



**T.C. İSTANBUL TİCARET
ÜNİVERSİTESİ**

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**AFETLERDE GEÇİCİ TESİS YERİ SEÇİMİ:
ÜSKÜDAR İLÇESİ İÇİN BİR UYGULAMA**

Sümevra KAYA

**Danışman
Yrd. Doç.Dr. Ali Osman KUŞAKCI**

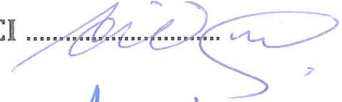
**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
İSTANBUL - 2018**

KABUL VE ONAY SAYFASI

Sümevra KAYA tarafından hazırlanan "Afetlerde Geçici Tesis Yeri Seçimi: Üsküdar İlçesi İçin Bir Uygulama" adlı tez çalışması 07/02/18 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri önünde başarı ile savunularak, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Yüksek Lisans Programında **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

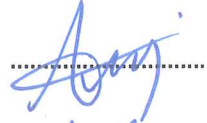
Danışman

Yrd.Doç.Dr. Ali Osman KUŞAKCI
İbn Haldun Üniversitesi



Jüri Üyesi

Yrd.Doç.Dr. Berk AYVAZ
İstanbul Ticaret Üniversitesi



Jüri Üyesi

Yrd.Doç.Dr. Fatih ÖZTÜRK
İstanbul Medeniyet Üniversitesi



Onay Tarihi: 16/2/2018


Prof. Dr. Necip ŞİMŞEK
Enstitü Müdürü

AKADEMİK VE ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

Tarih 07.02.2018

İmza 

Sümeyra KAYA

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	5
2.1. Optimal Metotlar.....	6
2.2. Sezgisel Metotlar.....	10
2.3. ÇKKV Yöntemine Dayalı Metotlar	12
3. AFET KAVRAMI	19
3.1. Afet Tanımı.....	19
3.2. Afet Türleri.....	20
3.2.1. Doğa kaynaklı afetler.....	20
3.2.2. Teknoloji/insan kaynaklı afetler	21
3.3. Afetlerin Tarihsel Gelişimi.....	22
3.3.1. Dünya’da afetlerin tarihsel gelişimi.....	22
3.3.2. Türkiye’de afetlerin tarihsel gelişimi.....	24
3.3.3. İstanbul’da afetlerin tarihsel gelişimi	27
4. AFET YÖNETİMİ VE LOJİSTİĞİ.....	29
4.1. Afet Yönetimi	29
4.2. Afet Yönetimi Kapsamı ve Evreleri	30
4.2.1. Zarar azaltma.....	33
4.2.2. Hazırlıklı olma	33
4.2.3. Müdahale.....	34
4.2.4. İyileştirme	34
4.3. Türkiye’de Afet Yönetimi	35
4.3.1. Afet ve acil durum yönetimi başkanlığı(AFAD).....	36
4.3.2. Afet koordinasyon merkezi(AKOM)	37
4.3.3. Kızılay	38
4.3.4. Arama kurtarma derneği(AKUT)	39
4.4. Lojistik ve Afet Lojistiği	40
4.4.1. Lojistik.....	40
4.4.2. Afet lojistiği.....	41
4.4.3. Afet lojistiği aşamaları.....	42
4.4.3.1. Afet öncesi hazırlık lojistik faaliyetleri	42
4.4.3.2. Afet müdahale süreci lojistik faaliyetleri	46
4.4.3.3. Afet müdahalesinin ardından lojistik faaliyetler	47
4.4. Lojistik ve Afet Lojistiği Karşılaştırılması.....	49
4.5. Afet Yönetiminde Tesis Yer Seçimi Problemleri	51
5. AFET LOJİSTİĞİ KAPSAMINDA GEÇİCİ TESİS YERİ TESPİTİ	52
5.1. Çalışmanın Amacı.....	52
5.2. Çalışma Kapsamı	52
5.3. Problem Tanımı ve Modellenmesi.....	54

5.4. Matematiksel Model.....	55
5.4.1. Birinci aşama.....	55
5.4.2. Birinci aşamanın çözümü.....	57
5.4.3. İkinci aşama.....	59
5.4.4. İkinci aşamanın çözümü.....	61
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	63
KAYNAKLAR.....	64
EKLER.....	71
EK A. Gams Kodları.....	71
ÖZGEÇMİŞ.....	78



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

AFETLERDE GEÇİCİ TESİS YERİ SEÇİMİ: ÜSKÜDAR İLÇESİ İÇİN BİR UYGULAMA

Sümevra KAYA

İstanbul Ticaret Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ali Osman KUŞAKCI

2018, 78 sayfa

Afetler maddi ve manevi kayıplara sebep olan ve insan yaşamını derinden etkileyen doğa, insan ya da teknoloji kaynaklı olaylardır. Afetlerle mücadelede zararların en aza indirilmesi hızlı ve etkili bir afet yönetimi ile sağlanabilir. Bu çalışmada en önemli afet türlerinden olan depremlere yönelik olarak Üsküdar ilçesinde kurulabilecek yardım istasyonları için tesis yer seçimi konusu ele alınmıştır. Bu bağlamda iki aşamadan oluşan matematiksel bir optimizasyon modeli geliştirilmiştir. Küme kapsama problemi olarak ele alınan problemde ilk aşamada toplam ağırlıklı mesafe minimizasyonu, ikinci aşamada tesis sayısı minimizasyonunu amaçlamıştır. İlk aşamada tesislerin sayısı belirlenirken, modelin ikinci aşamasında sayısı belirlenen tesislerin lokasyonlarına karar verilmiştir. Afet sonrası en büyük belirsizlik kaynaklarından birisi olan yıkımın çapı afettede sayısını etkilemektedir. Bu da yardım istasyonlarının kapasitelerini, dolayısıyla optimal çözümü etkileyen önemli bir faktördür. Bu alandaki belirsizlik duyarlılık analizleri yapılarak incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Afet lojistiği, tam sayılı doğrusal programlama, tesis yer seçimi.

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

SELECTION OF TEMPORARY FACILITY LOCATION IN DISASTERS: A CASE STUDY FOR ÜSKÜDAR

Sümeyra KAYA

**İstanbul Commerce University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Industrial Engineering**

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Ali Osman KUŞAKCI

2018, 78 pages

Disasters are events resulting from nature, human or technology that cause material and spiritual losses and deeply effect human life. In dealing with disasters, minimization of damages can be achieved by a fast and effective disaster management. In this study, the selection of the locations of first aid stations to be established in Üsküdar District of İstanbul after an earthquake is examined. In this context, a two-stage mathematical optimization model is developed. The model, which is considered as a set covering problem, aims to minimize the total weighted distance at first stage and the total number of facilities at the second stage. While desingning a disaster logistics network, one of the vital factors effecting the solution of the problem is scope of the destruction. To address this issue sensitivity analysis is carried out in the developed models by considering possible veriations in the capacity, and the effect of the disaster.

Keywords: Disaster logistics, integer linear programming, facility location selection.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Yrd. Doç. Dr. Ali Osman KUŞAKCI'ya teőekkürlerimi sunarım.

Araştırmanın yürütülmesinde maddi ve manevi yardımlarını gördüğüm Yrd. Doç. Dr. Berk AYVAZ'a ve Arş. Görv. Emel Őeyma KÜÇÜKAŐCI'ya teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında yanımda olan aileme, eőime ve hayırlısıyla doğacak olan kızıma sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Sümevra KAYA
İSTANBUL, 2018

ŞEKİLLER

	Sayfa
Şekil 1.1. Acil durum lojistiği çalışmalarının gruplandırılması.....	3
Şekil 2.1. Yıl itibari ile çalışma sayısı dağılımı.....	5
Şekil 2.2. Tesis yer seçimi gruplandırılması.....	6
Şekil 3.1 Doğa kaynaklı afetlerin dağılımı.....	25
Şekil 3.2. Türkiye deprem bölgeleri haritası.....	27
Şekil 4.1. Klasik afet yönetim döngüsü.....	31
Şekil 5.1. Depremden Üsküdar nüfusunun %50'sinin etkilenmesi durumunda açılacak tesis sayısı	57
Şekil 5.2. Etkilenme yüzdesine bağlı açılacak toplam tesis sayısı	58



ÇİZELGELER

	Sayfa
Çizelge 2.1. Optimal metotlara dayalı çalışmalar	14
Çizelge 2.2. Sezgisel metotlara dayalı çalışmalar	16
Çizelge 2.3. Çok kriterli karar verme yöntemlerine dayalı çalışmalar.....	17
Çizelge 3.1. Tarihte etki bırakan depremler.....	23
Çizelge 3.2. Tarihte etki bırakan volkanik patlamalar.....	23
Çizelge 3.3. Tarihte etki bırakan heyelanlar.....	24
Çizelge 3.4. Tarihte etki bırakan sel ve su baskınları.....	24
Çizelge 3.5. 1900 yılından bu yana meydana gelen büyük afetler.....	26
Çizelge 4.1. Afet zaman çizelgesine göre evreler ve faaliyetler	35
Çizelge 4.2. Afet-işletme lojistiği arasındaki farklar	50
Çizelge 5.1. Mahalle-nüfus-koordinat tablosu	53
Çizelge 5.2. Etkilenme durumu afetzede sayısı değişimi	54
Çizelge 5.3. Etkilenme yüzdesi tesis sayısı değişimi	58
Çizelge 5.4. Mahallelerde açılacak tesis sayısı ve yerleri	61

SİMGELER VE KISALTMALAR

AFAD	Afet Ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
AHP	Analitik Hiyerarşi Prosesi
AİGM	Afet İşleri Genel Müdürlüğü
AKOM	Afet Koordinasyon Merkezi
ALYO	Acil Lojistik Yardım Operasyonu
CLM	Lojistik Yönetim Konseyi
CSCPM	Tedarik Zinciri Profesyonelleri Derneği
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri
DL	Deprem Lojistiği
DSÖ	Dünya Sağlık Örgütü
GAMS	Genel Cebirsel Modelleme Sistemi
IFRC	Uluslararası Kızıl Haç Ve Kızıl Ay Dernekleri Federasyonu
INSARAG	Sınıflandırılmış Orta Ekip
İBB	İstanbul Büyük Şehir Belediyesi
JICA	Japonya Uluslar Arası İşbirliği Ajansı
OHCA	Birleşmiş Milletler İnsani Yardım Örgütü
SAA	Örnek Ortalama Yaklaşımı
SAA-2	Stokastik Çok Kriterli Kabul Edilebilirlik Analizi
SMIP	Tam Sayılı Programlama
TAMP	Türkiye Afet Müdahale Planı
TBMM	Türkiye Büyük Millet Meclisi
TDK	Türk Dil Kurumu
TMMOB	Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği

1. GİRİŞ

Afetler insanlar için maddi ve manevi kayıplara neden olan, insan yaşamını derinden etkileyen insan ya da doğal kaynaklı olaylardır. Birleşmiş Milletler tarafından kabul görmüş en genel tanımıyla afet “insanlar için fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplara sebep olan, insan hayatını ve faaliyetlerini kesintiye uğratan ya da durduran toplumun kendi imkânlarıyla baş edemeyeceği doğal, teknolojik veya insan kaynaklı olaylardır” (Kadıoğlu, 2008).

Türkiye yer şekilleri, arazi yapısı ve meteorolojik koşullarının olumsuz olması nedeniyle sıklıkla doğal afetlerle karşılaşmaktadır. Türkiye başta depremler olmak üzere sel, heyelan, çığ, kuraklık, orman yangınları gibi birçok afete maruz kalmaktadır. 1900-2010 yılları arasında 285 tane hasara sebep olan deprem meydana gelmiştir. Bu depremler sonucunda 100.000’in üzerinde kişi hayatını kaybetmiş, 170.000 kişi yaralanırken, 650.000 konut ağır hasar görmüştür (Koçkan, 2015).

Türkiye’nin geçmişte yaşadığı olaylara da bakılarak afetlerle mücadele konusunda başarılı olamadığı, afet risklerin yeteri kadar azaltılamadığı görülmektedir. Bu mücadelenin başarılı olamamasının nedenleri arasında iş birliğinin zayıf olması ve iyi bir koordinasyonun sağlanamaması, yetki karmaşıklığının yaşanması gibi unsurlar yer alabilir. Afet yönetimindeki bu çok başlılığı ortadan kaldırmak için 5902 sayılı “Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkındaki Kanun” 29.05.2009 tarihinde TBMM’de kabul edilmiş ve 17.06.2009 tarih ve 27261 sayılı Resmi Gazete de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu kanunla; afet ve acil durumlar ile sivil savunmaya ilişkin hizmetleri yürütmek üzere, Başbakanlığa bağlı “Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD)” kurulmuştur. Bu kanun afet ve acil durumlar ile sivil savunmaya bağlı hizmetlerin etkin bir şekilde yürütülmesi için önlemlerin alınması ve olayların gerçekleşmesinden önce hazırlık ve zarar azaltma, olay sırasında yapılacak müdahale ve son olarak olay sonrasında yapılacak iyileştirme çalışmalarını yürüten kurum ve kuruluşlar arasındaki

uyumun sağlanması ve bu alanlardaki çalışmaların artırılması ve uygulanmasını kapsamaktadır (Koçkan, 2015).

Afet sonrası yaşanan kayıpların önlenmesi ve azaltılması etkili bir afet yönetimi ile sağlanabilir. Afet yönetimi her türlü tehlikeye karşı hazırlıklı olma, zarar azaltma, müdahale etme ve iyileştirme amacıyla mevcut kaynakları organize eden, analiz, planlama, karar alma ve değerlendirme süreçlerinin tümüdür (Kadioğlu, 2008). Afet yönetiminin etkinliğinin artmasını sağlayacak faaliyetlerden biri, hızlı bir iyileşme süreci için elzem olan afet ya da acil durum lojistiğidir (Ağdaş vd., 2014).

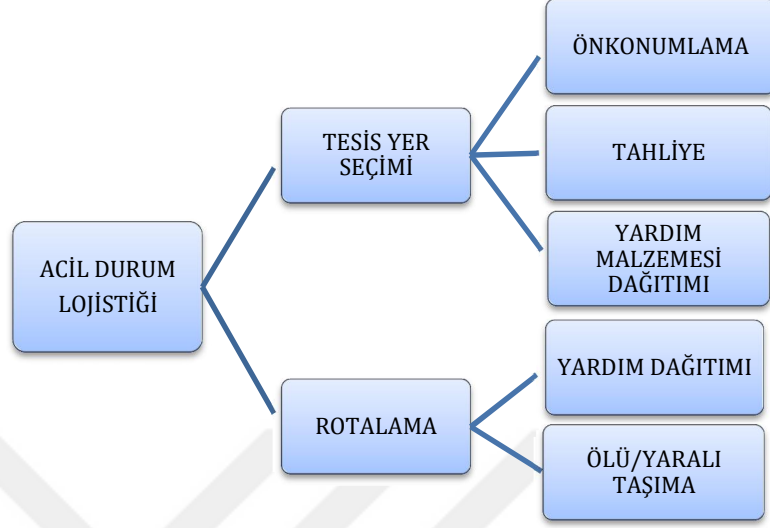
Lojistik kısaca, malzemeleri ihtiyaç duyulduğu yere ulaştırma işi olarak tanımlanmıştır. Lojistik faaliyetlerin temel amacı doğru ürünlerin, doğru zamanlarda, doğru yerlerde, doğru miktarlarda ve kullanılabilir biçimlerde en düşük maliyet ve en hızlı yöntemlerle teslim edilmesidir (Doğan, 2015).

Afet lojistiği ise, afetzedelerin ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla ürün, malzeme ve bilgi akışının ilk aşamadan son aşamaya kadar etkili ve az maliyetli olacak şekilde organize edilmesi, uygulanması ve depolanması olarak tanımlanmaktadır (Ağdaş vd., 2014). Başka bir kullanım şekliyle yardım lojistiği, çeşitli nedenlerle yardıma muhtaç olan insanlara, insani ve sosyal yardımlara konu olan materyallerin ulaştırılması için gerekli olan taşıma, depolama ve diğer lojistik süreçlerdir (Karaca, 2003).

Caunhye vd. (2011), afet lojistiğini, “tesis yer seçimi” ile “rotalama” olarak iki ana başlık altında incelemişlerdir. Tesis yer seçimi alanındaki çalışmaların ön konumlama, tahliye ve yardım malzemesi dağıtımı konularıyla ilişkili olduğunu öngörmüşlerdir (Şekil 1.1).

Şekil 1.1’de verilen gruplandırma çerçevesinde, afet lojistiği yer seçimi konusu tekil olarak değerlendirilmiş ve sadece potansiyel talebi karşılayacak en az tesisi açma amacı güdülmüştür. Bunun yanında yer seçimi ve yardım malzemesi

dağıtım ve/veya yaralı tahliyesi problemlerini birbirine bütünleşmiş süreçler olarak gören yaklaşımlar da mevcuttur.



Şekil 1.1. Acil durum lojistiği çalışmalarının gruplandırılması.

Afet lojistiği kapsamındaki tesislerin yerinin doğru seçimi, hızlı ve etkin bir müdahale için büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmanın temel amacı önemli afet türlerinden olan depremlere yönelik olarak Üsküdar ilçesinde kurulabilecek yardım istasyonları için tesis yer seçiminin yapılmasıdır.

