaralı atama, TA 2'ye 1, 2, 8, 10, 11 numaralı atama, TA 3'e 4, 5, 21, 23 numaralı atama, TA 4'e 7, 9, 16, 17 numaralı atama ve TA 5'e 13, 12, 14, 18, 19, 22, numaralı atama yapılmıştır. Yapılan

atamaların kapasiteleri Çizelge 5.11.'de gösterilirken, şekil gösterimi Ek B.2.'de gösterilmektedir. Ayrıca 1,5 m² atamasında ortalama K.K.O. 0,742 olarak beş farklı atama yönteminde üçüncü sıralama oranını vermektedir.

Çizelge 5.11. Gri Kümeleme Modeli 1,5 m² Ataması %70 Ö.K.

	TA 1		TA 2		TA 3		TA 4		TA 5	
	3	79	1	321	4	17	7	2060	12	6813
	6	4899	2	31	5	1026	9	1189	13	3448
	15	147	8	4016	21	811	16	669	14	1667
	20	2084	10	5309	23	69	17	2657	18	1090
			11	579					19	8971
									22	270
T.		7209		10256		1923		6575		22259
K.		8051		10477		5274		7006		41543
K.K.O.		0,895		0,978		0,364		0,938		0,535

2 m² ataması:

Yapılan modelde 2 m² atamasında bütün toplanma alanlarına atama gerçekleştirilmiştir. TA 1'e 3, 10, 15 numaralı atama, TA 2'ye 1, 2, 8, 11 numaralı atama, TA 3'e 4, 5, 20, 23 numaralı atama, TA 4'e 7, 9, 16 numaralı atama ve TA 5'e 6, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 21, 22, numaralı atama yapılmıştır. Yapılan atamaların kapasiteleri Çizelge 5.12.'de gösterilirken, şekil gösterimi Şekil 5.3.'te gösterilmektedir. Ayrıca 2 m² atamasında ortalama K.K.O. 0,816 bulunarak beş farklı atama yönteminde birinci sırada yer almasını sağlamaktadır. Burada kapasitenin en yüksek oranda kullanılması, optimal kullanımını sağlayan atama yöntemi olarakta söylenebilir.

Çizelge 5.12. Gri Kümeleme Modeli 2 m² Ataması %70 Ö.K.

	TA 1		TA 2		TA 3		TA 4		TA 5	
	3	79	1	321	4	17	7	2060	6	4899
	10	5309	2	31	5	1026	9	1189	12	6813
	15	147	8	4016	20	2084	16	669	13	3448
			11	579	23	69			14	1667
									17	2657
									18	1090
									19	8971
									21	811
									22	270
	T.		5535		4947		3196		3918	
K.		6038		7858		3956		5255		31157
K.K.O.		0,916		0,629		0,807		0,745		0,982



Şekil 5.3. Gri Kümeleme Modeli 2 m² Ataması %70 Ö.K.

$\otimes(1;1,5)m^2$ ataması:

Yapılan modelde $\otimes(1;1,5)m^2$ atamasında bütün toplanma alanlarına atama gerçekleştirilmiştir. TA 1'e 12 numaralı atama, TA 2'ye 1, 2, 3, 8, 10, 11, 15, 20 numaralı atama, TA 3'e 4, 5, 6, 23 numaralı atama, TA 4'e 7, 9, 14, 16, 17, 21 numaralı atama ve TA 5'e 13, 18, 19, 22 numaralı atama yapılmıştır. Yapılan atamaların kapasiteleri Çizelge 5.13.'de gösterilirken, şekil gösterimi Ek B.3.'te gösterilmektedir. Ayrıca $\otimes(1;1,5)m^2$ atamasında ortalama K.K.O. 0,739 olarak beş farklı atama yönteminde dördüncü sırada yer almaktadır.

Çizelge 5.13. Gri Kümeleme Modeli $\otimes(1;1,5)m^2$ Ataması %70 Ö.K.

	TA 1		TA 2		TA 3		TA 4		TA 5	0,739
	12	6813	1	321	4	17	7	2060	13	3448
			2	31	5	1026	9	1189	18	1090
			3	79	6	4899	14	1667	19	8971
			8	4016	23	69	16	669	22	270
			10	5309			17	2657		
			11	579			21	811		
			15	147						
			20	2084						
T.		6813		12566		6011		9053		13779
K.		10466		13620		6856		9108		54005
K.K.O.		0,650		0,922		0,876		0,993		0,255

$\otimes(1,5;2)m^2$ ataması:

Yapılan modelde $\otimes(1,5;2)m^2$ atamasında bütün toplanma alanlarına atama gerçekleştirilmiştir. TA 1'e 3, 10, 15 numaralı atama, TA 2'ye 1, 2, 8, 11, 13 numaralı atama, TA 3'e 4, 5, 9, 20, 23 numaralı atama, TA 4'e 7, 16, 17, 21 numaralı atama ve TA 5'e 6, 12, 14, 18, 19, 22 numaralı atama yapılmıştır. Yapılan atamaların kapasiteleri Çizelge 5.14.'te gösterilirken, şekil gösterimi Ek B.4.'te gösterilmektedir. Ayrıca $\otimes(1;1,5)m^2$ atamasında ortalama K.K.O. 0,813 olarak beş farklı atama yönteminde kapasitenin en iyi kullanılmasını ikinci sırada sağlayan atama yöntemidir.

Çizelge 5.14. Gri Kümeleme Modeli $\otimes(1,5;2)m^2$ Ataması %70 Ö.K.

TA 1		TA 2		TA 3		TA 4		TA 5	
3	79	1	321	4	17	7	2060	6	4899
10	5309	2	31	5	1026	16	669	12	6813
15	147	8	4016	9	1189	17	2657	14	1667
		11	579	20	2084	21	811	18	1090
		13	3448	23	69			19	8971
								22	270
T.	5535		8395		4385		6197		23710
K.	7476		9728		4897		6506		38575
K.K.O.	0,740		0,862		0,895		0,952		0,614

5.3.2.2. Gri Kümeleme Modeli İle %100 Öğrenci Kapasitesi

$1 m^2$ atamasına göre:

Yapılan modelde %100 öğrenci kapasitesiyle $1 m^2$ atamasında bütün toplanma alanlarına atama gerçekleştirilmiştir. TA 1'e 12, 23 numaralı atama, TA 2'ye 1, 2, 3, 8, 10, 11, 15, 20 numaralı atama, TA 3'e 4, 5, 9, 13 numaralı atama, TA 4'e 6, 7 numaralı atama ve TA 5'e 14, 16, 17, 18, 19, 21, 22 numaralı atama yapılmıştır. Yapılan atamaların kapasiteleri Çizelge 5.15.'te gösterilirken, şekil gösterimi Ek B.5.'de gösterilmektedir. Ayrıca $1 m^2$ atamasında ortalama K.K.O. 0,786 olarak beş farklı atama yönteminde ortanca sıradadır.

Çizelge 5.15. Gri Kümeleme Modeli 1 m² Ataması %100 Ö.K.