Bu çalışma altı bölüme ayrılmıştır ve şöyle organize edilmiştir. Birinci bölüm çalışmanın giriş bölümü olup burada genel bilgilere ver verilmiştir; ikinci bölümde yer alan yazın taramasında afet lojistiği kapsamındaki tesis yer seçimi ile ilgili yapılan yöneylem araştırması temelli çalışmalar incelenerek, belirli kriterlere göre yapılan çalışmalar değerlendirilerek gruplandırılmıştır. Tarama sonucunda elde edilen çalışmaların kapsamı, yapılan modelleme ve kullandıkları metotlar özetlenmiştir. Üçüncü bölümde afet kavramı detaylı bir şekilde incelenmiştir. Afetlerde büyük öneme sahip olan afet yönetimi ve afet lojistiğine dördüncü bölümde yer verilmiştir. Beşinci bölümde çalışmanın esas amacı olan Üsküdar ilçesinde kurulabilecek geçici yardım istasyonları yer seçimi çalışması yapılmıştır. Bu bağlamda iki aşamadan oluşan matematiksel bir model geliştirilmiştir. Küme kapsama problemi olarak ele alınan model toplam ağırlıklı mesafe ve tesis sayısı minimizasyonunu amaçlamıştır. İlk aşamada tesislerin

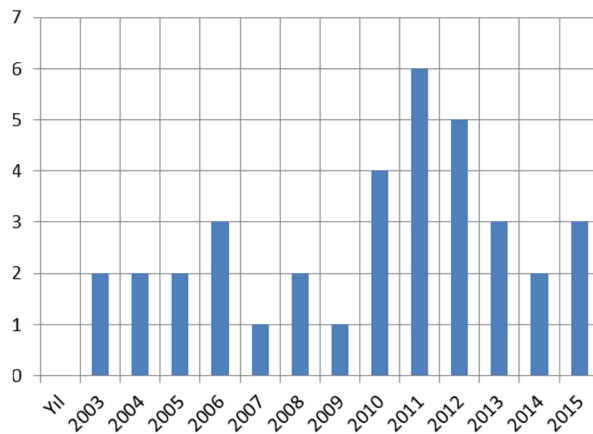
sayısı belirlenirken, modelin ikinci aşamasında sayısı belirlenen tesislerin lokasyonlarına karar verilmiştir. Kapasite değişimleri de göz önüne alınarak geliştirilen modellerde duyarlılık analizleri yapılarak sonuçlar gözlenmiştir.



2. LİTERATÜR ÖZETİ

Afet lojistiği kapsamında tesis yer seçimi ile ilgili literatürdeki çalışmalar temel olarak nitel ve nicel olarak ikiye ayrılabilir. Nitel çalışmalar matematiksel çözümlere dayandırılmayan, sözel olarak afet lojistiği kapsamında tesis yer seçimini ele alan ve problemi nitel kstaslara bağılı olarak ele alarak araştırmacılara yol gösteren çalışmalardır. Nicel çalışmalar ise endüstri mühendisliğinin temel alanlarından yöneylem araştırması ve karar analizi odaklı sayısal yaklaşımları kullanarak sayısal çözümler elde etmeyi amaçlayan çalışmaları kapsamaktadır.

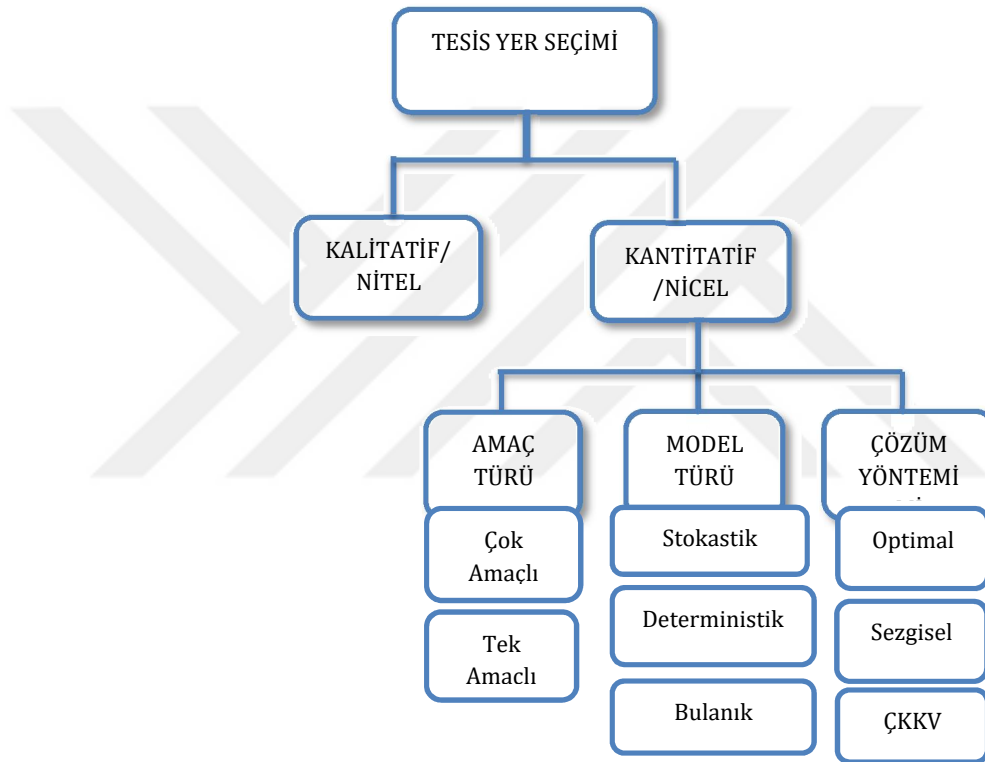
Literatür taraması yapılırken makaleler, konferans bildirileri ve tezler dikkate alınmıştır. Konferans bildirisi olarak sunulacak olan bu çalışmanın hacminin sınırlı olması dolayısıyla temelde birbirine çok yakın olan çalışmalardan sadece bir veya birkaçı eklenmiştir. 2003-2015 yılları arasında yer alan ve “afet lojistiği”, “acil durum lojistiği”, “beklenmedik durumlar lojistiği” ve “tesis yer seçimi” anahtar kelimeleri kullanılarak yapılan incelemelerde elde edilen çalışmalar değerlendirilmiştir. 2003 yılı itibarı ile bu konuda yapılan çalışmaların etkili bir şekilde başladığı, 2010 yılı itibariyle büyük ivme kazandığı ve hala yapılan çalışmaların devam ettiği görülmüştür (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Yıl itibariyle çalışma sayısı dağılımı.

Endüstri mühendisliği alanında kullanılan teknikler ile yapılan optimizasyon odaklı çalışmaların niteliklerini belirlemek için ana sıralama kriteri olarak

çözüm yöntemi başlığı seçilmiştir. Şekil 2.2’de de görüldüğü gibi, çalışmalar çözüm yöntemi başta olmak üzere model türü ve amaç fonksiyonu türü başlıkları altında değerlendirilmiştir. Çözüm yöntemi, kullanılan metotlardan yola çıkılarak optimal, sezgisel ve çok kriterli karar verme (ÇKKV) başlıklarına ayrılırken model türü model parametrelerindeki ve değişkenlerindeki belirsizlikler bakımından stokastik, deterministik ve bulanık (fuzzy) olarak ayrılmıştır. Amaç türü bakımından değerlendirdiğimizde ise yapılan çalışmaların iki ana başlığa ayrıldığı görülmüştür: çok amaçlı ve tek amaçlı.



Şekil 2.2. Tesis yer seçimi gruplandırılması

2.1. Optimal Metotlar

Yapılan bilimsel çalışmalarda optimal metotlar ciddi ağırlığa sahiptir. Bu çalışmalardan bazıları tam sayılı programlama modeli kurarak talep karşılama maksimizasyonunu amaçlamışlardır (Ulug, 2003; Karaca, 2003; Darende, 2009; Balcik ve Beamon, 2008). Ulug (2003), bunun yanında tesis sayısı minimizasyonunu da ele almıştır. Dekle vd. (2005), çalışmalarında afet iyileştirme merkezlerinin nereye açılması gerektiğini belirlemek için tam sayılı

programlama modeli kurarak tesis sayısı minimizasyonunu amaçlamışlardır. Çözüm için kullanılan dal ve sınır algoritması ile optimal çözümler elde etmişlerdir.

Chang vd. (2007), çalışmalarında kentsel sel felaketleri kurtarma organizasyon yapısı da dâhil olmak üzere yardım dağıtım planı için iki aşamalı stokastik programlama modeli kurularak maliyet minimizasyonu amaçlamışlardır. Ortalama örneklem yakınsaması ile çözülmüştür. Mete ve Zabinsky (2010), çalışmalarında tıbbi yardım malzemelerinin dağıtımı ve depolanması yer seçimi için stokastik karışık tam sayılı programlama modeli kurarak maliyet ve taşıma süresinin minimizasyonunu amaçlamışlardır. Deterministik eşdeğer metodu ile yapılan çözüm ile optimal çözüm elde etmişlerdir. Barbarosoğlu ve Arda (2004), çalışmalarında çoklu malzeme (ilaç, yiyecek, giyecek ve barınma) dağıtımını amaçlayan şebeke akış problemi geliştirmişlerdir. İki aşamalı stokastik programlama ile kurulan model maliyet minimizasyonunu amaçlamıştır. Yiğit (2010), çalışmasında yardım malzemelerinin tutulacağı depoları ve bu depoların hizmet sağlayacağı bölgeleri belirlemek için çok senaryolu tam sayılı programlama modeli kurarak maliyet minimizasyonunu amaçlamıştır. Çözümde dal ve kes metodu kullanılmıştır. Klibi vd. (2013), çalışmalarında ön konumlama ile yardım malzemelerinin yerleştirilmesine çalışmışlardır. Karışık tam sayılı programlama ile kurulan model alan kapsama maksimizasyonu ve maliyet minimizasyonu amaçlanmıştır. Garrido vd. (2015), çalışmalarında sel sonrası acil yardım malzemeleri için stok seviyeleri gibi araçlarla belirli bir olasılık ile taleplerin karşılanması konusunda çalışmışlardır. Karışık tam sayılı programlama ile kurulan model maliyet ve süre minimizasyonunu amaçlamıştır. Tzeng vd. (2007), çalışmalarında afet sonrası yardım dağıtımının etkili ve adil bir şekilde yapılması konusuna çalışmışlardır. Çok amaçlı doğrusal programlama ile kurulan model maliyet ve ulaşım süresini minimize etmeyi, aynı zamanda taleplerin karşılanmasını maksimize etmeyi amaçlamıştır. Problemi gerçek bir örnek üzerinde bulanık çok amaçlı lineer programlamadan yararlanarak çözmüşlerdir. Duran vd. (2011), çalışmalarında doğal afetlerden etkilenen insanlara zamanında ve etkili yardım sağlamak için önceden

konuşlandırılacak en uygun depo sayısı ve yerini bulmak için karışık tam sayılı programlama modeli kurmuşlardır.

Yushimito ve Ukkusuri (2007), çalışmalarında afet müdahalede stok seviyelerinin ön konumlama ile belirlenmesini konusunda çalışmışlardır. Tam sayılı programlama ile kurulan model maliyet minimizasyonu ve rota güvenilirliği maksimizasyonunu amaçlamıştır. Yi ve Özdamar (2007), afet geribildirimi aktivitelerinin yönetim için, kurulan tam sayılı programlama modeli ile servis gecikmesi minimizasyonu amaçlanmıştır. Model İstanbul deprem verileri kullanarak yapılmıştır.

Günneç (2007), çalışmasında yardım merkezi yer seçimleri için stokastik tam sayılı programlama modeli kurarak mesafe minimizasyonunu amaçlamıştır. Görmez vd. (2011), çalışmalarında afet sonrası müdahale ve yardım merkezi yer seçimi için çok amaçlı tam sayılı programlama modeli kurarak mesafe minimizasyonu ve maliyet minimizasyonunu amaçlamışlardır. Ünal (2011), çalışmasında deprem sonrası beslenme ve barınma ihtiyaçlarının karşılanması için düşünülen lojistik faaliyetler “Acil Lojistik Yardım Operasyonu (ALYO)” kapsamında “Deprem Lojistiği (DL)” ne yönelik olarak karar destek sistemi önermiştir. Bu sistem diyalog yönetimi, veri yönetimi ve model yönetiminden oluşmaktadır. Tam sayılı doğrusal programla ile kurulan model mesafe minimizasyonunu amaçlamıştır. Model yönetiminde yer seçimi için p-Medyan, uzaklıklar için Floyd algoritması, kıstasların önceliklerinin ve ağırlıklarının belirlenmesinde ise AHP yöntemi kullanılmıştır. Çiçekdağı ve Kiriş (2012), çalışmalarında afet sonrası en hızlı ve en etkin müdahale için afet istasyonlarının en uygun yere yerleştirilmesi için kümeleme analizi modeli kurmuştur. Kurulan model mesafe minimizasyonunu amaçlamıştır. Optimal çözümler arayan metotların birçoğu yardım merkezi yer seçimi için tam sayılı programlama modelleri kurarak mesafe minimizasyonunu amaçlamışlardır. Kurulan model dal ve sınır algoritmasıyla çözülmüştür (Kırıkçı, 2012; Konu, 2014).

Gümüşbuğa (2012), afet sonrası müdahalede kullanılacak ağın güvenilirliğinin arttırılmasına yönelik bir çalışma yaparak tesis yerlerini belirlemiştir. Kurulan doğrusal olmayan programlama modeli ile ağ güvenlik maksimizasyonu ve bölge risk minimizasyonu amaçlanmıştır.

Yukarıda özetle değinilen çalışmaların büyük bir kısmı yer seçimi problemini tek amaçlı ve afet öncesi karar verilmesi gereken bir problem olarak ele almıştır (Ulug, 2003; Karaca, 2003; Dekle vd. 2005; Yi ve Özdamar, 2007; Kırıkçı, 2012; Gözaydın ve Can, 2013; Konu, 2014). Bunun yanında yer seçimi ve yardım dağıtımı problemi çok dönemli ve afet sonrası bir problem olarak da ele alınabilir (Mete ve Zabinsky, 2010). Yine yapılan ilk çalışmalar afet lojistiği alanının belirsizlik, dinamik yapısı, insan odaklı olması gibi kendine özgü boyutlarını tam olarak dikkate almayarak daha çok maliyet, mesafe ve/veya tesis sayısı minimizasyonu gibi amaçlara odaklanmıştır. (Dekle vd., 2005; Kırıkçı, 2012). Bu durum, yapılan ilk çalışmaların temelinde lojistikteki klasik depo seçimi problemi olması ve afet lojistiğinin, lojistiğin bir alt başlığı olarak belirmeye başlaması ile ilgilidir ve normal bir durumdur. Nitekim afet lojistiği alanının normal lojistiğe göre farklılıklarının ortaya konması ve insan odaklı olması fikrinin belirginleşmesi kullanılan amaç fonksiyonlarını çeşitlendirmiştir. Daha sonra yapılan optimallik odaklı çalışmalara ağ güvenliğinin maksimize edilmesi, talebin karşılanmasının maksimizasyonu, gecikme minimizasyonu gibi tekil amaçları ya da bahsedilen amaçların farklı kombinasyonlarını optimize etmeyi hedefleyen çalışmalar eklenmiştir (Darende, 2009; Balcik ve Beamon, 2008; Gümüşbuğa, 2012).

Yine konunun çok boyutlu olması çok amaçlı optimizasyon çalışmalarını ön plana çıkarmıştır (Klibi, 2013; Tzeng ve Chang, 2007; Görmez vd., 2011). Tek amaçlı modellerle karşılaştırılınca daha karmaşık olan çok amaçlı modellerin hem kurulması (gerekli verilerin toplanması vs.) hem de çözümlenmesi daha zordur. Özellikle hızlı müdahalenin önem kazandığı afet lojistiği alanında bu bir dezavantajdır.

Bu alanda başka bir genişleme yönü de gerçek hayattaki belirsizliklerin modele dâhil edildiği stokastik programlamadır (Mete ve Zabinsky, 2010; Klibi, 2013; Garrido vd., 2015; Görmez vd., 2011). Afet lojistiği gerek afetin büyüklüğü (etkilenen alan, ulaşım hatlarının çoğunun zarar görmesi gibi) gerekse insani boyutları açısından belirsizlikler içeren bir alandır (Mete ve Zabinsky, 2010; Günneç vd. 2011). Daha önceden planlanan ve deterministik olarak optimal bulunan çözümler afet sonrası optimum hatta uygulanabilir olmayabilir (Klibi, 2013). Konunun bu yönleri stokastik çalışmaların önemini arttırmaktadır. Ancak doğası gereği, stokastik çalışmalar birçok model parametresi konusunda kabuller gerektirmektedir ve bu hızlı karar süreçlerinde bir dezavantaja dönüşebilir.

2.2. Sezgisel Metotlar

Tesis yer seçimi modelleri bazı durumlarda kesin çözüm veren metotlarla çözülmemiş özellikle NP-zor problemler için sezgisel metotlar kullanılmıştır (Kongsomsaksakul vd. 2005; Rawls ve Turnquist, 2010; Rath ve Gutjahr, 2014).

Kongsomsaksakul vd. (2005), çalışmalarında sel tahliye planlaması için en uygun barınma yer seçimini ele alarak iki aşamalı programlama modeli kurulmuşlardır. Kurulan model tahliye süresi minimizasyonunu amaçlamıştır.

Rawls ve Turnquist (2010), çalışmalarında bir acil müdahale planı geliştirmişlerdir. İki aşamadan oluşan çalışmada depo yerleri ve stok seviyelerinin belirlenmesinde stokastik karışık tam sayılı programlama (SMIP) modeli kurularak maliyet minimizasyonu amaçlanmıştır. Döyen (2012), çalışmasında afet yönetimindeki iki ayrı problemi incelemiştir. Birincisi afet lojistiğinde toplam tesis yerleşimi, envanter tutma, taşıma ve malzeme eksikliği maliyetlerini en küçüklenmesi. İkincisi ise bina ve yol güçlendirme kararlarının maliyet kapsamında değerlendirilmesi. Her iki problemde karışık tam sayılı doğrusal programlama ile modellenirken maliyet minimizasyonu amaçlanmıştır. Model Lagrange gevşetmesi temelli sezgisel metotlarla çözülmüştür. Zhu vd. (2010), çalışmalarında acil durumlar için kaynak

depolama yeri ve kapasiteleri problemini ele almışlardır. Kurulan doğrusal programlama modeli ile maliyet minimizasyonu amaçlanmıştır. Lin vd. (2012) çalışmalarında felaketten etkilenen alanda lojistik operasyonların verimliliğini arttırmak için geçici depo yeri seçimini incelemişlerdir. Tam sayılı programlama ile kurulan model maliyet minimizasyonunu amaçlamıştır. Problem çözümü iki aşamalı sezgisel algoritmalar ile yapılmıştır.

Çelebi (2011), çalışmasında Sakarya ili için yardım dağıtım merkezi seçimini ele almıştır. Problem tesis yeri problemi olarak ele alınarak doğrusal programlama modeli kurulmuştur. Kurulan model mesafe minimizasyonunu amaçlamış ve dört farklı sezgisel algoritma kullanılmıştır.

Özdiñç (2011), çalışmasında AKOM' un kurmayı düşündüğü Afet Müdahale Merkezi yerleştirmesini ele almıştır. Doğrusal programlama ile kurulan model yolların çökme ve kapanma durumlarını da değerlendirerek talep karşılama maksimizasyonunu amaçlamıştır. Çözüm yönteminde tabu arama sezgiseli kullanılmıştır.

Wang vd. (2014), çalışmalarında deprem sonrası yardım dağıtımı için konum yönlendirmesinde yolculuk süresini, toplam maliyeti ve güvenilirliği ele almışlardır. Doğrusal olmayan karışık tam sayılı programlama ile kurulan model maliyet ve süre minimizasyonu ile güvenlik maksimizasyonu amaçlanmıştır. Ahmadi vd. (2015), çalışmalarında deprem sonrası yardım dağıtımı için yerel depo konumlarını belirlemişlerdir. Kurulan iki aşamalı stokastik karışık tam sayılı doğrusal olmayan programlama modeli ile maliyet ve süre minimizasyonunu amaçlanmış ve problem değişken komşuluk arama ile çözülmüştür.

Rath ve Gutjahr (2014), çalışmalarında afet sonrası yardım malzemeleri için tedarik sistemi ile ara depo yerleri belirlemişlerdir. Karışık tam sayılı programlama ile kurulan model kısa vadeli ve orta vadeli maliyet minimizasyonunu amaçlamıştır.

Özdamar vd. (2004), çalışmalarında acil lojistik planlamasının bir parçası olan yardım malzemelerinin dağıtım merkezlerine gönderilmesi konusunu incelemişlerdir. Tam sayılı doğrusal programlama ile kurulan model karşılanamayan talebin minimizasyonunu amaçlamıştır. Kurulan model 1999 Marmara depremine uyarlanarak sezgisel yöntemlerle çözülmüştür.

Afet lojistiği alanındaki ilk çalışmalarda kendine daha az yer bulan sezgisel yöntemler özellikle kurulan modellerin karmaşıklaşması ve bunun sonucu olarak optimal yöntemlerin çözüm bulma konusunda yetersiz ya da yavaş kalmaları nedeniyle ağırlık kazanmıştır (Döyen, 2012; Lin vd., 2012; Özdiñç, 2011; Wang vd., 2014). Bu çalışmalardan bir kısmında parçalı teslimat (Wang vd., 2014), afet sonrası lojistik ağı kullanılamaması durumu, yardım için süre standardının getirilmesi (Ahmedi vd., 2015), kısa, orta ve uzun vadede amaçların farklılaşması (Rath ve Gutjahr, 2014), ya da ele alınan problemin yer seçimi ve kaynak atama gibi iki ayrı aşama olarak ele alınması (Lin vd., 2012) gibi konunun az değinilmiş alanlarına sezgisel yöntemlerle çözümler sunulmuştur.

Sezgisel yöntemler özellikle kısa zamanda iyi çözümlerin gerekli olduğu bu alanda optimal yöntemlere göre avantaj sağlamaktadır. Optimal ve sezgisel metotlara dayalı çalışmalar Çizelge 2.1 ve Çizelge 2.2’de özetlenmiştir.

2.3. ÇKKV Yöntemine Dayalı Metotlar

Afet lojistiği alanında tesis yer seçimi için kullanılan diğer bir temel yaklaşım ÇKKV metotlarıdır. Özellikle nitel ve bulanık kıstasların problemin bir parçası olduğu durumlarda bu yöntemlere başvurulmuştur. ÇKKV yöntemi ile yapılan çalışmalar Çizelge 2.3’de gösterilmiştir.

Rezaei (2014), çalışmasında afet sonrası en uygun barınma yerlerini belirlemek için bir karar destek sistemi geliştirmiştir. Model ÇKKV yer seçimi olarak kurulmuştur. Amaçlarda altyapı, erişilebilirlik, tehlike, kapasite ve arazi

kullanım türü yer almaktadır. Model çözümü Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi ile çözülmüştür.

Roh vd. (2013), afet lojistiği kapsamında depo yer seçimi için çalışmışlardır. Model ÇKKV ile yer seçimi için kıstas seçimi olarak kurulurken amaçlar yer, lojistik alt yapı, maliyet ve istikrar olarak belirlenmiştir. Model AHP yöntemi ile çözülmüştür.

Ağdaş vd. (2014), çalışmalarında afet lojistiği kapsamında etkin bir planlama için afet dağıtım merkezi yer seçimini ÇKKV problemi olarak ele almıştır. Model amaçlarında afetzedelere ulaşım süresi, sel risk derecesi, ulaşım imkânı, bölge afet deposuna uzaklık ve toplam maliyet yer almaktadır. Kullanılan kıstasların belirsizlik göstermesi sonucunda stokastik çok kriterli kabul edilebilirlik analizi metodu örnek probleme uygulanarak çözülmüştür.

Aslan vd. (2015), çalışmalarında Düzce İlinde belirli bir noktada kurulacak olan optimum afet istasyonunu belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla dört adet aday afet istasyonu belirlenmişlerdir. ÇKKV yöntemi ile kurulan model Bulanık TOPSIS yöntemi ile çözülmüştür.

Tesis yer seçimi konusu hem stratejik boyutları olan yönetimsel, hem de pratik boyutları olan operasyonel bir konudur. ÇKKV yöntemleri kullanılarak yapılan çalışmalar diğer iki grupta karşılaştırılınca problemin daha çok stratejik boyutuna vurgu yapmıştır (Roh vd., 2013; Aslan vd., 2015). Bu açıdan bakıldığında afet sonrası yardım dağıtım aşamalarını da içine alan yer seçimi problemleri için pratik ve hızlı bir yöntem olarak gözükmemektedir. ÇKKV yöntemlerinin konuya başka bir katkısı da karar verme sürecinin önemli bir aşaması olan kıstasların değerlendirilmesi ve önceliklerin belirlenmesidir (Rezaei, 2014).

Çizelge 2.1. Optimal yöntemlere dayalı çalışmalar

OPTİMAL	YAZARLAR	TEK/ÇOK AMAÇLI	MODEL	AMAÇ FOKSİYONU	ÇÖZÜM METODU	DETERMİNİSTİK/ STOKASTİK/ BULANIK
	Ulug (2003)	Tek	Tam sayılı programlama	Talep karşılama maksimizasyonu, Tesis sayısı minimizasyonu	Dal ve kes algoritması	Deterministik
	Karaca (2003)	Tek	Tam sayılı programlama	Talep karşılama maksimizasyonu	Maksimal kaplama	Deterministik
	Barbarosoğlu ve Arda (2004)	Tek	İki aşamalı stokastik programlama	Maliyet minimizasyonu	Stokastik programlama	Stokastik
	Deke vd. (2005)	Tek	Tam sayılı programlama	Tesis sayısı minimizasyonu	Dal ve sınır algoritması	Deterministik
	Chang vd. (2006)	Tek	Stokastik programlama	Maliyet minimizasyonu	Örnek ortalama yaklaşımı (SAA)	Stokastik
	Yi ve Özdamar (2006)	Tek	Karışık tam sayılı programlama	Servis gecikmesi minimizasyonu	Dal ve kes algoritması	Deterministik
	Tzeng vd. (2006)	Çok	Çok amaçlı doğrusal programlama	Maliyet ve süre minimizasyonu, Memnuniyet maksimizasyonu	Bulanık çok-amaçlı lineer programlama	Bulanık
	Günneç (2007)	Tek	Tam sayılı programlama	Mesafe minimizasyonu	Senaryo temelli Dal ve sınır	Stokastik
	Balcık ve Beomen (2008)	Tek	Karışık tam sayılı programlama	Talep karşılama maksimizasyonu	Dal ve sınır algoritması	Deterministik
	Ukkusuri ve Yushimono (2008)	Tek	Tam sayılı programlama	Mesafe minimizasyonu Rota güvenilirliği Maksimizasyonu	En kısa yol algoritması	Deterministik
Darende (2009)	Tek	Tam sayılı programlama	Talep karşılama maksimizasyonu	Lagrange gevşetmesi	Deterministik	

Çizelge 2.1. Optimal yöntemlere dayalı çalışmalar (devam)

OPTİMAL	YAZARLAR	TEK/ÇOK AMAÇLI	MODEL	AMAÇ FONKSİYONU	ÇÖZÜM METODU	DETERMİNİSTİK/ STOKASTİK/ BULANIK
	Mete ve Zabinsky (2010)	Tek	Karışık tam sayılı programlama	Maliyet minimizasyonu	Deterministik eşdeğer metodu	Stokastik
	Yiğit (2010)	Tek	Çok senaryolu tam sayılı programlama	Maliyet minimizasyonu	Dal ve kes algoritması	Deterministik
	Ünal (2011)	Tek	Tam sayılı doğrusal programlama	Mesafe minimizasyonu	Dal ve sınır algoritması	Deterministik
	Duran vd. (2011)	Tek	Karışık tam sayılı programlama	Talep karşılama süresi minimizasyonu	Belirtilmemiş	Stokastik
	Görmez vd. (2011)	Çok	Tam sayılı programlama	Mesafe minimizasyonu, Maliyet minimizasyonu	ϵ -kısıt algoritması	Deterministik
	Çiçekdağı ve Kiriş (2012)	Tek	Kümeleme analizi	Mesafe minimizasyonu	Ağırlık merkezi yöntemi	Deterministik
	Gümüşbuğa (2012)	Çok	Doğrusal olmayan tam sayılı programlama	Ağ güvenlik maksimizasyonu, Bölge risk minimizasyonu	Hata ağacı analizi ve Evolver yazılımının sunduğu metotlar	Stokastik
	Kırıkçı (2012)	Tek	Tam sayılı programlama	Mesafe(maliyet) Minimizasyonu	Dal ve sınır algoritması	Deterministik
	Gözyıldırım ve Can (2013)	Tek	Tam sayılı programlama	Mesafe minimizasyonu	Dal ve sınır algoritması	Deterministik
	Klibi vd. (2013)	Çok	Karışık tam sayılı programlama	Kapsama maksimizasyonu, Maliyet minimizasyonu	Ortalama örneklem yakınsaması, Dal ve kes algoritması	Stokastik

Çizelge 2.1. Optimal yöntemlere dayalı çalışmalar (devam)

	Konu (2014)	Tek	Karışık tam sayılı programlama	Mesafe minimizasyonu	Dal ve sınır algoritması	Deterministik
	Garrido vd. (2015)	Tek	Karışık tam sayılı programlama	Maliyet ve süre minimizasyonu, (kombine)	Ortalama örneklem yakınsaması, Dal ve kes algoritması	Stokastik

Çizelge 2.2. Sezgisel yöntemlere dayalı çalışmalar

SEZGİSEL	YAZARLAR	TEK/ÇOK AMAÇLI	MODEL	AMAÇ FONKSİYONU	ÇÖZÜM METODU	DETERMİNİSTİK/ STOKASTİK/ BULANIK
	Özdamar vd. (2004)	Tek	Tam sayılı doğrusal programlama	Karşılanmayan talebin minimizasyonu	Lagrange gevşetmesi temelli kendi oluşturdukları bir sezgisel	Deterministik
	Kongsomsaksakul ve Yang (2005)	Tek	İki aşamalı programlama Bi-level programming	Süre minimizasyonu	Genetik algoritma	Deterministik
	Rawls ve Turnquist (2010)	Tek	Karışık tam sayılı programlama	Maliyet minimizasyonu	Lagrange gevşetmesi	Stokastik
	Zhu vd. (2010)	Tek	Doğrusal programlama	Maliyet minimizasyonu	LP-gevşetme temelli kendi geliştirdikleri bir yakınsama metodu	Deterministik
	Çelebi (2011)	Tek	Doğrusal programlama	Mesafe minimizasyonu	Parçacık sürü optimizasyonu, Tavlama benzetimi, Evrimsel algoritma	Stokastik
	Özdinç (2011)	Tek	Doğrusal programlama	Talep karşılama maksimizasyonu	Tabu arama	Stokastik
	Rath ve Gutjahr (2011)	Çok	Karışık tam sayılı programlama	Kısa vadeli maliyet minimizasyonu, Orta vadeli maliyet minimizasyonu	ϵ -kısıt algoritması, Değişken komşuluk arama temelli	Deterministik

Çizelge 2.2. Sezgisel yöntemlere dayalı çalışmalar (devam)

Döyen (2012)	Tek	Karışık tam sayılı doğrusal programlama	Maliyet minimizasyonu	Lagrange gevşetmesi	Stokastik
Lin vd. (2012)	Tek	Tam sayılı programlama	Maliyet minimizasyonu	Dal ve sınır algoritması, Ayrıştır ve ata sezgiseli	Deterministik
Wang vd. (2014)	Çok	Doğrusal olmayan karışık tam sayılı programlama	Maliyet ve süre minimizasyonu, Güvenlik maksimizasyonu	Domaine edilmeyenleri sıralayan Genetik Algoritma	Deterministik
Ahmadi vd. (2015)	Tek	Karışık tam sayılı doğrusal olmayan programlama	Maliyet ve süre minimizasyonu (tek fonksiyon olarak)	Değişken komşuluk arama	Deterministik

Çizelge 2.3. ÇKKV yöntemine dayalı çalışmalar

YAZARLAR/ TARİH	SEÇİM KRİTERİ	ÇÖZÜM METODU	YÖNTEM
Rezaei (2014)	Alt yapı, Erişilebilirlik, Tehlike, Kapasite Arazi kullanım türü	Analitik hiyerarşi prosesi (AHP)	ÇKKV
Roh vd. (2013)	Yer, Lojistik alt yapı, Maliyet, Stabillik	Analitik hiyerarşi prosesi (AHP)	ÇKKV
Ağdaş vd. (2014)	Afetzedelere ulaşım süresi, Sel riski derecesi, Ulaşım imkânı, Bölge afet deposuna uzaklık, Toplam maliyet	Stokastik çok kriterli kabul edilebilirlik analizi (SMAA-2)	ÇKKV
Aslan vd. (2015)	Yer seçimi	Bulanık TOPSIS	ÇKKV

Afetler maddi ve manevi kayıplara sebep olan, insan yaşamını derinden etkileyen doğa ya da insan kaynakları olaylardır. Afetlerle mücadelede zararların en aza indirilmesi etkili bir afet yönetimi ile sağlanabilir. Bu bölümde

yapmış olduğumuz çalışmanın amacı afet lojistiği kapsamında büyük öneme sahip tesis yer seçimi ile ilgili yapılan matematiksel model temelli çalışmaları inceleyerek belirli kriterler altında yapılan çalışmalar değerlendirilerek gruplandırılmıştır.

Afet lojistiği tesis yer seçimi ve rotalama olarak iki ana başlık altında incelemiştir. Tesis yer seçimi alanındaki çalışmaların ön konumlama, tahliye ve yardım dağıtım konularıyla ilişkili olduğu görülmüştür. Çalışmalar temel olarak kantitatif ve kalitatif olarak ele alınmıştır. Kantitatif olarak yapılan çalışmalar başta çözüm yöntemi olmak üzere amaç türü ve model türü bakımından değerlendirilmiştir. Yapılan bu değerlendirme optimal sonuçlar elde eden çözüm yöntemlerinin daha çok tercih edildiğini göstermiştir. Model türü olarak ise deterministik çalışmaların ivme kazandığı görülmüştür. Deterministik olarak ele alınan çalışmaların dal ve sınır ile dal ve kes algoritmalarından sıklıkla faydalandıkları gözlenmiştir.

3. AFET KAVRAMI

3.1. Afet Tanımı

Türkçe sözlükte güncel tanımıyla afet, “Çeşitli doğa olaylarının sebep olduğu yıkım” olarak tanımlanmaktadır (TDK, 2018).

Birçok farklı kurum ve yardım kuruluşu afeti değişik şekillerde tanımlanmıştır. Bu tanımların bazılarında aşağıda yer verilmiştir.

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı'nın (AFAD) teşkilat ve görevlerini tanımlayan 5902 sayılı Kanun afeti, “Toplumun tamamını ya da belirli bir kısmını, fiziksel, ekonomik ve sosyal olarak etkileyen, yaşamı tamamen durduran veya kesintiye uğratan doğal, teknolojik veya insan kaynaklı olaylar.” olarak tanımlanmaktadır (T.C. Başbakanlık Mevzuat Bilgi Sistemi, 2015).

Dünya Sağlık Örgütü'ne (DSÖ) göre afet; “Dışardan yardım almayı gerektirecek büyükle olan ve aniden gelişen çevreyle bağlantılı bir fenomendir. İnsan kayıplarına, hasarlara, çevresel yıkımlara, sağlık tahribatına ve sağlık hizmetlerinin uygun sunulmamasına sebep olan ve bölgeye dışardan çokça yardımın gelmesini gerektiren olaylardır.”

Uluslararası Kızıl Haç ve Kızıl Ay Dernekleri Federasyonu afet kavramını, “Toplumun veya topluluğun işleyişini ciddi şekilde bozan ve toplum veya topluluğun kendi kaynaklarıyla üstesinden gelemeyeceği insan, malzeme ve ekonomik veya çevresel kayıplara sebep olan, doğal veya insan kökenli meydana gelebilen ani ve vahim olaylar.” olarak tanımlamıştır (IFRC, 2009).