	TA 1		TA 2		TA 3		TA 4		TA 5	
	12	9658	1	321	4	17	6	6973	14	2336
	23	69	2	31	5	1385	7	2907	16	891
			3	79	9	1676			17	3581
			8	5706	13	4830			18	1485
			10	2907					19	12767
			11	808					21	914
			15	201					22	382
			20	2943						
T.		9727		12996		7908		9880		22356
K.		12076		15715		7911		10509		62314
K.K.O.		0,805		0,826		0,999		0,940		0,358

1,5 m² atamasına göre:

Yapılan modelde %100 öğrenci kapasitesiyle 1,5 m² atamasında bütün toplanma alanlarına atama gerçekleştirilmiştir. TA 1'e 10 numaralı atama, TA 2'ye 1, 2, 3, 8, 11, 15, 20 numaralı atama, TA 3'e 4, 5, 9, 16, 21, 23 numaralı atama, TA 4'e 6 numaralı atama ve TA 5'e 7, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 22 numaralı atama yapılmıştır. Yapılan atamaların kapasiteleri Çizelge 5.16.'da gösterilirken, şekil gösterimi Şekil 5.4.'te gösterilmektedir. Ayrıca 1,5 m² atamasında ortalama K.K.O. 0,947 olarak beş farklı atama yönteminde kapasiteyi en yüksek dolduran orandır.

Çizelge 5.16. Gri Kümeleme Modeli 1,5 m² Ataması %100 Ö.K.

	TA 1		TA 2		TA 3		TA 4		TA 5	
	10	7479	1	321	4	17	6	6973	7	2907
			2	31	5	1385			12	9658
			3	79	9	1676			13	4830
			8	5706	16	891			14	2336
			11	808	21	914			17	3581
			15	201	23	69			18	1485
			20	2943					19	12767
									22	382
T.		7479		10089		4952		6973		37946
K.		8051		10477		5274		7006		41543
K.K.O.		0,928		0,962		0,938		0,995		0,913



Şekil 5.4. Gri Kümeleme Modeli 1,5 m² Ataması %100 Ö.K.

2 m² atamasına göre;

Yapılan gri kümeleme modelinde %100 öğrenci kapasitesi 2 m² atamasında öğrenci sayısının fazlalığından (67439) ve alan yetersizliğinden (54263) dolayı uygun atama koşulu sağlanamamıştır.

⊗(1;1,5)m² atamasına göre;

Yapılan modelde %100 öğrenci kapasitesiyle ⊗(1;1,5)m² atamasında bütün toplanma alanlarına atama gerçekleştirilmiştir. TA 1'e 12, 15, 23 numaralı atama, TA 2'ye 1, 2, 3, 8, 10 numaralı atama, TA 3'e 4, 5, 9, 11, 20 numaralı atama, TA 4'e 6, 16, 21 numaralı atama ve TA 5'e 7, 13, 14, 17, 18, 19, 22 numaralı atama yapılmıştır. Yapılan atamaların kapasiteleri Çizelge 5.17.'de gösterilirken, şekil gösterimi Ek B.6.'da gösterilmektedir. Ayrıca ⊗(1;1,5)m² atamasında ortalama K.K.O. 0,886 olarak beş farklı atama yönteminde kapasiteyi en yüksek dolduran ikinci orandır.

Çizelge 5.17. Gri Kümeleme Modeli $\otimes(1;1,5)m^2$ Ataması %100 Ö.K.

	TA 1		TA 2		TA 3		TA 4		TA 5	
	12	9658	1	321	4	17	6	6973	7	2907
	15	201	2	31	5	1385	16	891	13	4830
	23	69	3	79	9	1676	21	914	14	2336
			8	5706	11	808			17	3581
			10	7479	20	2943			18	1485
									19	12767
									22	382
T.		9928		13616		6829		8778		28288
K.		10466		13620		6856		9108		54005
K.K.O.		0,948		0,999		0,996		0,963		0,523

$\otimes(1,5;2)m^2$ atamasına göre;

Yapılan gri kümeleme modelinde %100 öğrenci kapasitesi $\otimes(1,5;2)m^2$ ataması; öğrenci sayısının fazlalığından (67439) ve alan yetersizliğinden (67182) dolayı uygun atama koşulu sağlanamamıştır. %100 öğrenci kapasitesinde uygulanması gereken atama yöntemleri 1 m², 1,5 m² ve $\otimes(1;1,5)m^2$ atama olarak uygulanmalıdır.

5.4. GRİ P-MEDYAN MODELİ İLE ELDE EDİLEN ÇÖZÜMLER

Gri P-Medyan modeline göre; 1 m² ataması, 1,5 m² ataması, 2 m² ataması, $\otimes(1;1,5)m^2$ ataması ve $\otimes(1,5;2)m^2$ ataması yapılmıştır. Bu atamalar %70 ve %100 öğrenci kapasitesiyle GAMS uygulamasında çözümlenmiştir.

5.4.1. Gri P-Medyan Modeli İle %70 Öğrenci Kapasitesi

1 m² atamasına göre;

Yapılan modelde %70 öğrenci kapasitesiyle 1 m² atamasında bütün toplanma alanlarına atama gerçekleştirilmiştir. TA 1'e 9,20 numaralı atama, TA 2'ye 1, 2, 3, 8, 10, 11, 15 numaralı atama, TA 3'e 4, 5, 13, 23 numaralı atama, TA 4'e 12, 17, 21 numaralı atama ve TA 5'e 6, 7, 14, 16, 18, 19, 22 numaralı atama yapılmıştır. Yapılan atamaların kapasiteleri Çizelge 5.18.'de gösterilirken, şekil gösterimi Ek B.7.'de gösterilmektedir. Ayrıca 1 m² atamasında ortalama K.K.O. 0,561 olarak beş farklı atama yönteminde kapasiteyi en verimsiz kullanan atama olarak da söylenebilir.

Çizelge 5.18. Gri P-Medyan Modeli 1 m² Ataması %70 Ö.K.

TA 1		TA 2		TA 3		TA 4		TA 5	
9	1189	1	321	4	17	12	6813	6	4899
20	2084	2	31	5	1026	17	2657	7	2060
		3	79	13	3448	21	811	14	1667
		8	4016	23	69			16	669
		10	5309					18	1090
		11	579					19	8971
		15	147					22	270
T.		3273		10482		4560		10281	
K.		12076		15715		7911		10509	
K.K.O.		0,271		0,667		0,576		0,978	

1,5 m² atamasına göre:

Yapılan modelde %70 öğrenci kapasitesiyle 1,5 m² atamasında bütün toplanma alanlarına atama gerçekleştirilmiştir. TA 1'e 5, 9, 15, 20 numaralı atama, TA 2'ye 1, 2, 3, 8, 10, 11 numaralı atama, TA 3'e 4, 6, 23 numaralı atama, TA 4'e 12 numaralı atama ve TA 5'e 7, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 21, 22 numaralı atama yapılmıştır. Yapılan atamaların kapasiteleri Çizelge 5.19.'da gösterilirken, şekil gösterimi Ek B.8.'de gösterilmektedir. Ayrıca 1,5 m² atamasında ortalama K.K.O. 0,795 olarak beş farklı atama yönteminde üçüncü sırada yer alarak kapasiteyi nasıl doldurduğunu göstermektedir.

Çizelge 5.19. Gri P-Medyan Modeli 1,5 m² Ataması %70 Ö.K.

TA 1		TA 2		TA 3		TA 4		TA 5	
5	1026	1	321	4	17	12	6813	7	2060
9	1189	2	31	6	4899			13	3448
15	147	3	79	23	69			14	1667
20	2084	8	4016					16	669
		10	5309					17	2657
		11	579					18	1090
								19	8971
								21	811
								22	270
T.		4446		10335		4985		6813	
K.		8051		10477		5274		7006	
K.K.O.		0,552		0,986		0,945		0,972	

2 m² atamasına göre:

Yapılan modelde %70 öğrenci kapasitesiyle 2 m² atamasında bütün toplanma alanlarına atama gerçekleştirilmiştir. TA 1'e 10 numaralı atama, TA 2'ye 1, 2, 3, 8, 11, 15, 20 numaralı atama, TA 3'e 4, 5, 9, 23 numaralı atama, TA 4'e 14, 17, 21 numaralı atama ve TA 5'e 6, 7, 12, 13, 16, 18, 19, 22 numaralı atama yapılmıştır. Yapılan atamaların kapasiteleri Çizelge 5.20.'de gösterilirken, şekil gösterimi

Şekil 5.5.'te gösterilmektedir. 2 m² atamasında ortalama K.K.O. 0,853 olarak beş farklı atama yönteminde ilk sırada yer alarak kapasiteyi maksimum seviyede kullanan atama modeli olarak söylenir.