Birleşmiş Milletler İnsani Yardım Örgütü'ne (OCHA) göre afet; “İnsan yaşamını ve yaşamsal faaliyetlerini durduran ya da aksatan, fiziksel ve sosyal ve ekonomik kayıplar doğuran, doğa, teknolojik veya insan kaynaklı olayların neticesidir.”

Genel kabul görmüş tanımı ile afet kavramı; insan ve diğer tüm canlıların yaşamsal faaliyetlerini durma noktasına getirecek ya da kesintiye uğratan, maddi ve manevi büyük kayıplara neden olan, yerel imkânlar ile üstesinden gelinemeyen ve beklenmedik bir şekilde ortaya çıkan, durum ya da olay olarak ifade edilmektedir (Philippe, 2007).

Afetlerin ortak özellikleri, birdenbire gelişmeleri, meydana geldikleri alandaki nüfusun büyük bir bölümünü etkisi altına almaları, can ve mal kaybına neden olmaları, yapılan müdahalelerle önlenememeleridir (Işık vd., 2012).

3.2. Afet Türleri

Afet olayının gerçekleşmesine yol açacak birçok neden olabilir. Oluşum kaynaklarına göre afetler, yer hareketleri ve meteoroloji olaylardan kaynaklanan doğal afetler ile insan ve insan faaliyetlerinden kaynaklanan afetler şeklinde ayrılmıştır (Şengün ve Temiz, 2007).

3.2.1. Doğa kaynaklı afetler

Doğal afetler, tüm canlılar üzerinde tehdit oluşturan sosyal, fiziksel ve ekonomik kayıplara neden olan, yaşamı durduran ya da kesintiye uğratan doğa olayları sonucunda meydana gelmektedir.

Başka bir tanımlamada ise; doğal afetler insanlık açısından maliyet, ölüm ve korkuyu çağrıştırmaktadır. Doğa olayları insanlığı depremler, fırtınalar, hortumlar, sel baskınları, kıtlıklar, kuraklıklar, çığlar, yangınlar ve benzeri önemli diğer tehlikelerle yüz yüze bırakır. Gelişen güncel teknolojisi ile doğal afetler sonrasında yaşanan maddi ve manevi kayıplar azalma gösterse de bu afetlerin oluşmasını önlemek mümkün değildir (Birkland, 1997).

Doğal afetlerin değerlendirilmesinde, afetin; sıklığı, başlangıç hızı, etkilediği alan, etki süresi, tahrip gücü, olayın başlangıcındaki aniliği, belirsizliği, kontrol edilebilirliği ve kayıp bilançosu gibi kavramlar esas alınmalıdır.

Doğal afetler gösterdiği meydana gelme hızına göre yavaş gelişen ve hızlı gelişen afetler olarak iki ana başlık altında incelenir. Şiddetli soğuk ve sıcak havalar, çölleşme, kuraklık, kıtlık vb. yavaş gelişen afet türlerindedir. Ani olarak gelişen afetlere ise, deprem, su baskını, tsunami, toprak kaymaları, kaya düşmeleri, çığ, fırtınalar, hortumlar, volkan patlaması, yangınlar vb. örnek verilebilir (Tanyaş vd., 2013).

Doğal afet türlerini ülkemiz açısından değerlendirecek olursak en fazla karşımıza çıkan, depremler, toprak kaymaları, sel baskınları, çığlar ve büyük orman yangınlarıdır.

Ülkemizde görülen depremler son zamanlarda kırsal bölgelerden daha çok kentlerde etkili olmaya başlamıştır. Depremlerin kentlerde etkili olması bazı problemleri de beraberinde getirmektedir. Bu da; kentsel alanlarda maddi ve manevi kayıpların yanı sıra teknolojik ve endüstri alanında da risklerin yaşanabileceğini göstermektedir.

Kentsel bölgelerdeki nüfus artışıyla hareketlenen ticari ve ekonomik faaliyetler afetler sonucunda alt üst olmakta ve düzeltilmesi uzun zaman alabilecek kayıplara sebebiyet vermektedir. Buna ek olarak bölgenin ekonomisinde bel kemiği konumunda olan endüstri ve konut sektöründe olası göçler nedeniyle zarara uğratmaktadır.

Doğal afetlerin toplumdaki bölgesel etkilerinin yanında, insan yaşamını da sosyal, kültürel ve psikolojik açılardan etkilemektedir (Karancı, 1999). Bu konuda psikolojik ilk yardım alınması kişiler üzerindeki davranışsal, fiziksel ve sosyal olarak yaşadığı olumsuz etkilerin azalmasını sağlayacaktır.

3.2.2. Teknoloji/insan kaynaklı afetler

İnsan kaynaklı afetler, insan unsurunun etkin olduğu dikkatsizlik, tedbirsizlik sonucunda ya da kasıtlı olarak yapılan olaylarla meydana gelmektedir. Diğer bir ifade ile doğa olaylarından kaynaklanmayan doğrudan insani faaliyetler ve

ihmaller sonucunda oluşan afetlerdir. Bu afetler doğal yaşamı derinden etkileyen, mal ve can kayıplarına neden olmaktadır (Barutcu, 2015).

Teknolojik gelişmelerin faydalarının yanında tehlike ve risklerinin de olduğu unutulmamalıdır. Bunların ilerleyen zamanlarda insanlığı tehdit eden felaketlere sebep olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Savaşlar, terör olayları, nükleer, biyolojik, endüstriyel kazalar insan kaynaklı afetler kapsamındadır. Göçler ve kıtlık olayları, savaşların bir neticesi olsa da doğal olmayan afetler kapsamında değerlendirilmektedir. Doğal olmayan beşeri kaynaklı afetlerden bazıları da uçak kazaları, büyük çapta motorlu araç kazaları, büyük yangın vakaları, kimyasal saldırı ve kazaları, sabotaj ve bina göçükleridir (Yılmaz, 2003).

3.3. Afetlerin Tarihsel Gelişimi

3.3.1. Dünya’da afetlerin tarihsel gelişimi

Afetler, ülkemizde olduğu gibi tüm dünyada da büyük sorun ve kayıplara neden olduğu için üzerinde politikalar geliştirilen önemli bir sorun haline gelmiştir.

Afetlerin son yirmi beş yıl içerisinde dünya genelinde üç milyon insanın hayatına mal olduğu ve bunun yanında büyük ekonomik kayıplara da sebep olduğu görülmüştür. Dünya’da her yıl 15 bin kişi afetler yüzünden hayatını kaybetmekte ve bu afetler için her gün 2 milyon dolar harcama yapılmaktadır (Doğan, 2015).

Birleşmiş Milletler İnsani İlişkiler Koordinasyon Ofisi (OCHA) tarafından yapılan açıklamada, dünya genelinde meydana gelen afet olaylarının oranında 1991-1993 yılları arasında yüzde otuz beşlik bir artış olduğu yönündedir (Şengün ve Temiz 2007). Bu da afetlerin etkilerinin artarak devam ettiğini göstermektedir. Haiti (2010), Şili (2010), Fukushima (2011), Van (2011) depremleri, Ekim 2012’de Sandy kasırgası, Guatemala ve Myanmar depremleri gibi ilk akla gelen

belli başlı afetler bile afetlerin ne kadar sıklıkta yaşandığını, yarattığı can ve mal kayıplarını göstermektedir. Bu durum da ülkelerin gelişim hızlarını kötü yönde etkilemektedir (Coşkun ve Karabeyli, 2012).

Tarihte iz bırakan doğal afetler, türlerine ayrılarak yaşandıkları yer ve yıllara göre aşağıdaki Çizelge 3.1, Çizelge 3.2, Çizelge 3.3 ve Çizelge 3.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Tarihte etki bırakan depremler (İşçi, 2008)

Depremler	Yıl
İran Damgan ve Yunanistan Korint Depremleri	856
Anadolu-Suriye-Halep Depremi	1138
Yukarı Mısır-Suriye Depremi	1302
Şensi (Shaanxi) Depremi (Tarihteki En Ölümcül Deprem)	1556
Lizbon (Portekiz) Depremi	1 Kasım 1755
Şarköy-Mürefte Depremi	1912
San Fransisco (ABD) Depremleri	1906, 1989
Büyük Kanto (Japonya) Depremi	1923
Erzincan Depremleri	1939, 1992
Şili (Valdivia) Depremi	1960
Tangşan (Çin) Depremi	1976
Büyük Hanşin (Kobe) Depremi	1995
Marmara (Gölcük) Depremi	1999
Endonezya (Sumatra)	2004

Çizelge 3.2.

Tarihte etki bırakan volkan patlamaları (Bildir vd., 2015; Voigh, 1985)

Volkan Patlamaları	Yıl
Vezüv (İtalya) Yanardağ Patlaması	M.S.79
Vezüv (İtalya) Yanardağı Patlaması	1631
Laki (İzlanda) Volkanik Patlaması	1783-4
Unzen Dağı (Japonya) Patlaması	1792
Tambora Dağı (Endonezya) Patlaması	1816
Krakatoa Dağı (Cava-Endonezya) Patlaması	1883
Nevado del Ruiz (Kolombiya) Patlaması	1985

Çizelge 3.3. Tarihte etki bırakan heyelanlar
(Çathoğlu, 2015; Suzen ve Doyuran, 2004)

Heyelanlar	Yıl
Elm (İsviçre) Heyelanı	1881
Gansu-Çin Deprem ve Heyelanları	1920
Los Angeles (ABD) Heyelanı	1928
Vajont (İtalya) Barajı Heyelanı	1963
Badahşan (Afganistan) Heyelanı	2014

Çizelge 3.4. Tarihte etki bırakan sel ve su taşkınlar (John, 2010)

Sel ve Su Taşkınları	Yıl
İstanbul'da Şiddetli Sel Felaketleri	1553, 1563
İstanbul'da Sel Felaketleri	1789, 1811, 1889, 1891
ABD'de Johnstown (Pennsylvania) taşkını	1889
Tokat'ta Sel Felaketi	1908
Çin'de Sarı Nehir Taşkınları (Dünya Tarihinin En Büyük Sel Felaketleri)	1887, 1931, 1938
Hollanda-Kuzey Denizi Büyük Taşkını	1953
Ankara Sel Felaketi (Cumhuriyet Tarihinin En Ölümcül Sel Felaketi)	1957
Brezilya'da Sel Felaketi	2011
Sind Selleri-Pakistan	2011

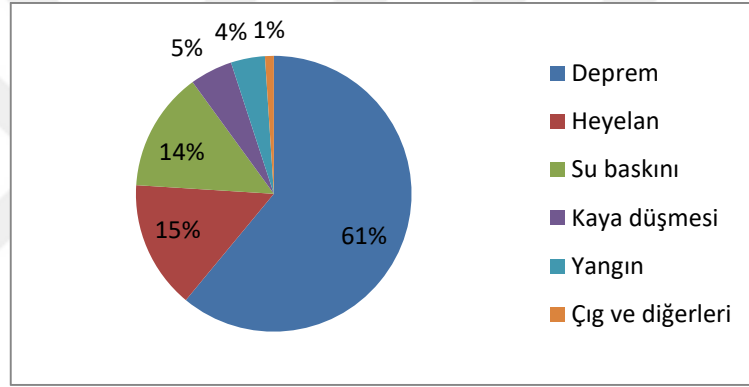
3.3.2. Türkiye'de afetlerin tarihsel gelişimi

Ülkemiz son yüzyılda çok sayıda doğa kaynaklı afetler ile karşı karşıya kalmış, can ve mal kaybı açısından büyük zararlara uğramıştır.

Türkiye coğrafi konum itibari ile 36°-42° kuzey paralelleri ile 26°-45° doğu meridyenleri üzerinde yer almaktadır. Asya, Avrupa ve Afrika kıtaların orta bölümünde yer alması eski kara kıtalarının arasında fiziki özellikleri bakımından doğal afetlerin yoğun olarak meydana geldiği bir coğrafyadadır. Türkiye, dünyadaki en aktif deprem kuşaklarından birinin üzerinde olduğundan tarihi boyunca birçok deprem yaşamıştır. Depremlerin yanı sıra orman yangınları, heyelanlar, çığ, sel ve su baskınları vb. türlü doğal afetler

görülmektedir. Ülkemizin coğrafi konumu dolayısıyla sahip olduğu ormanların yüzyıllar boyunca tahrip edilmesi şiddetli erozyonlara, sosyal sorunlara ve ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Yaylacı, 2015).

Türkiye’de doğal afetlerle sık sık karşılaşılmaktadır. Afetlerin neden olduğu manevi kayıpların yanında önemli ekonomik, sosyal ve çevresel kayıpların olduğu da görülmektedir. Doğa kaynaklı afetlerin istatistiksel olarak incelenmesi sonucunda yıl bazında Türkiye Gayri Safi Milli Hasılası’nın (GSMH) yüzde üçü oranında doğrudan ekonomik kayba yol açtığı görülmektedir (Doğan, 2015). Son yüzyılda ülkemizde meydana gelen doğa kaynaklı afetlerin yüzdelik dağılımları aşağıdaki Şekil 3.1’de yer almaktadır.



Şekil 3.1. Doğa kaynaklı afetlerin dağılımı (AİGM, 2001)

Türkiye’de yirminci yüzyılın başından bu yana meydana gelen doğal afetler 87 bin kişinin hayatına, 210 bin kişi yaralanmasına ve 651 bin konutun yıkılması ve ağır hasar görmesine neden olmuştur (Doğan, 2015).

Türkiye’de 1900’den bu yana meydana gelen büyük ölçekleri afetlere Tablo 3.5’te yer verilmiştir.

Çizelge 3.5. 1990 yılından bu yana meydana gelen büyük afetler (AİGM, 2001)

Olay	Yıl	Ölü Sayısı
Deprem(Erzincan)	1992	653
Çığ Düşmesi(G.Anadolu)	1992	262
Çığ Düşmesi (D ve G.Ana.)	1993	135
Çamur Akması (Senirkent-Isparta)	1995	74
Deprem (Dinar)	1995	94
Su Baskını (İzmir)	1995	63
Deprem (Ceyhan-Adana)	1998	145
Deprem (İzmit Körfezi)	1999	17,480
Deprem (Düzce)	1999	763
Deprem (Afyon Sultandağı)	2002	42
Deprem (Bingöl)	2003	177
Deprem(Van)	2011	604
Maden Kazası	2014	301
Toplam		20,793

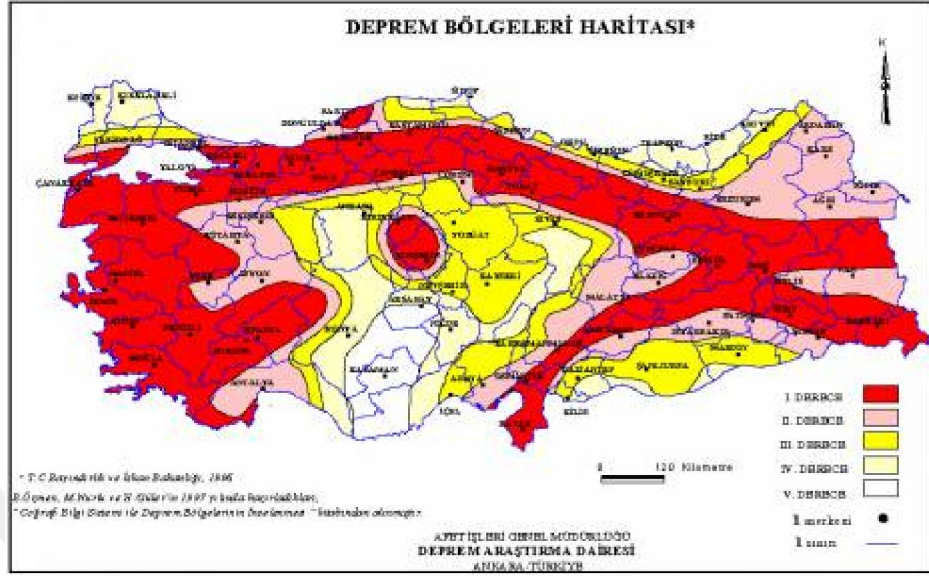
Türkiye’de yaşanan doğal afetler incelendiğinde yarattığı fiziksel, ekonomik ve kültürel kayıplar bakımından depremlerin özel bir yere sahip olduğu görülmektedir. Türkiye’de 1900-2000 yılları arasında yaşanan depremler 80 bin kişinin hayatını kaybetmesine ve 586 bin yapının yıkılmasına neden olmuştur. Kısacası Türkiye’de deprem ve afet aynı manayı taşımaktadır (Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, 2000).

Türkiye dünyanın en aktif deprem kuşaklarından biri olarak bilinen Alp Himalaya deprem kuşağı üzerinde yer almaktadır. Ülkemizden yüz ölçümünün %42’si birinci dereceden deprem kuşağında bulunmaktadır. Bu da ülkemizin depremleri en iyi şekilde analiz ederek alınması gereken önlemleri önceden planlaması gerektiğini açıkça göstermektedir. Türkiye’deki başlıca deprem kuşakları aşağıda belirtilmiştir (Tanyaş vd., 2012).

Kuzey Anadolu Deprem Kuşağı: Yaklaşık olarak 1500 km uzunluğu sahip bu kuşak Marmara Bölgesi’nde Saros Körfezi’nden başlar, Kuzey Anadolu Dağlarının güneyini takip ederek Van Gölü’nün kuzeyine doğru uzanır.

Batı Anadolu Deprem Kuşağı: Güney Marmara’dan başlar Ege Bölgesi’ndeki çöküntü ovalarını takip eder.

Güney Anadolu Deprem Kuşağı: Van gölü çevresinden başlar, Güney Anadolu Toros'larını takip ederek İskenderun körfezine kadar uzanır.