Çizelge 5.20. Gri P-Medyan Modeli 2 m² Ataması %70 Ö.K.

TA 1		TA 2		TA 3		TA 4		TA 5	
10	5309	1	321	4	17	14	1667	6	4899
		2	31	5	1026	17	2657	7	2060
		3	79	9	1189	21	811	12	6813
		8	4016	23	69			13	3448
		11	579					16	669
		15	147					18	1090
		20	2084					19	8971
								22	270
T.		5309	7257		2301		5135		28220
K.		6038	7858		3956		5255		31157
K.K.O.		0,879	0,923		0,581		0,977		0,905



Şekil 5.5. Gri P-Medyan Modeli 2 m² Ataması %70 Ö.K.

⊗(1;1,5)m² ataması:

Yapılan modelde %70 öğrenci kapasitesiyle ⊗(1;1,5)m² atamasında bütün toplanma alanlarına atama gerçekleştirilmiştir. TA 1'e 1, 9, 20 numaralı atama, TA 2'ye 2, 3, 8, 10, 11, 13, 15 numaralı atama, TA 3'e 4, 5, 6, 23 numaralı atama, TA 4'e 12, 21 numaralı atama ve TA 5'e 7, 14, 16, 17, 18, 19, 22 numaralı atama

yapılmıştır. Yapılan atamaların kapasiteleri Çizelge 5.21.'de gösterilirken, şekil gösterimi Ek B.9.'da gösterilmektedir. Ayrıca $\otimes(1;1,5)m^2$ atamasında ortalama K.K.O. 0,675 olarak beş farklı atama yönteminde dördüncü sırada yer alarak kapasiteyi doldurmaktadır.

Çizelge 5.21. Gri P-Medyan Modeli $\otimes(1;1,5)m^2$ Ataması %70 Ö.K.

TA 1		TA 2		TA 3		TA 4		TA 5	
1	321	2	31	4	17	12	6813	7	2060
9	1189	3	79	5	1026	21	811	14	1667
20	2084	8	4016	6	4899			16	669
		10	5309	23	69			17	2657
		11	579					18	1090
		13	3448					19	8971
		15	147					22	270
T.		3594		13609		6011		7426	
K.		10466		13620		6856		9108	
K.K.O.		0,343		0,999		0,876		0,837	

$\otimes(1,5;2)m^2$ ataması:

Yapılan modelde %70 öğrenci kapasitesiyle $\otimes(1,5;2)m^2$ atamasında bütün toplanma alanlarına atama gerçekleştirilmiştir. TA 1'e 1, 11, 20 numaralı atama, TA 2'ye 2, 3, 8, 10, 15 numaralı atama, TA 3'e 4, 5, 13, 23 numaralı atama, TA 4'e 9, 14, 17, 21 numaralı atama ve TA 5'e 6, 7, 12, 16, 18, 19, 22 numaralı atama yapılmıştır. Yapılan atamaların kapasiteleri Çizelge 5.22.'de gösterilirken, şekil gösterimi Ek B.10.'da gösterilmektedir. Ayrıca $\otimes(1,5;2)m^2$ atamasında ortalama K.K.O. 0,851 olarak beş farklı atama yönteminde ikinci sırada yer alarak kapasiteyi doldurmaktadır.

Çizelge 5.22. Gri P-Medyan Modeli $\otimes(1,5;2)m^2$ Ataması %70 Ö.K.

TA 1		TA 2		TA 3		TA 4		TA 5	
1	321	2	31	4	17	9	1189	6	4899
11	579	3	79	5	1026	14	1667	7	2060
20	2084	8	4016	13	3448	17	2657	12	6813
		10	5309	23	69	21	811	16	669
		15	147					18	1090
								19	8971
								22	270
T.		2984		9582		4560		6324	
K.		7476		9728		4897		6506	
K.K.O.		0,399		0,984		0,931		0,972	

5.4.2. Gri P-Medyan Modeli İle %100 Öğrenci Kapasitesi

1 m² atamasına göre:

Yapılan modelde %100 öğrenci kapasitesiyle 1 m² atamasında bütün toplanma alanlarına atama gerçekleştirilmiştir. TA 1'e 12 numaralı atama, TA 2'ye 1, 2, 3, 8, 10, 11, 15 numaralı atama, TA 3'e 4, 6, 23 numaralı atama, TA 4'e 5, 9, 14, 17, 21 numaralı atama ve TA 5'e 7, 13, 16, 18, 19, 20, 22 numaralı atama yapılmıştır. Yapılan atamaların kapasiteleri Çizelge 5.23.'de gösterilirken, şekil gösterimi Ek B.11.'de gösterilmektedir. Ayrıca 1 m² atamasında ortalama K.K.O. 0,796 olarak beş farklı atama yönteminde üçüncü sırada yer alarak kapasiteyi doldurmaktadır.

Çizelge 5.23. Gri P-Medyan Modeli 1 m² Ataması %100 Ö.K.

TA 1		TA 2		TA 3		TA 4		TA 5	
12	9658	1	321	4	17	5	1385	7	2907
		2	31	6	6973	9	1676	13	4830
		3	79	23	69	14	2336	16	891
		8	5706			17	3581	18	1485
		10	7479			21	914	19	12767
		11	808					20	2943
		15	201					22	382
T.		9658	14625		7059		9892		26205
K.		12076	15715		7911		10509		62314
K.K.O.		0,799	0,930		0,892		0,941		0,420

1,5 m² atamasına göre:

Yapılan modelde %100 öğrenci kapasitesiyle 1,5 m² atamasında bütün toplanma alanlarına atama gerçekleştirilmiştir. TA 1'e 10 numaralı atama, TA 2'ye 1, 2, 3, 8, 11, 15, 20 numaralı atama, TA 3'e 4, 5, 9, 23 numaralı atama, TA 4'e 14, 17, 21 numaralı atama ve TA 5'e 6, 7, 12, 13, 16, 18, 19, 22 numaralı atama yapılmıştır. Yapılan atamaların kapasiteleri Çizelge 5.24.'te gösterilirken, şekil gösterimi Şekil 5.6.'da gösterilmektedir. Ayrıca 1,5 m² atamasında ortalama K.K.O. 0,884 olarak beş farklı atama yönteminde birinci sırada yer alarak kapasiteyi neredeyse tam kapasiteyle doldurmuştur.

Çizelge 5.24. Gri P-Medyan Modeli 1,5 m² Ataması %100 Ö.K.

TA 1		TA 2		TA 3		TA 4		TA 5	
10	7479	1	321	4	17	14	2336	6	6973
		2	31	5	1385	17	3581	7	2907
		3	79	9	1676	21	914	12	9658
		8	5706	23	69			13	4830
		11	808					16	891
		15	201					18	1485
		20	2943					19	14767
								22	382
T.		7479		10089		3147		6831	
K.		8051		10477		5274		7006	
K.K.O.		0,928		0,962		0,596		0,975	



Şekil 5.6. Gri P-Medyan Modeli 1,5 m² Ataması %100 Ö.K.

2 m² atamasına göre:

Yapılan modelde %100 öğrenci kapasitesiyle 2 m² atamasında öğrenci sayısının fazlalığından ve alan yetersizliğinden dolayı uygun atama koşulu sağlanamamıştır. %100 öğrenci kapasitesinde uygulanması gereken atama yöntemleri 1 m², 1,5 m² ve 1-1,5 m² gri atama olarak uygulanmalıdır.

⊗(1;1,5)m² atamasına göre:

Yapılan modelde %100 öğrenci kapasitesiyle ⊗(1;1,5)m² atamasında bütün toplanma alanlarına atama gerçekleştirilmiştir. TA 1'e 1, 12 numaralı atama, TA 2'ye 2, 3, 8, 10, 15 numaralı atama, TA 3'e 4, 5, 9, 20, 23 numaralı atama, TA 4'e

14, 17, 21 numaralı atama ve TA 5'e 6, 7, 11, 13, 16, 18, 19, 22 numaralı atama yapılmıştır. Yapılan atamaların kapasiteleri Çizelge 5.25.'te gösterilirken, şekil gösterimi Ek B.12.'da gösterilmektedir. Ayrıca $\otimes(1;1,5)m^2$ atamasında ortalama K.K.O. 0,831 olarak beş farklı atama yönteminde ikinci sırada yer alarak kapasiteyi doldurmaktadır.

Çizelge 5.25. Gri P-Medyan Modeli $\otimes(1;1,5)m^2$ Ataması %100 Ö.K.

TA 1		TA 2		TA 3		TA 4		TA 5	
1	321	2	31	4	17	14	2336	6	6973
12	9658	3	79	5	1385	17	3581	7	2907
		8	5706	9	1676	21	914	11	808
		10	7479	20	2943			13	4830
		15	201	23	69			16	891
								18	1485
								19	12767
								22	382
T.		9979		16496		6090		6831	
K.		10466		13620		6856		9108	
K.K.O.		0,953		0,990		0,888		0,750	

$\otimes(1,5;2)m^2$ atamasına göre;

Yapılan modelde %100 öğrenci kapasitesiyle $\otimes(1,5;2)m^2$ atamasında öğrenci sayısının fazlalığından ve alan yetersizliğinden dolayı uygun atama koşulu sağlanamamıştır. %100 öğrenci kapasitesinde uygulanması gereken atama yöntemleri $1 m^2$, $1,5 m^2$ ve $\otimes(1;1,5)m^2$ atama olarak uygulanmalıdır.

5.4. MODELLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Uygulanan tez çalışmasında kısıtsız durumda gri kümeleme modeli için MATLAB ve gri p-medyan modeli için GAMS yazılımı uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlarda ortalama K.K.O.'ları Çizelge 5.26.'da ve Gri Kümeleme ve Gri P-Medyan Modeli atamaları Çizelge 5.27.'de gösterilmektedir.

Kısıtsız kümeleme modelinde %70 kapasitede K.K.O. en iyi olduğu yer TA 5 iken, %100 kapasitede K.K.O.'nın en iyi olduğu yer TA 4'tür. Kısıtlı durumda %70 kapasitede K.K.O. en iyi olduğu yer TA 3 iken, %100 kapasitede K.K.O.'nın en iyi olduğu yer TA 2'dir.

Çizelge 5.26. Araştırma Modellerinin Kapasite Kullanım Oranlarına Göre Karşılaştırılması

MODEL	TA 1	TA 2	TA 3	TA 4	TA 5
	1 m ²	1,5 m ²	2 m ²	⊗(1;1,5)m ²	⊗(1,5;2)m ²
Gri Kümeleme %70	0,648	0,742	0,816	0,739	0,813
Gri Kümeleme %100	0,786	0,947	ÇÖZÜM YOK	0,886	ÇÖZÜM YOK
Gri P-Medyan %70	0,561	0,795	0,853	0,675	0,851
Gri P-Medyan %100	0,796	0,884	ÇÖZÜM YOK	0,831	ÇÖZÜM YOK

Çizelge 5.27. Gri Kümeleme ve Gri P-Medyan Modellerinin Atamaları

	TA 1	TA 2	TA 3	TA 4	TA 5
Gri Kümeleme Modeli %70 Ö.K.	12	1, 2, 3, 8, 10, 11, 15, 20	4, 5, 6, 9, 23	7, 14, 16, 17, 21	13, 18, 19, 22
	3, 6, 15, 20	1, 2, 8, 10, 11	4, 5, 21, 23	7, 9, 16, 17	12, 13, 14, 18, 19, 22
	3, 10, 15	1, 2, 8, 11	4, 5, 20, 23	7, 9, 16	6, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 21, 22
	12	1, 2, 3, 8, 10, 11, 15, 20	4, 5, 6, 23	7, 9, 14, 16, 17, 21	13, 18, 19, 22
Gri Kümeleme Modeli %100 Ö.K.	3, 10, 15	1, 2, 8, 11, 13	4, 5, 9, 20, 23	7, 16, 17, 21	6, 12, 14, 18, 19, 22
	12, 23	1, 2, 3, 8, 10, 11, 15, 20	4, 5, 9, 13	6, 7	14, 16, 17, 18, 19, 21, 22
	10	1, 2, 3, 8, 11, 15, 20	4, 5, 9, 16, 21, 23	6	7, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 22
			ÇÖZÜM YOK		
Gri P-Medyan Modeli %70 Ö.K.	12, 15, 23	1, 2, 3, 8, 10	4, 5, 9, 11, 20	6, 16, 21	7, 13, 14, 17, 18, 19, 22
			ÇÖZÜM YOK		
	9, 20	1, 2, 3, 8, 10, 11, 15	4, 5, 13, 23	12, 17, 21	6, 7, 14, 16, 18, 19, 22
	5, 9, 15, 20	1, 2, 3, 8, 10, 11	4, 6, 23	12	7, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 21, 22
Gri P-Medyan Modeli %100 Ö.K.	10	1, 2, 3, 8, 11, 15, 20	4, 5, 9, 23	14, 17, 21	6, 7, 12, 13, 16, 18, 19, 22
	1, 9, 20	2, 3, 8, 10, 11, 13, 15	4, 5, 6, 23	12, 21	7, 14, 16, 17, 18, 19, 22
	1, 11, 20	2, 3, 8, 10, 15	4, 5, 13, 23	9, 14, 17, 21	6, 7, 12, 16, 18, 19, 22
	12	1, 2, 3, 8, 10, 11, 15	4, 6, 23	5, 9, 14, 17, 21	7, 13, 16, 18, 19, 20, 22
Gri P-Medyan Modeli %100 Ö.K.	10	1, 2, 3, 8, 11, 15, 20	4, 5, 9, 23	14, 17, 21	6, 7, 12, 13, 16, 18, 19, 22
			ÇÖZÜM YOK		
	1, 12	2, 3, 8, 10, 15	4, 5, 9, 20, 23	14, 17, 21	6, 7, 11, 13, 16, 18, 19, 22
			ÇÖZÜM YOK		

6. SONUÇ VE TARTIŞMA

Her an yaşanabilecek ve dünyanın her yerinde meydana gelebilecek deprem, su, sel taşkınları, toprak kayması, heyelan, çığ, fırtına, hortum, kasırga, yanardağ patlaması, yangınlar gibi doğal afetlerle karşı karşıya kalabilmektedir (Deniz, 2012). Yaşanabilecek bu afet durumlarından dolayı acil durumda 'ne yapılmalı, nasıl hareket edilmeli ve nereye gidilmeli' bu durumlar göz önünde bulundurularak acil durum planlanması yapılmalıdır. Yapılacak acil durum planlanmasında ilk önce acil durum toplanma yerleri belirlenmeli ve olası bir acil durum halinde insanların oraya ulaşımı sağlanmalıdır.