Şekil 3.2. Türkiye Deprem bölgeleri haritası (Özmen vd., 1996)

Türkiye deprem bölgeleri haritası incelendiğinde neredeyse tüm bölgelerin birinci dereceden deprem kuşağında yer aldığı görülmektedir. Özellikle Marmara bölgesi büyük deprem riski altındadır. Türkiye'nin 20. yüzyılda yaşamış olduğu en büyük doğal afetin 17 Ağustos Gölcük depremi olması da bu gerçeği gözler önüne sermektedir. Bu deprem sonucunda 17 bin 480 kişi yaşamını yitirirken on binlerce kişi yaralanmış ve 73 bin 342 konut hasar görmüştür (Avdar, 2017).

3.3.3. İstanbul'da afetlerin tarihsel gelişimi

İstanbul tarihi çok eskilere dayanan bir şehir olmasına rağmen, iç göçler nedeniyle büyüme hızı özellikle son 50 yılda oldukça artmıştır. 1950'lerde nüfus 1 milyon iken 2018 yılı itibariyle 14 milyon 804 bin 116'ya yükselmiştir. Türkiye'nin toplam nüfusunun % 18,5 'i İstanbul'da ikamet etmektedir (TUIK, 2018). Artan nüfus beraberinde hızlı ve çarpık yapılaşmayı getirerek kentsel gelişimi olumsuz yönde etkilemiştir. Doğal çevreyle uyumlu gelişemeyen yapılaşma doğa tahribatına zemin hazırlamaktadır (Avcı, 2010).

İstanbul'da bütün büyükşehirler gibi birçok afet riski ile karşı karşıyadır. Bunlardan en büyük risk ve etkiye tartışmasız "Depremler" sahiptir.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi ile ortak yapılan JICA çalışması (2002) sonuçlarına göre; yaşanacak 7,4 şiddetindeki bir depremin İstanbul'da yaklaşık 50 bin kişinin yaşamını yitirmesine, 130 bin kişinin yaralanmasına ve 60-70 milyar dolar maddi zarara neden olacağını tahmin edilmektedir. Bu da gösteriyor ki İstanbul'da yaşanacak olası bir deprem büyük can ve mal kayıplarına sebep olacaktır.

Yaşanan afetler sonucu oluşan kayıpların ve hasarların en aza indirilmesi ya da engellenmesi ancak etkin bir "afet yönetimi" ile gerçekleştirilebilir.

4. AFET YÖNETİMİ VE LOJİSTİĞİ

4.1. Afet Yönetimi

Afetlerin neden olduğu tahripkâr sonuçlar toplumlara afetler karşından tedbirli olma ve mücadele etme gerekliliği hissettirmiştir. Afetten kaçışın mümkün olmadığını gören toplumlar afeti hayatlarına entegre ederek korunma yöntemleri geliştirmişlerdir. Bu da tehlikelerin ve afetlerin yönetilmesi gerektiğini ortaya koymuştur (Akyel, 2007).

Afet yönetimi, sistemli bir acil durum yaklaşımıdır. İlkeleri, evreleri, amaç ve hedefleri vardır. Optimum bir afet yönetimi afet öncesi, afet esnası ve afet sonrası aşamalarını kapsmalıdır (Gülkan vd., 2003).

T.C. Başbakanlık tanımına göre; “ olası afetlere önceden müdahale edilmesi ve yaratacağı etkileri azaltmak amacıyla, zarar azaltma, hazırlık, müdahale ve iyileştirme çalışmalarının organize edilmesi, uygulanması ve denetlenmesi için toplumda yer alan kurum ve kuruluşların birlik ve beraberlik içinde imkânlarını kullanmalarını gerektiren geniş içeriğe sahip oldukça karmaşık bir yönetim modelidir” (T.C. Başbakanlık, 1997).

Afet yönetimi, afet öncesinde önleme çalışmalarının yapılması ve olası zararların en aza indirilmesi, afet sonucunda olaya çabuk ve etkili müdahale edilmesi, afetten etkilenenler için daha güvenli bir bölge oluşturulabilmesi için, toplumun tüm fert ve birimlerinin topyekûn hareket etmesini gerektirir. Yapılan bu faaliyetler tek seferle sınırlı olmayıp; döngüsel bir ilişki yapısı göstermektedir.

Afet yönetimi kapsamı değerlendirildiğinde, devamlılığının sağlanması gereken dinamik bir yönetim olduğu görülmektedir. Önceliği *kurtarma* çalışmalarına veren sonra *hayat ver* ve en son olarak da *eğit ve yeniden yapılandır* şeklinde özetlenebilecek afet yönetim süreci tüm alanları içine alan ve bağlantılı birçok kurum kuruluş ve örgütü de kapsayan bir yapıya sahiptir. Bu bağlamda, afet

olgusunun büyüklüğü ve türü ile orantılı olarak “afet yönetimi” kavramının da oluşan şartlara göre şekil aldığı söylenebilir (Önsüz ve Atalay, 2015). Bu yaklaşım genel itibari ile doğru olsa da bu aşamalardan önce *tedbir al* basamağı da çok önemlidir.

Günümüzde afet zararlarını ve kayıplarını azaltacak etkin ve verimli afet yönetimi planları yapılabilmesi düşüncesiyle afet yönetim sistemleri geliştirilmiştir (Akyel, 2007). Afetlere müdahale edilmesi ve etkilerinin en aza indirilmesi için, afet olmadan önce ve afet sonrasında yapılması gereken teknik, yönetsel ve yasal çalışmaları tespit etme ve uygulamaya koyma, herhangi bir olayla karşılaşıldığında etkili bir uygulama yapabilmek ve yaşanan herhangi bir olay neticesinde elde edilen çıkarımlarla mevcut sisteme yeni bir boyut kazandırmak hayati derecede önemlidir (Akdağ, 2002).

4.2. Afet Yönetimi Kapsamı ve Evreleri

Afet yönetimi günümüzde hazırlık, zararın etkisini azaltma, müdahale etme, iyileştirme gibi dört ana, tahmin ve erken uyarı, afetlerin anlaşılması, ihtiyaç analizi ve etki gibi ara evrelerden oluşmaktadır. “Kriz yönetimi” ve “acil durum yönetimi” olarak bilinen afet anında ve sonrasında yapılan faaliyetlerin yanı sıra, risk yönetimi afet öncesinde, kriz yönetimi ise afet sonrası faaliyetlerin çalışma şeklini belirler (Şekil 4.1.) (Kadioğlu, 2011).



Şekil 4.1. Klasik afet yönetim döngüsü (Kadıoğlu, 2011)

1. Afet öncesi risk yönetimi:

Afet öncesinde alınabilecek önlemlerin belirlenmesi, bu önlemlerin uygulanması ile afet sonrasında oluşabilecek zarar ve olumsuz durumların azaltılmasında risk yönetimi önemli rol oynamaktadır (Şahin, 2010).

Kayıpları azaltma, zararları minimize etme, önceden hazırlık, erken uyarı gibi çalışmalar risk yönetiminin ana öğelerini oluşturmaktadır (Kadıoğlu, 2008).

Afet bilincine erişmiş olan ülkelerde gerçekleştirilen hazırlıklı olma çalışmaları afetin olumsuz etkilerini ve zararlarını düşürmektedir. Bu nedenle afet öncesi gerçekleştirilen risk azaltma çalışmaları büyük önem arz etmektedir (Ulug, 2010).

Afete hazırlıklı olma faaliyetleri aşağıda belirtilmiştir (Ergüder, 2010):

- Afet yönetimi ile ilgili acil durum planlarının hazırlanması ve geliştirilmesi,
- Kurtarma ve acil yardım planlarının hazırlanması ve geliştirilmesi,
- Görevli personelin eğitim ve uygulamalarla bilgi seviyelerinin artırılması

- Bölge araç ve gereç merkezleri kurulması ve önemli malzemelerin stoklanması,
- Arama kurtarma ile ilgili yapının kurulması, geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması,
- Alarm ve erken uyarı sistemlerinin kurulması, yönetilmesi ve geliştirilmesidir.

2. Afet sonrası kriz yönetimi:

Afetin yaşandığı andaki ve sonraki süreçte yapılan çalışmaların bütünü kapsayan kriz yönetimi; kurtarma, zararın azaltılması, müdahale edilmesi, ihtiyaçların belirlenmesi ve yeniden yapılandırma çalışmalarını kapsamaktadır (Törenci, 2015).

Bu kapsamda yapılan çalışmalar bir döngüyü içermesi nedeniyle birbiri ile iç içe geçmiş süreçlerdir. Birbirini takip eden bu süreçlerde bir önceki aşamanın etkisi bir sonraki safhada yapılacak olan çalışmaları etkilemektedir (Ergünay, 2002). Afet döngüsünü oluşturan temel aşamalar aşağıda sıralanmıştır.

1. Zarar azaltma,
2. Hazırlıklı olma
 - 2.1. Tahmin ve erken uyarı
 - 2.2. Afetler etki analizi
3. Müdahale,
4. İyileştirme.
 - 4.1. Yeniden yapılandırma

Afet sonucunda oluşacak tehlike zamanla değişiklik gösterse de afet yönetimi ile ilgili faaliyetlerin devam etmesi ve yeni tehlikelere, risklere karşı önlemler alınması gerekliliği bu sürecin devamlılığını göstermektedir (Ergünay, 2008).

Afet yönetiminin kapsadığı bu dört devrenin ilk ikisi afet öncesi aşamada, son ikisi ise afet anı ve sonrasında uygulanır.

4.2.1. Zarar azaltma

Zarar azaltma evresinde uygulama, iyileştirme ve yeniden yapım evreleri başlangıç aşamasını oluşturmaktadır. Bu aşamalar yeni bir afet oluncaya kadar devam etmektedir.

Olası kayıpların azaltılması, afet tehlikesinin önlenmesi, giderilmesi için mevzuatın gözden geçirilmesi, afet yönetmeliklerinin güncel olması, kullanılan haritaların güncelleştirilmesi, afet gözlem ağlarının kurularak geliştirilmesi, bölgesel ve yerel olarak afet tehlikelerinin belirlenmesi, afet ve korunma yöntemleri için mühendislik çalışmaları, bilimsel ve teknik araştırmaların yürütülmesi, uygulanması, afetlerden korunma yöntemlerinin kamuya öğretilmesi ve duyurulması önem arz etmektedir.

Toplumun tamamını ilgilendiren ve desteğini gerektiren zarar azaltma çalışmalarına örnek olarak; eğitim ve tatbikatlar, sigorta yaptırılması, yapı kodları verilebilir. Zarar azaltma safhasında alınacak tüm önlemler ve gerçekleştirilecek faaliyetler afetlerin büyük kayıp ve hasara neden olmaması için çok önemlidir. Bu evrede gerçekleştirilecek tüm faaliyetlerde görev alan her kurum ve kuruluşun eşzamanlı olarak çalışmasını gerekli kılar (Can, 2005).

4.2.2. Hazırlıklı olma

Afete hazırlık aşamasında ilk yapılacak faaliyet risk analizi ve hasar görülebilirlik tespitidir.

Hazırlıklı olma evresinde hızlı, doğru ve etkili yöntemler ile afetin olumsuz etkilerini azaltacak, afet yönetim planlarının hazırlanması, tatbikatlar yapılması, ilgili personelin eğitilmesi, gerekli malzemelerin stoklanması, haberleşme sistemlerinin kurulması, erken uyarı sistemlerinin oluşturulması gibi çalışmalar yer almaktadır (Şengün ve Temiz, 2007).

4.2.3. Müdahale

Afetin yaşanmasının hemen ardından başlayan müdahale evresinde temel amaç; en kısa sürede maksimum insanın hayatını kurtarmak ve zararın en aza indirilmesini sağlamaktır. Yaralıların tedavi edilmesi, afet sonrası afetzedelerin temel ihtiyaçlarının (beslenme, giyinme, barınma ve korunma ve afet sonrası yıkıntıların kaldırılması gibi) karşılanması çalışmaları da müdahale kapsamındadır (Şengün ve Temiz, 2007).

Müdahale evresinde gerçekleşen faaliyetler şu şekilde sıralanabilir (Altay, 2006; Özbek, 2011).

- Acil müdahale planının ve gerekirse operasyon merkezinin aktive edilmesi,
- Zor durumdaki bölgenin tahliyesi,
- Geçici barınma ve iâşe gibi ihtiyaçların hızlıca karşılanması,
- İlk yardım ve tıbbi müdahale,
- Yangın söndürme,
- Arama ve kurtarma çalışmaları,
- Felaket yönetimi.

4.2.4. İyileştirme

İyileştirme evresinde vazgeçilemez ekonomik ve sosyal faaliyetlerin en az düzeyde de olsa karşılanmasını sağlamak temel hedeflerdendir. Yeniden yapılandırmanın etkili olduğu bu evrede, haberleşme ihtiyacının karşılanması, hasar gören ulaşım hatlarının tamir edilmesi, eğitimin yeniden başlatılması, uzun süreli geçici iskân gibi faaliyetler iyileştirme çalışmalarına örnek verilebilir (Özbek, 2011).

Afet döngüsünde iyileştirme ve risk azaltma aşamaları birbiri ile iç içedir. Her iki aşamada da temel amaç; afet tehlikesine karşı sosyal yaşamın tüm kurum ve kuruluşlarının hazırlıklı olmasıdır. Risk azaltma gelecekte meydana gelmesi olası afetlere karşı faaliyetler içerirken, iyileştirme aşaması farklı olarak hem

geleceğe yönelik çalışmaları hem de geçmişte meydana gelen afetlerin etkisinin giderilmesini içerir. Dolayısıyla iyileştirme çalışmaları, risk azaltma çalışmalarını da içermektedir (Yılmaz, 2003).

Afet zaman çizelgesine göre bu evrelerde gerçekleştirilmesi gereken faaliyetler afet öncesi, afet anı ve afet sonrası başlıkları altında Çizelge 4.1’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.1. Afet zaman çizelgesine göre evreler ve faaliyetler (Health and Humanitarian Logistics Center, 2012)

Zaman	Afet Öncesi	Afet	Afet Sonrası
Evreler	Zarar Azaltma ve Hazırlık	Müdahale	İyileşme
Faaliyetler	<p>Kıymetlendirme</p> <p>*Risk Faktörleri *Zarar *Görebilirlik/Hassasiyet</p> <p>Planlama</p> <p>*Politika geliştirme *Altyapı *Kapasite geliştirme *Kaynakları ön konumlandırma</p> <p>Eğitim/Öğretim</p>	<p>Kurtarma Operasyonları</p> <p>-İlk safha *Tedavi, yiyecek, korunma -İkinci safha *Barınma *Gıda tedarik zinciri kurulması</p> <p>Lojistik Safhalar</p> <p>*Harekete geçirme ve temin *Uzun mesafe taşımacılığı *Son nokta</p>	<p>Enkaz kaldırma</p> <p>Altyapının yeniden inşası</p> <p>Toplulukların yeniden oluşturulması</p> <p>Aşağıdakilerin etkilerinin ölçümü Altyapı Planlama Müdahale</p> <p>Uzun ve kısa dönemlerde Alınan dersler Planlama ve müdahale için geri besleme</p>

4.3. Türkiye’de Afet Yönetimi

1939 yılında Erzincan’da yaşanan deprem sonrasında ülkemizde doğal afetlere karşı afetlere ilişkin yürütülen politikalar ilk olarak gün yüzüne çıkmış ve geliştirilmeye başlanmış; sonrasında ise yasal düzenlemeler 1959 yılında çıkarılmış olan 7269 sayılı Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirlerle Yapılacak Yardımlara Dair Kanun ile geliştirilmiştir.

Afetlere İlişkin Acil Yardım Teşkilatı ve Planlama Esaslarına Dair Yönetmelik ile devamlılık sağlayan düzenlemeler 1998 yılında devletin tüm imkânlarını seferber ederek afet bölgesine en kısa sürede ulaşmasının ve etkili bir müdahale gerçekleştirmesi amacını taşımaktadır.

1999'da yaşanan 17 Ağustos ve 12 Kasım Marmara depremleri Türkiye'deki afet yönetimi alanındaki bağlantıların düzenlenmesi için önemli adımların atılmasını sağlamıştır. Bu depremler bu zamana kadar görülmemiş sayıda insan hayatına ve büyük çaplı yıkım ve hasara sebebiyet vermiştir. Bu ülkemizdeki afet yönetiminin tekrar gözden geçirilmesinin gerekliliğini ortaya koymuştur (AFAD, 2015).

Türkiye'de 6 Haziran 2009 tarihinde resmi gazetede yayınlanan 5209 sayılı kanunla uzun yıllardır birbirinden bağımsız ve farklı olarak çalışma sürdüren kurum ve kuruluşlar Afet ve Acil Durum Müdürlüğü (AFAD) çatısı altında buluşmuştur.

Nihai olarak 2013 yılında, Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP) getirilerek, Afetlere İlişkin Acil Yardım Teşkilatı ve Planlama Esaslarına Dair Yönetmelik kaldırılmıştır (Doğan, 2015).

Bu bölümde günümüzde yaşanan afetlerde kriz yönetimi aşamasında faaliyet gösteren önemli kuruluşlar olan T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD), Afet Koordinasyon Merkezi (AKOM), Kızılay'ın süreçteki rolleri incelenecektir.

4.3.1. Afet ve acil durum yönetimi başkanlığı (AFAD)

29 Mayıs 2009 tarihinde, 5902 sayılı kanunun 17 Haziran 2009'da Resmî Gazete' de yayımlanmasıyla; Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı ya da AFAD; Sivil Savunma Genel Müdürlüğü ve Afet İşleri Genel Müdürlüğü yerine kurulmuştur. Bu kurum doğrudan Başbakanlığa bağlı olarak çalışmaktadır. Afet öncesi hazırlıklı olma ve zararları azaltma, afet esnasında yapılacak müdahale

ve afet sonrasındaki iyileştirme ve yeniden yapılandırma çalışmalarının yönetilmesi ve koordine edilmesi kurumun temel görev ve amaçlarından. AFAD'a bağlı kurum ve birimler aşağıda belirtilmiştir (AFAD, 2009).

AFAD'A bağlı kurullar

- i. Afet ve Acil Durum Yüksek Kurulu
- ii. Afet ve Acil Durum Koordinasyon Kurulu
- iii. Deprem Danışma Kurulu

AFAD hizmet birimleri

- i. Planlama ve Zarar Azaltma Dairesi Başkanlığı
- ii. Müdahale Dairesi Başkanlığı
- iii. İyileştirme Dairesi Başkanlığı
- iv. Sivil Savunma Dairesi Başkanlığı
- v. Deprem Dairesi Başkanlığı
- vi. Yönetim Hizmetleri Dairesi Başkanlığı

İstanbul'da ve Türkiye'de afetle ilgili en önemli ve en yetkili kurum olan AFAD 2012-2013 İstanbul'un deprem stratejisi eylem planını hazırlamıştır. AFAD'ın Ulusal Deprem Stratejisi Eylem Planı incelendiğinde yetki ve sorumlulukları ve afetle mücadele anlamında güç birliği yaptığı ve sorumluluk verdiği kurumlar açık bir şekilde görülmektedir. AFAD'ın asıl hedefi "Ulusal Deprem Stratejisi ve Eylem Planı 2023'ü oluşturmaktır.

4.3.2. Afet koordinasyon merkezi (AKOM)

AKOM (Afet Koordinasyon Merkezi) İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı'na bağlı kuruluşlar arasındaki iletişim ve koordinasyonu sağlamak amacıyla, 1999 Marmara depreminden sonra kurulmuştur.

Yaşanan afetler ile ilgili yapılacak çalışmalarda söz konusu birimler AFAD olarak bütünleşik bir kuruluştaki toplanmıştır. Fakat AFAD da kendi içinde birimlere ayrılmıştır ve ulusal ve yerel birimlerin de kendi aralarında koordine olmaları gerekmektedir. Afet Koordinasyon Merkezi bu birimler arasında iletişim

sağlayarak afet öncesi ve sonrası döneme kadar afet yönetimini sorunsuz bir şekilde sürdürmeyi, afeti minimum zarar ile atlatmayı hedefler.

Afet Koordinasyon Merkezinin;

- İstanbul Büyükşehir Belediyesinin gelen bildirimler doğrultusunda organizasyonun sağlanması,
- Arama kurtarmada görev alacak birimlerin oluşturulması ve eğitilmesi,
- Oluşturulan bu ekiplerin her an hazır olarak bekletilmesi,
- Dünya'da, Türkiye'de ve Marmara'da depremsel verilerin sık sık takip edilmesi ve bu verilerle ilgili haftalık, yıllık raporların hazırlanması,
- İstanbul'u bölgelere ayırarak yağış verilerini sayısal ortama aktararak verileri analiz edip grafiklerini hazırlanmak ve belediyenin ilgili birimlerine bildirmek gibi temel görevleri vardır (AKOM, 2000; İBB, 2008).

4.3.3. Kızılay

11 Haziran 1668 yılında kurulmuştur. Kızılay aynı zamanda Türk Kızılayı olarak bilinmektedir. (Barutcu, 2015).

Türkiye'de meydana gelen afetlerin yönetiminde etkin ve tecrübe sahibi olan kuruluşların başında Kızılay gelmektedir. Temel amacı her koşul, durum ve zamanda ayırım gözetmeksizin insanın acısını önlemeye veya hafifletmeye çalışmak, insanın hayatını ve sağlığını korumak, onun kişiliğine saygı gösterilmesini sağlamak ve insanlar arasındaki karşılıklı anlayışı, dostluğu saygıyı, işbirliğini ve sürekli barışı getirmeye uğraşmaktır. Kızılay ihtiyaç anında dayanışmanın, ıstırap anında eşitliğin, savaşın en kızgın anında insancılığın, tarafsızlığın ve barışın simgesidir (Kızılay, 2009).

Kızılay, maddi gelir amacı gütmeyen yaptığı tüm yardım ve hizmetleri kamu yararına yani hiçbir karşılık beklemeden yapan, tüzel kişiliğe sahip, özel hukuk hükümlerine tâbi, gönüllü bir sosyal hizmet kuruluşudur.

Kızılay'ın genel görevlerinden bazıları;

- Bu alanda görev yapan diğer önemli kurum ve kuruluşlarla işbirliği içinde çalışmak,
- Çalışanları, gönüllüleri ve üyeleri eğitimler vererek bilinçlendirmek ve bu alanda gelişimlerine yardımcı olmak,
- Özellikle gençleri bu alanda gönüllü çalışmalara teşvik için gönüllü hizmet sistemi kurmak ve bu sistemi geliştirmek,
- Kızılay'ı her alanda tanıtmak ve ileriye taşımaktır (Kızılay, 2009).

4.3.4. Arama kurtarma derneği (AKUT)

1994 yılında Bolkar Dağlarında kaybolan iki üniversite öğrencisinin 14 gün arandığı ve sonuçsuz kalan arama çalışmaları akabinde, dağları iyi bilen fakat arama-kurtarma konusunda bilgileri sınırlı olan bir grup dağcı bir araya gelerek 1995 yılında AKUT'u kurmuştur (AKUT, 2018).

Kuruluşunun başında hedefi, dağlarda ve diğer zorlu doğa koşullarında doğru ve etkin arama-kurtarma faaliyetleri gerçekleştirmek olan AKUT, 1997 yılının Ocak ayında deprem eğitimini; Haziran ayında ise ilk sel eğitimini alarak, talep edildiği takdirde doğal afetlerde de ilgili resmî kurumlara yardımcı olabilir hale gelmiştir.

1998 Adana-Ceyhan depreminde gösterdiği yararlılıklar nedeniyle, Bakanlar Kurulu kararıyla 19 Ocak 1999'da "Kamu Yararına Dernek" statüsü almıştır.

Dünyada uluslararası standartlara uygun, arama kurtarma ekipleri içinde deprem alanında tecrübeli ve donanımlı ekiplerden biri olan AKUT, INSARAG (Birleşmiş Milletler Arama-Kurtarma Danışmanlık Grubu)'ın üyesi olmuştur. INSARAG "Sınıflandırılmış Orta Seviye Ekip" sertifikasını Türkiye'de ilk alabilen arama kurtarma derneği olarak AKUT'u uygun görmüştür (Barutcu, 2015).

AKUT'un birimlerini şöyle sıralayabiliriz.

- Acil Durum Yönetimi

- İnsan Kaynakları Bölümü
- Mali ve İdari Kaynaklar Bölümü
- Eğitim Bölümü
- Kurumsal İletişim Bölümü
- Arşiv Birimi, Lojistik Bölümü
- AKUT Öğrenci Toplulukları

AKUT, kurulduğu günden bugüne dek gerçekleşen 2663 operasyonda 2593 kişiyi, 1207 hayvanı kurtarmış ve 299 ex bireyi de buldukları yerden kurtararak sağlık ekiplerine teslim etmiştir. (AKUT, 2018)

4.4. Lojistik ve Afet Lojistiği

4.4.1. Lojistik

Lojistik Yönetimi Konseyi'nin (CLM) tanımında lojistik; müşteri taleplerini karşılamak için her türlü malzeme, hizmet ve bilginin, ürünün ilk çıkış noktasından başlayarak, son noktaya yani müşteriye ulaşmasına kadar olan tedarik zinciri faaliyetlerinin etkili ve verimli olacak şekilde akışının sağlanması, depolanması, kontrollerinin yapılması ve planlanması sürecidir (Tutar vd., 2009). Bunun yanında yer alan başka bir tanım ise, gerekli olan ürünlerin gerekli olduğu yerde bulundurulması işidir.

Keski (2006), tarafından yapılan lojistik kavramının kapsamı, içeriği ve ortaya çıkışı dikkate alındığında yapılan diğer tanım da, canlıların doğada var olması ile başlayan, sadece üretim sektörüne bağlı olmayan insanoğlunun diğer tüm faaliyetlerinin desteklenmesinde kullanılan, ihtiyaçların belirlenmesi ile başlayan hizmet ve/veya ürünlerin ihtiyaçlarının giderilmesinden sonra elden çıkarılması veya gerekiyorsa geri gönderilmesi ile son bulan ve lojistiğin farklı ana hizmetleri arasında bulunan en az üç operasyonun yönetilmesi şeklindedir.

Lojistik yönetimi, planlama, yürütme ve kontrol faaliyetleri bakımından değerlendirildiğinde transfer ve stok yönetimiyle görülen farklılıkları, çok daha

uzun soluklu planlamayı gerektirmesi, bilgi ve birliğin çok daha fazla olması ayrıca yapılan kontrollerin geniş kapsamlı olmasıdır (Tanyaş vd., 2013).

4.4.2. Afet Lojistiği

Lojistik kavramı barınma, korunma ve beslenme gibi afetten doğan ihtiyaçlar sonucu afet yönetiminin can damarı haline gelmiştir. Etkili yardım operasyonlarının temeli, insani yardım malzemelerinin ve ekipmanlarının doğru zamanda, doğru miktarlarda, iyi koşullarda ve en hızlı şekilde ihtiyaç duyulan yerlere ulaştırılmasına bağlıdır (Birleşmiş Milletler Afet Değerlendirme ve Koordinasyon Takımı, 2006).

Kadioğlu (2011), afet lojistiğini şu şekilde tanımlamaktadır; insan kaynağını, araç, malzeme ve ekipman kaynağını, yetenek ve bilgiyi, afetlerden etkilenmiş afetzedelere yardım etmek için etkin ve hızlı bir biçimde hareket edebilen süreçler ve sistemlerden oluşmaktadır.

İnsani yardım lojistik planlama süreci, savunmasız insanların acısını hafifletmek amacıyla depolanan mal ve malzemenin yanı sıra bilgilerin ilk elden tüketim noktasına ulaştırma işlemidir (Thomas ve Kopczak, 2005). Pektaş (2012)' e göre afet lojistiği; afet öncesi hazırlık, afet müdahale süreci ve müdahale sonrası lojistik faaliyetleri olmak üzere üç aşamada değerlendirilmektedir.

Basit ve anlaşılır şekilde özetlemek gerekirse afet lojistiğinin düzgün bir şekilde yapılabilmesi için;

- i. Doğru malzemeyi
- ii. Doğru kişiye
- iii. Doğru miktarda
- iv. Doğru nitelikte
- v. Doğru zamanda ve
- vi. Doğru yere ulaştırabilmek gerekir (Doğan, 2015).

4.4.3. Afet Lojistiği Aşamaları

Afet lojistiğini üç aşamada değerlendiren Pektaş ve Tanyaş bu aşamaları da kendi içerisinde farklı basamaklara ayırmıştır (Önsüz ve Atalay, 2015).

- Afet öncesi hazırlık faaliyetleri,
- Afet müdahale süreci faaliyetleri,
- Müdahale sonrası faaliyetler.

4.4.3.1. Afet öncesi hazırlık lojistik faaliyetleri

a) Planlama

Doğru malın, doğru yere, doğru zaman ve nitelikte en düşük maliyetle ulaştırılmasını sağlamaya çalışan bu faaliyetler afet öncesi hazırlık çalışmaları kapsamındadır.

- i. Lojistik verileri üzerinden çalışmanın altyapısının değerlendirilmesi,
- ii. Afetin özelliklerine bakılarak gerekli malzemelerin belirlenmesi ve bu malzemelerin tedarik süresi ve tedarikçilerinin planlanması ile tedarik edilmesi,
- iii. Gerekli malzemelerin stok yönetiminin planlanması,
- iv. Depolama yapılacak yerlerin konum ve kapasitelerinin uygunluğunun tespiti,
- v. Afet öncesi yapılan ulusal ve yerel afet planları çerçevesinde afet yönetim birimleri, depoları ve bunlara dair kapasite planlamasının yapılması,
- vi. Afetin tür ve büyüklüğü göz önüne alınarak dışardan gelebilecek yardımların afet bölgesine en hızlı ve etkili şekilde ulaştırılabilmesi için en makul gümrük kapılarının belirlenmesi (Tanyaş vd., 2013).

b) Satın Alma

Afet malzemelerinin temin edilmesinde, temin edilecek firmaların yani tedarikçilerin seçimi çok önemlidir. Tedarikçilerin güvenilir olması, deneyim sahibi olması, mali durumlarının ve stoklarının güçlü olması gibi kriterler göz önünde bulundurulmalıdır. Gerekli malzemeler bu şartlar altında uygun maliyetlerle temin edilmeli ve stoklanmalıdır (Önsüz ve Işıktekin, 2015).

Satın alma kapsamında tedarikçi seçiminde bu koşulların yani sıra ürün tedarikçisinin birkaç farklı firmadan yapılması gereklidir. Bu da olası bir risk faktörünün bertaraf edilmesini sağlamış olur. İstenilen malzemelerin özellikleri önceden belirlenmeli ve bu özellikler firmaya bildirilerek zamanında afet bölgesine ulaştırılması sağlanmalıdır (Pektaş, 2012).

c) Nakliye Yönetimi

Nakliye yönetimi ihtiyaç duyulan malzemenin doğru yer ve zamanda az maliyetle ve güvenli bir şekilde ulaştırılması için gerekli olan faaliyetleri içermektedir. Bu faaliyetler kapsamında;

- i. Araçların olağanüstü bir durumla karşılaşma olasılığına karşı acil müdahale için Taşımacılık yönetimi bilgi teknolojileri altyapısının kurulması ve kullanılması,
- ii. Taşınacak olan farklı malzeme türlerine göre çeşitlilik gösterecek araçların belirlenerek kapasite analizlerinin yapılması,
- iii. Kullanılacak araçların bakımlarının düzenli aralıklarla yapılması neticesinde sonradan oluşabilecek masrafların minimize edilmesi,
- iv. Araç kapasitelerinin en iyi şekilde kullanımı için optimum yükleme çalışmaları yapılması, araçların takibi için sistemin kurulması ve sürücülerin "Araç Takip Formları" nı doldurması,
- v. Gerekli malzemelerin araçlara nasıl yükleneceği ve boşaltılacağı belirlenirken bu aşamada gerekli olacak ekipmanların da belirlenerek temin ve teslim edilmesi,

- vi. Malzeme depolarından yardımın ulaştırılacağı afet bölgesine alternatif güzergâhların belirlenmesi yer almaktadır (Pektaş, 2012; Tanyaş vd., 2015).

d) Depo Yönetimi

Belirli bir yerden gelen ürünlerin alınarak belirli koşullar altında saklanması ve sonrasında gerekli noktalara gönderilmek üzere hazırlanması işlemine depolama denilmektedir. Ürünün teslim alınması, yerleştirilmesi, sayımının yapılması, gönderilmek üzere toplanması, kontrolü ve sevk edilmesini depolamanın esaslarındandır. Ne kadar süre depolama yapılacağı depoları farklılaştırır. Depolama süresinin uzun olduğu yerlere depo denirken, daha kısa süreli depolama yapılan yerlere dağıtım merkezi, süre daha da kısaldıkça aktarma merkezi denir ve aktarma merkezlerinde stok durumu olmaz.

Acil durum ve afet tehlikesine karşı hazır olabilmek için temel ve insan hayatı için önem arz eden malzemelerin stoklanması gerekmektedir. Uygun bir depolama için;

- Ulaşımın kolay bir şekilde yapılacağı,
- Arazinin şartlara uygun olduğu,
- Seçilen yapının şartlara uygunluğu,
- Çalışma alanının şartlara uyumlu olması gibi durumlar sağlanmalıdır.

Bölgesel ve yerel olmak üzere depolar konumları bakımından iki şekilde değerlendirilir. Bölgesel depolar müdahale sonrasında hizmet sağlama amacıyla malzeme dağıtımı için kullanılırken, yerel depolar daha küçük boyutlara sahip olması nedeniyle ilk müdahale aşamasında kullanılmaktadır. Olağanüstü durumlarda düşünülerek hem bölgesel hem de yerel depolarda gerekli malzemeler her zaman depolanmalı ve bu depolar kontrol altında tutularak, belirli aralıklarla sayımları yapılmalıdır.

Depo yerlerinin seçimini doğru bir şekilde yapabilmek için bazı kriterlere dikkat edilmelidir. Hem bölgesel hem de yerel depolar için ortak olarak dikkat edilmesi gereken hususlara aşağıda yer verilmiştir (Tanyaş, 2012; Kızılay, 2012);

- i. Ulaşım yollarına (kara, hava, demir ve deniz) yakınlık,
- ii. Park ve hareket alanlarının yeterliliği,
- iii. Yükleme ve boşatma işlemleri için uygun rampalar,
- iv. Malzemelerin çeşitlerine göre tasnif edilmiş yüklükler,
- v. Seçilen yapının çatı yapısı, duvar sağlamlığı, kat yapısı ve su giderleri,
- vi. Çalışmanın yapılacağı alanın havalandırması, ışıklandırılması, yönetim alanları ve iletişim imkânları,
- vii. Güvenlik,
- viii. Genel ve yerel afet planlarında belirtilen kapasiteler doğrultusunda depoların büyüklüğü,
- ix. Depo tasarımında göz önünde bulundurulması gereken en önemli hususların başında, ileriye yönelik olarak kapasite arttırılması da düşünülerek gelişmeye olanak sağlayacak yerlerin tercih edilmesi

e) Raporlama

Malzemelerin depolarda muhafaza edilmesi ve muhafaza edilen bu malzemelerin takibi, izlenmesi ve kontrolü için raporlama gerekli görülmektedir. Bu aşamada yapılan her türlü işlem ve malzemenin girdi, çıktı bilgileri rapor haline getirilmelidir. Oluşturulan bu raporların sağladığı bilgiler doğrultusunda (Tanyaş vd., 2013);

- Eksiklikler giderilmeye çalışılmalı,
- Değişim ve gelişim gerektiren alanlar belirlenmeli,
- Değişen şartlara uyum sağlayacak müdahale planı seçilmelidir.

f) İnsan Kaynaklarının Geliştirilmesi

İnsan ve insan gücüne afetin her aşamasında olduğu gibi afet lojistiği aşamasında da ihtiyaç vardır. Yaşanılanlar sonucunda elde edilen bilgi ve

tecrübeler doğrultusunda, gerekli olan eğitim ihtiyacı ve bu eğitimin içeriği ile niteliği belirlenmelidir. Afetlerin ne zaman ve ne şekilde ortaya çıkacaklarındaki belirsizlik, afet öncesinde belirlenen faaliyetlerin tam anlamıyla yapılmasını engelleyebilir. Bu da afet müdahale aşamasında gerekli olan yerde gerekli olan sayıda personelin görev almasını engelleyebilir. Bu durumu önlemek için afetlerde müdahalede görev alacak personelin farklı alanlarda da eğitilerek geliştirilmesi gerektiğini göstermektedir (Pektaş, 2012).