Acil durum toplanma yerleri yaşanacak afet olaylarından kişileri uzak tutacak, düzlük bir alan, imkânlara yakınlık ve en az hasarla atlatılacak kurtarıcı bölge olarak düşünülür. Acil durum toplanma yerlerine afet durumlarında insanların sevki sağlanırken hangi birimin, mahallenin, köyün vb. nereye yönlendirilebileceği o anda değil daha önceden belirlenmelidir. Çünkü panik anında bütün insanların aynı alana sevki; yapılacak tıbbi müdahaleyi, yaşam koşullarını, barınma olanaklarını olumsuz etkiler ve istenilen sağlıklı koşula ulaşmalarını engeller. Bu durumlar düşünülerek acil durum toplanma alanları belirlenmeli ve bu alanların kapasitelerine göre atama yapılmalıdır.

Bu çalışmada, Süleyman Demirel Üniversitesi'nin herhangi bir acil durumda yaşanacak olumsuzluğa karşı önerilen acil durum planının devreye sokularak hangi birimlerin hangi toplanma alanlarına sevk edilmesinin gerektiği belirtilmiştir. Bunun için belirlenen 23 birimin çalışanları ve öğrenci sayılarıyla, kullanım alanı ve elverişli konumuna göre belirlenen 5 acil durum toplanma yeri; TA 1 (Batı Stadyum), TA 2 (Batı Otopark), TA 3 (Doğu Öğrenci Meydanı, GSF), TA 4 (Doğu Dış Fakültesi Otopark) ve TA 5 (Doğu Ziraat Fakültesi Önü) ile çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışma 5 farklı atama koşulu 1 m^2 , $1,5 \text{ m}^2$, 2 m^2 , $\otimes(1,1,5) \text{ m}^2$ ve $\otimes(1,5;2) \text{ m}^2$ ataması ile test edilmiştir. Çalışmada öğrencilerin devamsızlık hakları da göz önünde bulundurularak üniversitede olma ve olmama koşulları da belirlenmiştir. Buna göre, %70 ve %100 öğrenci kapasitesiyle MATLAB ve GAMS yazılımında optimal çözümler

gerçekleştirilmiştir. Sonuçlara göre, %70 öğrenci kapasitesinde en iyi K.K.O. 2m² atamasında 0,853 ile gerçekleşirken, %100 öğrenci kapasitesinde K.K.O. 1,5 m² atamasında 0,884 kapasite kullanımıyla uygulanan atama yöntemlerinde ilk sırada yer almaktadır. Bu durum kapasitenin tamamen dolu olmasa da erişebilecekleri en yüksek K.K.O. ulaştıklarını göstermektedir.

Yapılan atamalarda;

Gri Kümeleme model çözümünde %70 öğrenci kapasitesinde 2 m² atamasında TA 1'e 3, 10, 15, TA 2'ye 1, 2, 8, 11, TA 3'e 4, 5, 20, 23, TA 4'e 7, 9, 16 ve TA 5'e 6, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 21, 22 ile K.K.O. 0,816 iken; %100 öğrenci kapasitesinde 1,5 m² atamasında TA 1'e 10, TA 2'ye 1, 2, 3, 8, 11, 15, 20, TA 3'e 4, 5, 9, 16, 21, 23, TA 4'e 6 ve TA 5'e 7, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 22 ile K.K.O.0,947 ile atama gerçekleştirilmiştir.

Gri P-Medyan model çözümünde %70 öğrenci kapasitesinde 2 m² atamasında ve %100 öğrenci kapasitesinde 1,5 m² atamasında aynı atama gerçekleştirilerek TA 1'e 10, TA 2'ye 1, 2, 3, 8, 11, 15, 20, TA 3'e 4, 5, 9, 23, TA 4'e 14, 17, 21 ve TA 5'e 6, 7, 12, 13, 16, 18, 19, 22 atamaları yapılmıştır. Burada %70 öğrenci kapasitesinde 0,853 ve %100 öğrenci kapasitesinde 0,884 olan K.K.O. sebebi öğrenci sayılarının değişikliğinden kaynaklanmaktadır.

Yapılan çalışmanın gelecekte karşılaşılabilecek her hangi bir afet durumunda kullanılması hayati önem taşıdığı söylenebilir. SDÜ için bir Acil Eylem Planı olma özelliği taşıyan tez çalışması, hangi birimlerin hangi toplanma alanlarına atanması/sevk edilmesi problemine etkin bir çözüm getirmiştir.

Önerilen yeni yöntem ile birimlerin atama önceliklerini belirleyerek riski en aza indirme çalışmasına da katkı yapmaktadır. Süleyman Demirel Üniversitesi için aşağıdaki özel durumlar önerilen modellerde yer almamaktadır:

- Kredi ve Yurtlar Kurumu yerleşke içinde yer alsa bile ayrı bir kurum olduğu için yurtlarda bulunan kişi sayısı dikkate alınmamıştır ve yurtlar bina listesine dâhil edilmemiştir.

- Güzel Sanatlar Fakültesi, Uzaktan Eğitim MYO, Enformatik Bölümü, Yabancı Diller Yüksekokulu, Sağlık Kültür ve Spor Daire Başkanlığı, Merkez Yemekhanesi, Merkez Kütüphane birimleri fiziksel olarak Ertokuş Bey Derslikleri adı verilen birbirine bağlı bir binada yer almaktadır. Bu birimler ayrı ayrı bina listesine eklenmiştir.
- Ertokuş Bey Dersliklerinde (merkezi derslikler) farklı fakültelerin farklı bölümleri eğitim faaliyetlerini gerçekleştirmektedirler. Bu durum dikkate alınmadan her fakültenin öğrencisi kendi binasında kabul edilmiştir.
- Fen Bilimleri Enstitüsü, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Güzel Sanatlar Enstitüsü öğrencilerinin ders döneminde ve tez dönemi içinde olanların Orman Fakültesi'nin de yer aldığı binada aktif olarak bulunmamalarına rağmen ilgili bina için toplam öğrenci sayısı dikkate alınmıştır.
- Birimlerin birbirlerine olan uzaklıkları kuşbakışı mesafe olarak (öklidyen) ele alınmıştır ve binalar arası ulaşım süresi dikkate alınmamıştır.
- Deprem anında hastanede bulunabilecek hasta sayısı öngörülmemiştir. Araştırma ve Uygulama Hastanesi sadece akademik ve idari personel açısından ele alınmıştır.
- Örgün ya da ikinci öğretim olma durumuna göre zaman tabanlı bir senaryo kurulmamıştır. Dolayısıyla tüm öğrenciler dikkate alınmıştır.
- Bir bina için acil toplanma yerine ulaşım süresi dikkate alınmadığından kat sayısı ve kat planlarına göre akademik, idari ve öğrenci sayıları ayrı ayrı ele alınmamıştır. Bina içi mesafeler gözardı edilmiştir.

Çalışmanın devamında gelecek araştırma konusu olarak; yukarıdaki varsayımlar ve özel durumları da kapsayan ve acil toplanma yerlerinde ihtiyaç duyulabilecek gerekli makine ekipman konteynırlarının afet lojistiği süreci şeklinde çizelgelenmesinin belirlenmesi, bu tez çalışmasının temel amacına yönelik bütünsel bir çözüm önerecektir. Ayrıca bu tez çalışmasının sonucunda önerilen yöntem ve çözümler; afet anında ve afet yönetimi sürecinde semt, mahalle, okul, üniversite vb. yerleşim alanları için araştırmacılara, endüstri uygulayıcılara, bilimsel yazına katkı/lar sağlandığı düşünülmektedir.

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, 2(2), 206–218.
- AFAD., 2013. Türkiye Afet Müdahale Planı.
- 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., Özaydın, Ö., Ülengin, F., Önsel, Ş. Ağaran, B., 2011. İstanbul’da İtfaiye İstasyonu Yerlerinin Seçimi İçin Yeni Bir Model. Endüstri Mühendisliği Dergisi, YA/EM 2009 Özel Sayısı, 22(4), 2-12.
- Akyel, R., 2007. Afet Yönetim Sistemi: Türk Afet Yönetiminde Karşılaşılan Sorunların Tespit ve Çözümüne İlişkin Bir Araştırma. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Adana.
- Alağaçağı, S., 2006. Kriz ve Afet Yönetimi: Türkiye Örneği. Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kamu Yönetimi Anabilim Dalı, 261s. Kocaeli.
- Ayçiçek, S., 2002. Heyelanlar. Afet İşleri Genel Müdürlüğü Eğitim-Haber-Bilim Dergisi, 3, Ankara.
- Aydemir, E., 2013. Kusurlu Ürünleri İçeren Ekonomik Üretim Miktarı Modelinin Gri Sistem Teorisi Yaklaşımıyla Geliştirilmesi: Endüstriyel Bir Araştırma, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, 199s., Isparta.
- 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 Human It Arian 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. Preposition in Gsupplies 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 İstasyonu ve Toplanma Merkezi İçin Yer Seçimi ve Bir Uygulama. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 28, 67-76.
- Çiçekdağı, H.İ., Kırış, Ş., 2012. Afet İstasyonu ve Toplanma Merkezi İçin Yer Seçimi ve Bir Uygulama. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 28, 67-76.
- Dedeoğlu, N., 2000. Afetlerle İlgili İki Küçük İnceleme. Toplum ve Hekim, 15, 39-40.
- 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.
- Deniz, Ş.E., 2012. Antalya İli Afet Riskleri ve Afet Yönetimi Konusu Üzerine Bir Araştırma, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 138s., Antalya.
- Dessouky, M.M., Ordonez, F., Jia, H., 2009. Solution Approaches for Facility Location of Medical Supplies for Large-Scale Emergencies. Non-published Research Reports, 133, Erişim Tarihi: 27.01.2018. 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.
- Durmuş, Y., 1995. Doğal Afetlerin Türleri, Etkileri ve Korunma Yolları, Sivil Savunma Dergisi, 37(142), Ekim-Kasım-Aralık.
- Erden, T., Coşkun, M.Z., 2010. Acil Durum Servislerinin Yer Seçimi: Analitik Hiyerarşi Yöntemi Ve CBS Entegrasyonu, İTÜ Dergisi/ Mühendislik, 9(6), 35-50.

- Ergüder, C., 2006. Entegre Afet Yönetim Sistemi ve İlkeleri. Afet Yönetiminin Temel İlkeleri, Ankara.
- Ergünay, O., 1998. Acil Yardım Planlaması ve Afet Yönetimi, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Şubat, Ankara.
- Ergünay, O., 2002. Afete Hazırlık ve Afet Yönetimi. Türkiye Kızılay Genel Müdürlüğü Afet Operasyon Merkezi (AFOM), Ankara.
- Feng, C.M., Wang, R.T., 2000. Performance Evaluation for Airlines Including the Consideration of Financial Ratios. Journal of Air Transport Management, 6, 133-142.
- Fişek, G.O., Kabasakal, H., 2008. Afet ve İnsan; 1999 Marmara Depreminin Yansımaları. Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi, İstanbul.
- 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.
- Güler, E., 2012. Afet Yönetimi: Cumhuriyet Dönemi Afet Yönetimi Mevzuatı ve Uygulaması. Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kamu Yönetimi Anabilim Dalı, Kamu Yönetimi Bilim Dalı, Doktora Tezi, 220s. Ankara.
- 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.
- Gürer, İ., Yavaş Ö.M., 1994. Anadolu’da Çığ Sorunu. Sivil Savunma Dergisi, Ankara, Sivil Savunma Genel Müdürlüğü Yayını, 36(135).

- Hale, T., Moberg, C.R., 2005. Improving Supply Chain Disaster Preparedness: A Decisionprocess 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, 8(4), 683–693.
- Isparta İli Deprem Haritesi, Erişim Tarihi: 26.10.2017. <http://www.deprem.gov.tr/tr/kategori/deprem-bolgeleri-haritasi-28841>.
- İlik, B., Cook, Ö.D., Kadioğlu, M., 2011. Engelliler İçin Depremde İlk 72 Saat. İstanbul.
- İsmep, 2014. İstanbul Sismik Riskin Azaltılması ve Acil Durum Hazırlık Projesi. İstanbul Afet Müdahale Planı, İsmep Rehber Kitaplar.
- Japon Uluslararası İşbirliği Ajansı (JICA), 2004. Türkiye’de Doğal Afetler Konulu Ülke Strateji Raporu. Ankara.
- 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.
- Kadioğlu, M., 2011. Afet Yönetimi Beklenilmeyeni Beklemek En Kötüsünü Yönetmek. T.C. Marmara Belediyeler Birliği, 219s. İstanbul.
- Kaili, D., Qingming, Z., Li, S., 2012. GIS-Based Responsibility are Asubdivision for Metropolitan Emergency Shelters - Case Study of Wuchangdistrict, Wuhan city. 6th International Association for China Planning (IACP) Conference, 6, 17-19, Wuhan, HubeiProvince, China.
- Kaya, M., 2013. Türk Kamu Yönetiminde Gönüllülük ve Afet Yönetimi, Atılım Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kamu Yönetimi ve Siyaset Bilimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 199s. Ankara.

- 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.
- Levitt, A.M., 1997. *Disaster Planning and Recovery*, John Wiley and Sons Inc., USA.
- Liu, M., Zhao, L., 2007. An Improved GLP Model Base on Complete Center Approach GM(1,1) for Emergency Logistics Distribution. *Proceedings of 2007 IEEE International Conference on Grey Systems and Intelligent Services*, November, 18-20, Nanjing, China.
- Liu, S., Yi, L., 2006. *Grey Information*, Springer, 503 s., Almanya.
- Liu, S., Lin, Y., 2010. *Grey Systems Theory and Applications*. Springer, 379 s, Almanya.
- Lixin, Y., Lingling, G., Dong, Z., Junxue, Z., Zhanwu, G., 2012. An Analysis on Disasters 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.

- Mete, O., Zabinsky, Z.B., 2010. Stochastic Optimization of Medical Supply Location and Distribution in Disaster Management, *International Journal of Production Economics*, 126, 76-84.
- Murali, P., Ordóñez, F., Dessouky, M.M., 2012. Facility Location Under Demand un Certainty: Responseto a Large-Scalebio-Terrorattack. *Socio-Economic Planning Sciences*, 46(1), 78-87.
- Nozick, L.K., Turnquist, M. A., 2001. Inventory, Transportation, Service Quality and The Location of Distribution Centers. *European Journal of Operational Research*, 129(2), 362-371.
- Oktaý. E., 1998. Acil Yardım Planlaması ve Afet Yönetimi. AİGM, Ankara.
- Öner, Z.S., 2010. Türkiye’de Afet Yönetimi ve Niğde Örneği. Niğde Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kamu Yönetimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 131s. Niğde.
- Özdemir, P., İlki, A., 2004. Hasar Tespiti Çalışmaları ve Hak Sahipliği Tespiti. İçişleri Bakanlığı Eğitim Dairesi Başkanlığı Afet Yönetimi 55. Dönem Mülki İdare Amirleri Semineri, Ders Notu, Ankara.
- Özey, R., 2006. Afetler Coğrafyası, Aktif Yayınevi.
- Özmen, B., Nurlu, M., Güler, H., 1997. Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Deprem Bölgelerinin İncelenmesi. Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Öztemel, E., 2009. Endüstri Mühendisliğine Giriş, Papatya Yayınevi.
- 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), Ocak, DOI:<http://dx.doi.org/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, DOI:10.1080/00207543.2016.1174344.