4.4.3.2. Afet müdahale süreci lojistik faaliyetleri

Ön değerlendirilmemenin yapılması ve ihtiyaçların belirlenmesi, lojistik faaliyet planının yapılması ve uygulamaya konulması, afetle mücadelenin izlenmesi ve raporlanması gibi faaliyetler afet müdahale süreci lojistik faaliyetleri kapsamında yer almaktadır. Bu süreçlerin detaylarına aşağıda yer verilmiştir.

a) Ön değerlendirme ve ihtiyaç tespiti

Afetin yaşandığı anda bölgede görev yapan afet birimlerinden temin edilen bilgiler ışığında ilk değerlendirilme yapılır. Bu ön değerlendirme neticesinde müdahalede kullanılması gereken ekipmanların doğru yer ve zamanda ulaştırılması aktarılan bilginin sistemli ve doğru bir şekilde iletilmesini sağlamış olur. Ön değerlendirme yapılırken şu hususlara dikkat edilmelidir;

- i. Ulaşım yollarının (hava, kara, deniz, demir) durumu ve kapasite bilgileri
- ii. Farklı depolama alanlarının varlığının kontrolü ve kapasite durumları,
- iii. Stokların yapılacağı depoların ulaşım imkânları,
- iv. İhtiyaç duyulacak malzemelerin temin edilebilirliği,
- v. Afetin büyüklüğüne bağlı olarak yurt dışından gelebilecek malzemelerin gümrük işlemleri için en yakın gümrük noktaları belirlenir.

b) Lojistik eylem planı yapılması ve uygulanması

Afet öncesinde yapılan hazırlık çalışmaları ve ön değerlendirme faaliyetlerinde yer alan mevcut kriterler göz önünde bulundurularak lojistik eylem planı çalışmaları yapılarak uygulama şekli belirlenir. Hazırlanacak olan bu planda;

- i. Bölgesel bazda mı yoksa yerel bazda mı depolama yapılacağı kararının alınması,
- ii. Bu süreçte faaliyet gösterecek diğer yardım birimlerine olabildiğince destek sağlanması,
- iii. Daha önceden belirlenmiş olan tedarikçilerle irtibata geçilerek gerekli olan malzemelerin doğru ve hızlı bir şekilde temin edilmesini sağlamak,
- iv. Yardımların en kolay şekilde transferi için afet bölgesinin konumu da göz önünde bulundurularak ulaşım şekli ve ağının belirlenmesi,
- v. Transfer sürecinde kullanılacak kurum araç kapasitesinin yeterliliğinin denetlenmesi ve gerekirse alternatif dış kaynaklara başvurulması,
- vi. Ulaştırılan yardımların güvenli ve hızlı olduğundan emin olunması, her aşamada görevli ekiplere ve kriz yönetim merkezine bilgi akışının devamlılığının sağlanması gerekmektedir.

c) Afetle müdahale sürecinin izlenmesi, değerlendirilmesi ve raporlanması

Bu süreç kapsamında yapılan tüm faaliyetlerin gözlenmesini, değerlendirilmesini ve bu bilgiler ışığında geniş kapsamlı bir rapor hazırlanmasını içermektedir (Pektaş, 2012; Tanyaş 2013).

4.3.3.3. Afet müdahalesinin ardından lojistik faaliyetler

a) Planlama

Malzemelerin toplanması ve yeniden yapılandırma çalışmaları afet müdahale faaliyetlerinden hemen sonra başlamış olur. Bu çalışmalarda görevli olan

ekipler, toplanan malzemelerin depolara gönderilmesinden de sorumludur. Bu ekipler bölgedeki yerlerine konumlandıktan sonra ilk iş olarak malzemelerin toplanması ve yapılacak bakım faaliyetlerini planlamalıdır. Planların hayata geçirilebilmesi için bazı bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bunlar;

- i. Dağıtılan yardım malzemelerinin istatistiği,
- ii. Yardımın ulaştırılacağı bölgeye ait bilgiler,
- iii. Malzemelerin stoklanacağı bölgelerin belirlenmesi,
- iv. Malzemelerin toplanması ve bakım çalışmalarında görevli birimlerin ve gerekli ekipman bilgileridir.

b) Malzeme toplama ve bakım faaliyetleri

Bu kapsamda en kısa süre ve en düşük maliyetle malzemelerin toplanması ve bakımının yapılması amacıyla görevli olan ekip tarafından hazırlanan plan uygulamaya konularak;

- Afet sonrası malzeme ve bakım faaliyetleri için oluşturulan bu ekibin tüm ihtiyaçları (araç, gereç, personel, vb.) karşılanır,
- Afet bölgesindeki malzemeleri toplanarak bunlardan hala kullanılacak durumda olanlar ayrılır,
- Ayrılan bu sağlam malzemelerden bakım onarıma ihtiyacı olanların geri kazandırılması sağlanır.

c) İzleme, değerlendirme ve raporlama

Afet sonrası malzemelerin toplanması ve bakımının yapılmasında görevli olan ekibin dışardan tarafsız bir birim tarafından, yapılan faaliyetlerinin izlenmesi, kontrolünün yapılması ve değerlendirilmesi sonucunda raporlanmasıdır. Yapılan çalışmaların doğruluğunun tespit edilmesi yaşanan aksilik ve olumsuzluklar göz önünde tutularak bunların bertaraf edilme yöntemlerinin ve ihtiyaçların tespit edilmesidir. Edinilen bu tecrübeler daha sonraki faaliyetlere öncülük ederek yeni stratejilerin geliştirilmesini sağlayacaktır.

Afet lojistiğinin doğru ve etkin bir şekilde yapılabilmesi doğru malzemenin, doğru yer, doğru miktar, doğru nitelikte olacak şekilde doğru kişiye ulaştırılması ile sağlanacaktır. Bu doğruların belirli bir plan ve program içerisinde ilerlemesi de büyük önem arz etmektedir (Önsüz ve Işıktekin, 2012; Pektaş, 2012).

4.5. Lojistik ve Afet Lojistiği Karşılaştırılması

Afet lojistiği ve işletme lojistiği arasındaki farklar şu şekilde özetlenebilir; İşletme lojistiğinde genellikle her şey daha açık ve nettir. Tahmin edilebilen talep, sabit üretim yeri, önceden belirlenmiş tedarikçilere sahip sistemli bir yapıdır. Fakat afet lojistiğinde bahsedilen bu konular büyük ölçüde belirsizdir. Afet lojistiğinin, büyük kapsamlı bir yapı olarak karakterize edilmesi beklenmedik sınırlamalarla karşılaşmamıza neden olabilir. Burada ne talepler tam olarak bellidir ne de tedarikçiler. Hedefledikleri amaçlar bakımından değerlendirildiğinde, işletme lojistiğinin amacı maddi kazancı yükseltmek iken afet lojistiğinin amacı afetzedelerin yardımına koşarak, zor durumda olan kişilere yardım etmektir. Bir başka ifade ile hayat kurtarmaktır. Afet lojistiği, tedarik ağı yapısı işletme lojistiği ağ yapısından net ve önceden seçilmemiş birçok bağlantıyı içermesinden dolayı farklılık göstermektedir. Afet lojistiği sürecindeki faaliyetler, kısıtlı ulaşım altyapısı, elektrik kesintisi gibi genellikle sürekliliği olmayan bir altyapıya sahip çevre şartlarında yapılmaktadır. Bunun yanında, birçok doğal afetin ne zaman ve ne şekilde meydana gelebileceğini önceden tahmin etmek mümkün değildir. Buna bağlı olarak da gerekli olacak talebi tahmin etmek ve hızlı bir şekilde karşılamak oldukça zordur. Bu bakımdan acil müdahale evresi genellikle afet bölgesine büyük miktarlarda tedarik alt yapısı oluşturmayı öngörmektedir. (Kovacs ve Spans, 2007; Cassidy, 2003; Thomas ve Kopczak, 2005; Long ve Wood, 1995;). Afet lojistiği ve işletme lojistiği arasındaki farklar aşağıda yer alan Çizelge 4.2'de farklı türden acil durumlar için karşılaştırılmıştır.

Çizelge 4.2. Afet-işletme lojistiği arasındaki farklar (Kovacs ve Spans, 2007).

	Afet Lojistiği	İşletme Lojistiği
Temel Amaç	Afetzedelerin maddi ve manevi olarak yanında yer almak	İşletme maliyetlerini azaltmak ve karlılığı arttırmak
Aktör Yapısı	Sivil toplum örgütleri üzerinden yürütülür, faaliyetlerde yer alan birimler birbirinden bağımsızdır	Tüm aktörler birbirleriyle bağlantılı olarak çalışır
Süreçler	Afet öncesi hazırlık faaliyetleri ile afet sonrasında hızlı müdahale ve iyileştirme faaliyetlerinden oluşur.	Tedarik etme ya da satın alma, üretim, depolama, pazarlama, satış, dağıtım, satış sonrası destek faaliyetlerinden oluşur.
Temel Özellikler	Sürekli değişkenlik gösteren tedarikçi ve tedarik edilecekler, kapsamlı faaliyetler, belirlenemeyen talep, acil durumlarda olağan dışı kısıtlar	Tedarikçi ve tedarik edilecek ürünler önceden belirlenmiş olur.
Tedarik Zinciri Felsefesi	İtme stratejisi, afet sonrası anında müdahale aşamasında yardımların afet bölgesine aktarılmasıdır. Çekme stratejisi, Afettede taleplerinin karşılanmasıdır.	İtme stratejisi, reklamları, satış politikalarını, satış öncesi ilişkileri içerir. Çekme stratejisi, satış zamanı ve sonrasındaki müşteri desteğini ve isteklerini içerir.
Ulaştırma ve Altyapı	Afet sonrası yaşanan ulaşım sorunları nedeniyle yeterli olarak karşılanamayan temel ihtiyaçların ulaştırılmasıdır.	Süreci yöneteler bellidir ve düzenli bir iletişim ağına sahiptir.
Zaman Etkisi	Kötü koşullar ya da eksik planlama sonucu ağır maddi ve manevi kayıplara neden olur.	Yaşanan gecikmeler kayıp, hasar ve maddi zararlara neden olur.
Sınırlı Bilgi Faaliyetleri	Afetlerin doğası gereği acil müdahale gerektirmesi nedeniyle yetersiz ve etkin olmayan bilgi, süreç boyunca kesintiler yaratabilir.	Talepler açık ve net olduğu için tedarik konusunda sorun yaşanmaz.
Tedarikçi Yapısı	Belirli tedarikçilerle veya zorunda kalınan tedarikçilerle yürütülen işlemler	Anlaşmalı tedarikçilerle yürütülen faaliyetlerde sürprizler yaşanmaz
Kontrol	Yapılan acil durum faaliyetlerinde kontrol açığı	Koordinasyondaki bilgi paylaşımının aktif olması denetim açığına olanak vermez

4.6. Afet Yönetiminde Tesis Yer Seçimi Problemleri

Afet yönetiminde tesis yer seçimi problemleri, afet yönetim döngüsündeki afet öncesi önlemlerden olan hazırlık aşamasında karar verilmesi gereken önemli bir konudur.

Tesis yer seçimi problemleri geniş bir uygulama alanına sahip olup; fabrika, işletme, alışveriş merkezi gibi ticari kuruluşların yanı sıra okul, hastane, postane gibi kamu kuruluşlarının yer seçiminden, acil yardım araçlarının yer seçimine kadar çeşitli alanlara uzanmaktadır.

Tesis yer seçimi problemlerinin farklı bir uygulama alanı da da afet sonrasında o bölgedeki afetzedelerin yaşayacağı kaos durumunu azaltıcı faaliyetlerden olan afet yardım istasyonu yer seçimidir.

Yaşanacak bir afet sonrasında toplumun öncelikli ihtiyaçlarını en hızlı ve en etkili şekilde karşılanması afet yardım istasyonlarının kuruluş yerinin önemini göstermektedir.

Afet yardım istasyonlarının kuruluş yerleri afet öncesi yapılması gereken faaliyetlerin içerisinde yer almalıdır. Bu çalışmaların afet sonrası aşamaya bırakılması büyük bir kargaşaya sebep olacaktır. Bu konu önceden planlanmalı ve afet planlarında yer almalıdır.

Afetler sonrasında afetten etkilenen bölgede yaşanacak kargaşa durumunu azaltıcı faaliyetlerden olan afet istasyonlarının optimum kuruluş yeri seçimi yerli ve yabancı literatürde yerini almıştır. Bu çalışmaların genel bir özeti Bölüm 2'de okuyucunun dikkatine sunulmuştur.

5. AFET LOJİSTİĞİ KAPSAMINDA GEÇİCİ TESİS YERİ TESPİTİ PROBLEMİNİN MODELLENMESİ

5.1. Çalışmanın Amacı

Çalışmanın bu bölümünde İstanbul İli Üsküdar ilçesinde oluşacak olan herhangi bir hasar verici afet sonrasında afetzedelerin kolay ve hızlı bir şekilde ulaşabilecekleri ve yardım alabilecekleri geçici yardım istasyonlarının sayılarının ve yerlerinin tespitini sağlayacak matematiksel model kurulacaktır. Bulunan sonuçlar üzerinde senaryo bazlı değişiklikler yapılacak ve sonuçlar yorumlanacaktır.

İki aşamadan oluşan modelin ilk aşamasında Üsküdar ilçesinde yer alan belirli sayıdaki mahallerin birbirlerine olan uzaklıkları ve nüfus yoğunlukları kullanılarak ihtiyaç duyulacak olan geçici istasyon sayısı belirlenmiştir. Küme kapsama problemi olarak ele alınan modelde mesafe minimizasyonu amaçlanmıştır.

İkinci aşamada ise birinci aşama sonucu sayısı tespit edine geçici yardım istasyonlarının lokasyonları belirlenmiştir.

5.2. Çalışmanın Kapsamı

İstanbul'da yer alan 35.7 km² yüzölçümüne sahip 582.666 nüfuslu Üsküdar ilçesi çalışma alanı olarak seçilmiştir.

Üsküdar ilçesinde 33 mahalle ilk yardım istasyonu olma standartlarında olan 106 okul yer almaktadır. Çalışma alanı kapsamındaki mahalle isimleri, nüfusları ve koordinatları aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir (Çizelge 5.1). Üsküdar'daki yapılar genel olarak eski ve bitişik bir düzene sahiptir. Bu durum olası bir afet sonrası büyük yıkım ve kayıpların yaşanacağını göstergesidir. Ayrıca yeni yerleşim birimleri için yeterli alana sahip olmaması, deprem öncesi ve deprem sonrası yapılacak planlama faaliyetlerinin daha dikkatli bir şekilde organize

edilmesini gerektirmektedir. Biz de bu bağlamda çalışma alanımız olan Üsküdar'da yaşanacak olası bir deprem sonrasında etkilenecek nüfus değişimlerine göre kurulacak yardım istasyonlarının yer ve sayı tespiti üzerinde çalışma yaptık.

Çizelge 5.1. Mahalle-nüfus-koordinat tablosu

Mahalle Adı	Mahalle Nüfusu	Enlem(x)	Boylam(y)
Acıbadem	24624	41.005901	29.049064
Ahmediye	9846	41.01651	29.018043
Altunizade	14289	41.024316	29.039264
Aziz Mahmut Hüdai	9225	41.020546	29.010482
Bahçelievler	21623	41.056940	29.073585
Barbaros	18242	41.014718	29.031699
Beylerbeyi	5877	41.044075	29.044116
Bulgurlu	31005	41.016676	29.074078
Burhaniye	16599	41.028823	29.058112
Cumhuriyet	34846	41.014322	29.081098
Çengelköy	14303	41.051245	29.052578
Ferah	19872	41.032721	29.072883
Güzeltepe	13067	41.045784	29.070476
İcadiye	17916	41.027086	29.033981
Kandilli	1571	41.074179	29.058868
Kısıklı	19770	41.026056	29.074711
Kirazlıtepe	13435	41.036969	29.063466
Kuleli	3413	41.061405	29.053054
Kuzguncuk	4447	41.033394	29.031305
Küçükçamlıca	9833	41.012610	29.068275
Küçüksu	19073	41.069251	29.065791
Küplüce	17639	41.039030	29.053823
Mehmet Akif Ersoy	21044	41.042248	29.070183
Mimar Sinan	12346	41.023440	29.017814
Murat Reis	13958	41.020201	29.030098
Salacak	9732	41.013339	29.017045
Selami Ali	12971	41.023693	29.033627
Selimiye	9048	41.010585	29.017424
Sultantepe	11420	41.028051	29.020940
Ünalın	34237	41.001609	29.069124
Valide-i Atik	21619	41.019270	29.025681
Yavuztürk	35034	41.032213	29.081655
Zeynep Kamil	12946	41.014386	29.024409

Mahalle nüfusları dikkate alınarak afetten etkilenecek kişi sayısının toplam nüfusun %30, %50 ve %70'ine tekabül ettiği durumlardaki muhtemel afettede sayıları da çizelge 5.2.'te gösterilmiştir.