- Salman, F.S., Yücel, E., 2015. Emergency Facility Location Under Random Network Damage: Insights 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*, 14(1), 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.
- Sürmeli, D., 2011. Yapay Sinir Ağları İle Afet Yönetiminde Sosyal Zarar Görebilirlik Riskinin Belirlenmesi. Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Üretim Yönetimi ve Pazarlama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 91s. Sakarya.
- Şahin, S., 2017. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle Bulanık Ortamda Afet Yönetimi Sistemi İle Geçici Barınma Alanları Yer Seçimi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 46s. İstanbul.
- Şahin, Y., Altın, F.G., 2016. Çadırkent Yer Seçimi Modeli İçin Bir Atama Modeli: Isparta Örneği. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(9), 323-336.
- Şengün, H., 2007. Afet Yönetimi Sistemi ve Marmara Depremin Sonrasında Yaşanan Sorunlar. Ankara Üniversitesi Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara.
- Temiz, S., 1998. Afet, Afet Türleri ve Afette Karşılaşılan Sorunlar. *Sivil Savunma Dergisi*, 151(40), 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.
- Törenci, H.E., 2015. Afet Yönetimi ve Bursa’da Sağlık Sektöründe Afet Yönetimi. Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Yönetimi Anabilim Dalı, Hastane ve Sağlık Kurumları Yönetimi Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 112s. İstanbul.
- Türk Dil Kurumu Sözlüğü, 2005. Ankara.
- Ural, D.N., 1996. Afet Politikaları ve Afetlerin Ekonomik Boyutu: Türkiye Uygulaması, Ankara: ODTÜ, Afet Yönetimi Uygulama ve Araştırma Merkezi.

- Wehmeier, S., 1994. Oxford Wordpower Dictionary, Oxford University Press, Sixth Impression.
- Yahşı, A.S., 2007. Afet Yönetimi ve Barındırma Örneği. Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 125s. Antalya.
- Yılmaz, A., 2004. Afet Yönetimi. Sivil Savunma Dergisi, 177(46), 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), 20.
- 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, DOI 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.

EKLER

EK A. Çizelgeler

Çizelge A.1. Birimlerin Birbirlerine Olan Uzunlukları

Başlangıç	Bitiş	Kuş Bakışı Mesafe Ölçekli 1/2500 (m)	Ölçeksiz (m)	Başlangıç	Bitiş	Kuş Bakışı Mesafe Ölçekli 1/2500 (m)	Ölçeksiz (m)
1	2	265268	106	2	15	300000	120
1	3	966740	387	2	16	2812500	1125
1	4	1277778	511	2	17	2835000	1134
1	5	1573368	629	2	18	3262500	1305
1	6	1912253	765	2	19	2922500	1169
1	7	2224405	890	2	20	342500	137
1	8	725810	290	2	21	3405000	1362
1	9	1990625	796	2	22	2315000	926
1	10	246703	99	2	23	1800000	720
1	11	802900	321	2	24	1227500	491
1	12	2284750	914	2	25	760000	304
1	13	1473733	589	2	26	1637500	655
1	14	2942215	1177	2	27	2842500	1137
1	15	490955	196	2	28	2810000	1124
1	16	2547205	1019	3	4	2097500	839
1	17	2567718	1027	3	5	2385000	954
1	18	3025773	1210	3	6	2710000	1084
1	19	2670865	1068	3	7	2847500	1139
1	20	578443	231	3	8	615000	246
1	21	3142820	1257	3	9	2830000	1132
1	22	2066828	827	3	10	737500	295
1	23	1547238	619	3	11	747500	299
1	24	1070000	428	3	12	3170000	1268
1	25	540000	216	3	13	2122500	849
1	26	1377500	551	3	14	3557500	1423
1	27	2577500	1031	3	15	507500	203
1	28	2575000	1030	3	16	3310000	1324
2	3	810000	324	3	17	3380000	1352
2	4	1552500	621	3	18	3402500	1361
2	5	1837500	735	3	19	3197500	1279
2	6	2177500	871	3	20	522500	209
2	7	2482500	993	3	21	3940000	1576
2	8	757500	303	3	22	2585000	1034
2	9	2250000	900	3	23	2440000	976
2	10	280000	112	3	24	2025000	810
2	11	872500	349	3	25	1115000	446
2	12	2537500	1015	3	26	2242500	897
2	13	1732500	693	3	27	3282500	1313
2	14	3202500	1281	3	28	2957500	1183

Çizelge A.1. Birimlerin birbirlerine olan uzaklıkları (Devamı)

4	5	265000	106	6	8	2145000	858
4	6	627500	251	6	9	215000	86
4	7	1037500	415	6	10	2042500	817
4	8	1555000	622	6	11	2067500	827
4	9	735000	294	6	12	625000	250
4	10	1415000	566	6	13	685000	274
4	11	1490000	596	6	14	1212500	485
4	12	1100000	440	6	15	2362500	945
4	13	435000	174	6	16	635000	254
4	14	1722500	689	6	17	672500	269
4	15	1732500	693	6	18	1775000	710
4	16	1267500	507	6	19	1190000	476
4	17	1292500	517	6	20	2477500	991
4	18	2050000	820	6	21	1232500	493
4	19	1550000	620	6	22	925000	370
4	20	1847500	739	6	23	535000	214
4	21	1860000	744	6	24	1557500	623
4	22	1050000	420	6	25	1592500	637
4	23	445000	178	6	26	575000	230
4	24	1112500	445	6	27	747500	299
4	25	982500	393	6	28	1472500	589
4	26	225000	90	7	8	2237500	895
4	27	1315000	526	7	9	857500	343
4	28	1650000	660	7	10	2285000	914
5	6	337500	135	7	11	2125000	850
5	7	855000	342	7	12	1190000	476
5	8	1830000	732	7	13	750000	300
5	9	472500	189	7	14	722500	289
5	10	1705000	682	7	15	2600000	1040
5	11	1760000	704	7	16	677500	271
5	12	842500	337	7	17	907500	363
5	13	490000	196	7	18	1100000	440
5	14	1490000	596	7	19	527500	211
5	15	2022500	809	7	20	2730000	1092
5	16	977500	391	7	21	1280000	512
5	17	1002500	401	7	22	387500	155
5	18	1927500	771	7	23	1170000	468
5	19	1382500	553	7	24	2135000	854
5	20	2137500	855	7	25	1755000	702
5	21	1572500	629	7	26	1075000	430
5	22	970000	388	7	27	512500	205
5	23	350000	140	7	28	855000	342
5	24	1275000	510	8	9	2282500	913
5	25	1242500	497	8	10	500000	200
5	26	257500	103	8	11	145000	58
5	27	1052500	421	8	12	2647500	1059
5	28	1565000	626	8	13	1535000	614
6	7	675000	270	8	14	2945000	1178

Çizelge A.1. Birimlerin birbirlerine olan uzaklıkları (Devamı)

8	15	595000	238	10	26	1535000	614
8	16	2725000	1090	10	27	2672500	1069
8	17	2815000	1126	10	28	2560000	1024
8	18	2800000	1120	11	12	2587500	1035
8	19	2582500	1033	11	13	1435000	574
8	20	722500	289	11	14	2825000	1130
8	21	3360000	1344	11	15	737500	295
8	22	1967500	787	11	16	2630000	1052
8	23	1937500	775	11	17	2730000	1092
8	24	1750000	700	11	18	2657500	1063
8	25	575000	230	11	19	2452500	981
8	26	1725000	690	11	20	867500	347
8	27	2680000	1072	11	21	3270000	1308
8	28	2350000	940	11	22	1842500	737
9	10	2137500	855	11	23	1890000	756
9	11	2212500	885	11	24	1785000	714
9	12	415000	166	11	25	545000	218
9	13	877500	351	11	26	1675000	670
9	14	1310000	524	11	27	2575000	1030
9	15	2455000	982	11	28	2210000	884
9	16	645000	258	12	13	1292500	517
9	17	590000	236	12	14	1470000	588
9	18	1950000	780	12	15	2765000	1106
9	19	1350000	540	12	16	727500	291
9	20	2562500	1025	12	17	527500	211
9	21	1160000	464	12	18	2235000	894
9	22	1135000	454	12	19	1622500	649
9	23	492500	197	12	20	2862500	1145
9	24	1512500	605	12	21	1002500	401
9	25	1717500	687	12	22	1515000	606
9	26	612500	245	12	23	735000	294
9	27	822500	329	12	24	1627500	651
9	28	1670000	668	12	25	2075000	830
10	11	600000	240	12	26	927500	371
10	12	2457500	983	12	27	990000	396
10	13	1537500	615	12	28	2012500	805
10	14	3007500	1203	13	14	1472500	589
10	15	320000	128	13	15	1852500	741
10	16	2665000	1066	13	16	1195000	478
10	17	2710000	1084	13	17	1310000	524
10	18	3012500	1205	13	18	1655000	662
10	19	2702500	1081	13	19	1210000	484
10	20	447500	179	13	20	1982500	793
10	21	3275000	1310	13	21	1837500	735
10	22	2087500	835	13	22	647500	259
10	23	1720000	688	13	23	810000	324
10	24	1315000	526	13	24	1537500	615
10	25	765000	306	13	25	1037500	415

Çizelge A.1. Birimlerin birbirlerine olan uzaklıkları (Devamı)

13	26	632500	253	17	24	2075000	830
13	27	1155000	462	17	25	2265000	906
13	28	1235000	494	17	26	1200000	480
14	15	3322500	1329	17	27	545000	218
14	16	740000	296	17	28	1672500	669
14	17	975000	390	18	19	612500	245
14	18	935000	374	18	20	3437500	1375
14	19	475000	190	18	21	1915000	766
14	20	3452500	1381	18	22	1005000	402
14	21	980000	392	18	23	2257500	903
14	22	772500	309	18	24	3172500	1269
14	23	1747500	699	18	25	2502500	1001
14	24	2765000	1106	18	26	2180000	872
14	25	2495000	998	18	27	1297500	519
14	26	1757500	703	18	28	455000	182
14	27	520000	208	19	20	3145000	1258
14	28	980000	392	19	21	1387500	555
15	16	2937500	1175	19	22	612500	245
15	17	3030000	1212	19	23	1695000	678
15	18	3300000	1320	19	24	2657500	1063
15	19	3007500	1203	19	25	2185000	874
15	20	140000	56	19	26	1645000	658
15	21	3595000	1438	19	27	702500	281
15	22	2392500	957	19	28	517500	207
15	23	2030000	812	20	21	3707500	1483
15	24	1522500	609	20	22	2527500	1011
15	25	825000	330	20	23	2125000	850
15	26	1847500	739	20	24	1560000	624
15	27	2992500	1197	20	25	960000	384
15	28	2842500	1137	20	26	1952500	781
16	17	257500	103	20	27	3117500	1247
16	18	1562500	625	20	28	2985000	1194
16	19	957500	383	21	22	1675000	670
16	20	3105000	1242	21	23	1642500	657
16	21	645000	258	21	24	2617500	1047
16	22	1075000	430	21	25	2820000	1128
16	23	1135000	454	21	26	1772500	709
16	24	2155000	862	21	27	800000	320
16	25	2195000	878	21	28	1900000	760
16	26	1212500	485	22	23	1317500	527
16	27	300000	120	22	24	2172500	869
16	28	1417500	567	22	25	1570000	628
17	18	1820000	728	22	26	1200000	480
17	19	1217500	487	22	27	897500	359
17	20	3140000	1256	22	28	602500	241
17	21	570000	228	23	24	1025000	410
17	22	1292500	517	23	25	1360000	544
17	23	1075000	430	23	26	222500	89

Çizelge A.1. Birimlerin birbirlerine olan uzaklıkları (Devamı)

23	27	1272500	509	25	26	1150000	460
23	28	1912500	765	25	27	2182500	873
24	25	1290000	516	25	28	2047500	819
24	26	1015000	406	26	27	1310000	524
24	27	2297500	919	26	28	1800000	720
24	28	2770000	1108	27	28	1175000	470



EK B. Şekiller



Şekil B.1. Gri Kümeleme Modeli 1 m² Ataması %70 Ö.K.



Şekil B.2. Gri Kümeleme Modeli 1,5 m² Ataması %70 Ö.K.



Şekil B.3. Gri Kümeleme Modeli $\otimes(1;1,5)m^2$ Ataması %70 Ö.K.



Şekil B.4. Gri Kümeleme Modeli $\otimes(1,5;2)m^2$ Ataması %70 Ö.K.



Şekil B.5. Gri Kümeleme Modeli 1 m² Ataması %100 Ö.K.



Şekil B.6. Gri Kümeleme Modeli $\otimes(1;1,5)m^2$ Ataması %100 Ö.K.



Şekil B.7. Gri P-Medyan Modeli 1 m² Ataması %70 Ö.K.



Şekil B.8. Gri P-Medyan Modeli 1,5 m² Ataması %70 Ö.K.



Şekil B.9. Gri P-Medyan Modeli $\otimes(1;1,5)m^2$ Ataması %70 Ö.K.



Şekil B.10. Gri P-Medyan Modeli $\otimes(1,5;2)m^2$ Ataması %70 Ö.K.



Şekil B.11. Gri P-Medyan Modeli 1 m² Ataması %100 Ö.K.



Şekil B.12. Gri P-Medyan Modeli $\otimes(1;1,5)m^2$ Ataması %100 Ö.K.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Damla YALÇINER
Doğum Yeri ve Yılı : Isparta, 1990
Medeni Hali : Bekâr
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : damlayalciner@gmail.com

Eğitim Durumu

Lise : Giresun Hamdi Bozbağ Anadolu Lisesi, 2008
Lisans : SDÜ, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri
SDÜ, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Sağlık Yönetimi
(Çift Anadal)
Yüksek Lisans : SDÜ, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Anabilim Dalı

Mesleki Deneyim

SDÜ Gönen MYO	2016-2017
SDÜ Isparta MYO	2016-2018

Yayınları

Yalçiner, D., 2017, En İyi Mevduat Bankasının Belirlenmesinde TOPSIS ve ELECTRE Yöntemlerinin Kullanılması, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 235s., Isparta.

Yalçiner, D., Aydemir, E. 2017, Acil Durum Toplanma Yerlerinin Belirlenmesi: Süleyman Demirel Üniversitesi Örneği, 18. Uluslararası Ekonometri, Yöneylem Araştırması ve İstatistik Sempozyumu, 10(5-7), 226, Trabzon.

Yalçiner, D., Karaatlı, M., 2018, Mevduat Bankası Seçimi Sürecinde TOPSIS ve ELECTRE Yöntemlerinin Kullanılması, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 23(2), 401-423.