Çizelge 5.2.Etkilenme durumu afettede sayısı değişimi

Etkilenme Durumu	30%	50%	70%	Etkilenme Durumu	30%	50%	70%
Mahalle Adı	Afettede Sayısı			Mahalle Adı	Afettede Sayısı		
Acıbadem	7387	12312	17236	Kuleli	1023	1706	2389
Ahmediye	2953	4923	6892	Kuzguncuk	1334	2223	3112
Altunizade	4286	7144	10002	Küçük Çamlıca	2949	4916	6883
Aziz Mahmut Hüdayi	2767	4612	6457	Küçüksu	5721	9536	13351
Bahçelievler	6486	10811	15136	Küplüce	5291	8819	12347
Barbaros	5472	9121	12769	Mehmet Akif Ersoy	6313	10522	14730
Beylerbeyi	1763	2938	4113	Mimar Sinan	3703	6173	8642
Bulgurlu	9301	15502	21703	Murat Reis	4187	6979	9770
Burhaniye	4979	8299	11619	Salacak	2919	4866	6812
Cumhuriyet	10453	17423	24392	Selami Ali	3891	6485	9079
Çengelköy	4290	7151	10012	Selimiye	2714	4524	6333
Ferah	5961	9936	13910	Sultantepe	3426	5710	7994
Güzeltepe	3920	6533	9146	Ünalan	10271	17118	23965
İcadiye	5374	8958	12541	Valide-i Atik	6485	10809	15133
Kandilli	471	785	1099	Yavuztürk	10510	17517	24523
Kısıklı	5931	9885	13839	Zeynep Kamil	3883	6473	9062
Kirazlıtepe	4030	6717	9404	Toplam	160444	267426	374395

5.3. Problem Tanımı ve Modellenmesi

Bu çalışmada olası bir deprem sonrası afetzedelerin ihtiyaçlarının karşılanması için açılacak geçici tesislerin sayısı ve yerleri belirlenmiştir. Görmez vd. (2011), tarafından yapılan çalışmaya benzer şekilde, talep noktalarında açılacak ve afet sonrası yardım malzemelerinin toplanma ve dağıtım merkezi olarak

kullanılacak olan geçici tesis yerlerini bulmak için mahalle nüfusları ve afetten etkilenme oranları göz önünde bulundurularak tam sayılı programlama problemi modellenmiştir. Talep noktaları (mahalleler) arasındaki mesafe *Öklid uzaklığı* ile mahalle muhtarlıklarının lokasyonları göz önüne alınarak hesaplanmıştır. Küme kapsama problemi olarak ele alınan modelde mesafe minimizasyonunu amaçlamıştır.

Model kurulurken aşağıdaki varsayımlardan hareket edilmiştir:

- Model deterministiktir. Bir başka deyişle tesis kapasiteleri, mesafeler, beklenen afettede sayısı gibi parametre ve değişkenler belirlidir.
- Gerçek hayatta önemli bir stokastik değişken olan afettede sayısı senaryo bazlı bir yaklaşımla değiştirilmiştir.
- Her mahallenin nüfusunun mahallenin muhtarlığı çevresinde kümelendiği varsayılmış ve muhtarlıkların koordinatları merkez olarak alınmıştır.
- Geçici tesis yeri için aday olarak ilçede bulunan ve fiziki altyapısı uygun olan okullar dikkate alınmıştır.
- Her bir tesisin 2000 kişiyi barındırabileceği varsayılmıştır.

5.4. Matematiksel Model

5.4.1. Birinci aşama

İlk yardım istasyonlarının yerleri belirlenirken birinci aşamada kurulan modelin detayları aşağıda verilmiştir.

Kümeler

Modelde N mahalle için $i, j = 1, \dots, N$ indisleri kullanılmıştır. Kurulan modelde aşağıdaki parametre ve değişkenler kullanılmıştır:

Parametreler

D_{ij} : i talep noktası ile j mahallesi arasındaki mesafe

R_i : i talep noktasındaki toplam nüfus

F : Toplam açılacak tesis sayısı

N : Hizmet verilecek mahalle sayısı

C : Açılacak tesis kapasitesi (2000 olarak alınmıştır.)

k : afet şiddetine ilişkin parametre

Değişkenler

f_i : i talep noktasındaki tesis sayısı

$x_{i,j}$: j mahallesinden hizmet alan i talep noktasındaki afetzede sayısı

$$\text{Min} \sum_{ij} D_{i,j} x_{ij} \quad (1)$$

$$\sum_i f_i = F \quad (2)$$

$$\sum_j x_{i,j} = kR_i \quad \forall i \quad (3)$$

$$\sum_i x_{i,j} \leq Cf_j \quad \forall j \quad (4)$$

$$x_{i,j} \geq 0 \quad \forall i \quad (5)$$

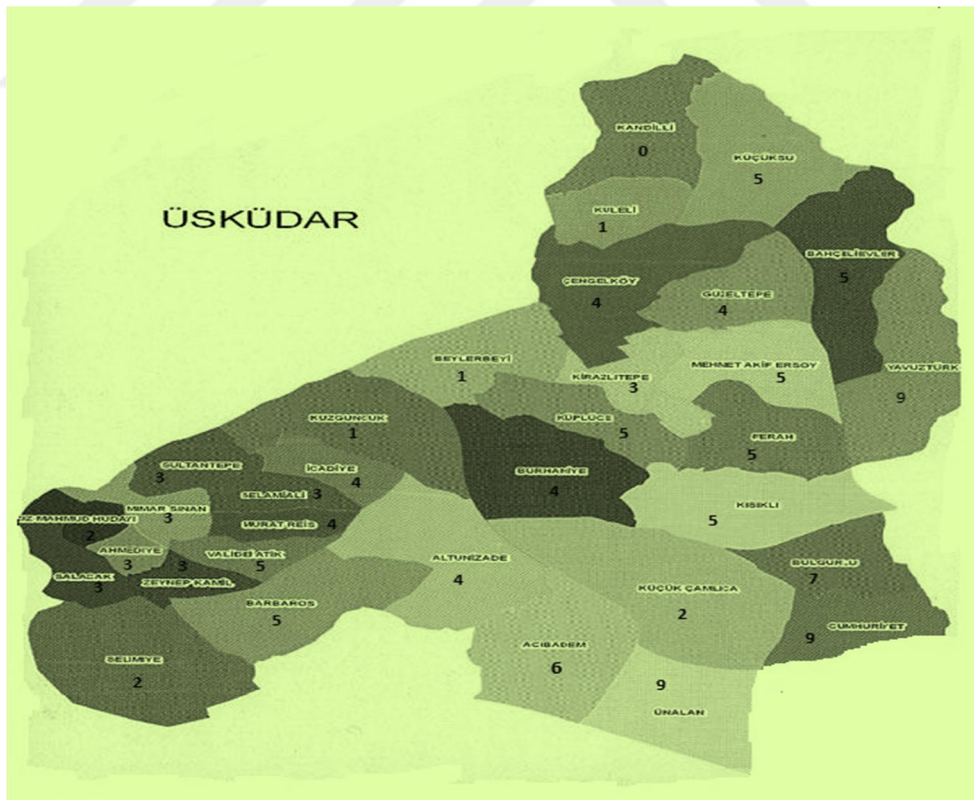
$$f_i \geq 0, \text{integer} \quad \forall i \quad (6)$$

Eşitlik (1)'de i mahallesinde yaşayan ve j mahallesindeki herhangi bir tesisten hizmet alacak olan nüfus ve i ve j mahalleleri arasındaki mesafe göz önüne alınarak ağırlıklandırılmış mesafe minimizasyonu amaçlanmıştır. Eşitlik (2) mahallelerdeki potansiyel afetzede sayısına göre gerekli olacak kadar tesis açılmasını garanti etmektedir. Burada F parametresi $F = \sum_i kR_i / C$ eşitliği ile belirlenmiştir. C parametresi, Görmez vd (2011) tarafından yapılan çalışmadaki gibi 2000 olarak alınmıştır. Yani herbir ilk yardım tesisinin kapasitesi 2000 olarak kabul edilmiştir. Yine k parametresi depremin şiddetine göre depremden

etkilenecek nüfusun oranını göstermektedir ve sırasıyla %30, %50 ve %70 olarak alınmıştır. Model bu üç senaryo için çözülmüştür. Eşitlik (3) ile ifade edilen kısıt her i mahallesi için bütün afetzedelerin hizmet almasını garanti etmektedir. Eşitsizlik (4) bir mahallenin hizmet kapasitesinin o mahalleye atanan afetzede sayısından fazla olması gerektiğini ifade etmektedir. Son olarak eşitsizlik (5) ve (6) problem değişkenleri için doğal kısıtlardır.

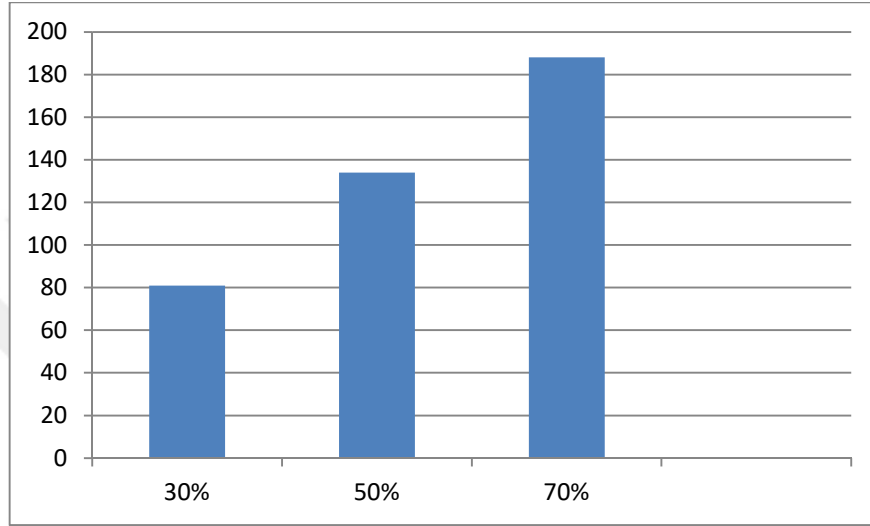
5.4.2. Birinci aşamanın çözümü

Problem GAMS 23.5.1 paket programı yardımıyla çözülmüştür. Kurulan GAMS modeline ait kodlar EK.A'da verilmiştir. Mesafeler hesaplanırken hizmet noktalarının mahalle muhtarlıklarında kuruldukları kabul edilmiştir. Elde edilen optimum çözüme göre nüfusun %50'sinin depremde etkilendiği senaryo altında ilçe genelinde 134 geçici servis merkezine ihtiyaç duyulacaktır. Bu tesislerin mahallelere dağılımı Şekil 5.1 'de görülmektedir.



Şekil 5.1. Depremden Üsküdar nüfusunun %50'sinin etkileneceği durumda açılacak tesis sayıları

Ayrıca mahalle nüfusları dikkate alınarak afetten etkilenecek kişi sayısının toplam nüfusun %30, %50 ve %70'ine tekabül ettiği durumlar değerlendirilmiştir. Buna göre açılacak olan geçici tesis sayıları Çizelge 5.3'de verilmiştir. Tabloya göre en kötü senaryoda planlamaya dâhil edilmesi gereken tesis sayısı 188 iken az hasarlı bir deprem senaryosunda bu rakam 81'dir (Şekil 5.2).



Şekil.5.2. Etkilenme yüzdesine bağlı açılacak toplam tesis sayısı

Çizelge 5.3. Etkilenme yüzdesi tesis sayısı değişimi

Etkilenme Durumu	30%	50%	70%	Etkilenme Durumu	30%	50%	70%
Mahalle Adı	Açılacak Tesis Sayısı			Mahalle Adı	Açılacak Tesis Sayısı		
Acıbadem	4	6	9	Kuleli	1	1	1
Ahmediye	1	3	4	Kuzguncuk	1	1	2
Altunizade	2	4	5	Küçük Çamlıca	2	2	3
Aziz Mahmut Hüdai	1	2	3	Küçüksu	3	5	6
Bahçelievler	3	5	8	Küplüce	3	5	6
Barbaros	3	5	6	Mehmet Akif Ersoy	3	5	7
Beylerbeyi	1	1	2	Mimar Sinan	2	3	4
Bulgurlu	5	7	11	Murat Reis	2	4	5

Çizelge 5.3. Etkilenme yüzdesi tesis sayısı değişimi (devam)

Etkilenme Durumu	30%	50%	70%	Etkilenme Durumu	30%	50%	70%
Mahalle Adı	Açılacak Tesis Sayısı			Mahalle Adı	Açılacak Tesis Sayısı		
Burhaniye	2	4	6	Salacak	2	3	3
Cumhuriyet	5	9	12	Selami Ali	2	3	5
Çengelköy	2	4	5	Selimiye	1	2	3
Ferah	3	5	7	Sultantepe	2	3	4
Güzeltepe	2	4	5	Ünalın	5	9	12
İcadiye	3	4	6	Valide-i Atik	3	5	8
Kandilli			1	Yavuztürk	5	9	12
Kısıklı	3	5	7	Zeynep Kamil	2	3	5
Kirazlitepe	2	3	5	Toplam	81	134	188

5.4.3. İkinci aşama

Modelin ikinci bölümünde nüfusun %30'unun acil yardıma ihtiyacı olacağı senaryo baz alınarak ilk yardım istasyonu olma kriterlerine uygun okullara mahallelerin atanması yapılacaktır. Burada vurgulamamız gereken noktalardan biri seçilen okullar daha önce belirtilen ilk yardım istasyonu olabilme kriterlerine sahip okullardır. Yine her mahalle için aday okullar belirlenirken; okulların mahalle merkezine en fazla 1500 metre mesafede yer almasına dikkat edilmiştir.

Kümeler

k : mahalle indisi, $k = 1, \dots, 33$

j : okul indisi, $j = 1, \dots, 108$

Parametreler

D_{jk} : j okulu ile k talep noktası arasındaki mesafe (metre)

P_k : k mahallesinde açılması gereken ilk yardım istasyonu sayısı (Birinci aşamada bulunan f_i değişkenine ait optimal değerler)

F : Toplam açılacak tesis sayısı (Birinci aşamada bulunan f_i değişkenlerinin toplamı)

$eps = 0,001$ (küçük bir sayı)

Değişkenler

o_j : j okulunun açık olma durumunu gösteren değişken (0,1)

$x_{i,j}$: k mahallesindeki talebin bir kısmının j okulu tarafından karşılandığını gösteren değişken (0,1)

$$\text{Min} \sum_{jk} D_{jk} x_{jk} + eps * \sum_{ij} o_j \quad (7)$$

$$\sum_j o_j \geq F \quad (8)$$

$$x_{jk} = o_j \quad \forall j, k \quad (9)$$

$$\sum_j x_{jk} \leq P_k \quad \forall k \quad (10)$$

$$x_{jk} = (0,1) \quad \forall j, k \quad (11)$$

$$o_j = (0,1) \quad \forall j \quad (12)$$

Eşitlik (7)'de j okulunun k mahallesindeki afetzedelere hizmet vermesi durumunda toplam mesafenin ve toplam açılan okul sayısının minimize edilmesi amaçlanmaktadır. Eşitlik (8) birinci aşamada bulunan ve açılması gereken tesis sayısı gösteren şartın ikinci modelde açılan okullar ile sağlandığını garanti etmektedir. Eşitlik (9) bir j okulunun açılması durumunda bir k mahallesine atanmasını garanti etmektedir. Eşitsizlik (10) birinci aşamada bulunan ve her mahallede açılması gereken minimum tesis sayısını gösteren P_k kadar okulun her k mahallesine atanmış olmasını garanti etmektedir. Son olarak eşitsizlik (11) ve (12) problem değişkenlerinin ikili (0,1) değişkenler olduğunu belirtmektedir.

5.4.4. İkinci aşamanın çözümü

Problem birinci aşamada olduğu gibi GAMS 23.5.1 paket programı yardımıyla çözülmüştür. Kurulan GAMS modeline ait kodlara EK.A'da yer verilmiştir. Birinci aşamada hangi mahallede kaç afet isyasyon merkezine ihtiyaç duyulacağını farklı senaryolar altında incelemiştik. Nüfusun %30'unun afetten etkileneceği var sayılarak 81 yardım istasyonunun açılması gerektiği birinci aşamada tespit edilmiştir. Burada ise yardım istasyonunun belirli kriterlere uygun olarak yer seçimleri yapılmıştır. Başka bir deyişle hangi mahallenin hangi aday okuldan yardım sağlayacağı belirlenmiştir (Çizelge 5.4).

Çizelge 5.4. Mahallelerde açılacak tesis sayı ve yerleri

Mahalle Adı	Tesis Sayısı	Açılacak Tesis Yeri
Acıbadem	4	Mihriban Suat Bedük İlkokulu Acıbadem Türk Telekom Ortaokulu Özel Acıbadem Okulları Çamlıca Kız Anadolu Lisesi
Ahmediye	1	Hezarfen Ahmet Çelebi Ortaokulu
Altunizade	2	İstanbul 29 Mayıs Üniversitesi Capitol Avm
Aziz Mahmut Hüdayi	1	Şemsipaşa İlköğretim Okulu
Bahçelievler	3	Abidin Gün İlköğretim Okulu Hacı Rahime Ulusoy Mesleki ve Teknik A.L. Burhan Felek Anadolu Lisesi
Barbaros	3	Özel Batı Akşam Lisesi 23 Nisan Kaptanoğlu İlkokulu
Beylerbeyi	1	Beylerbeyi İlkokulu
Bulgurlu	5	Nezahat Ahmet Keleşoğlu İlköğretim Okulu Çağrıbey Anadolu Lisesi Henza Akın Çolakoğlu A.İ.H.L. Mev Ortaokulu Erdil Eğitim Kurumları
Burhaniye	2	Nursen Fuat Özdayı İlkokulu Lions Ortaokulu
Cumhuriyet	5	Nezahat Ahmet Keleşoğlu İlköğretim Okulu Çağrıbey Anadolu Lisesi Mev Ortaokulu Sabri Artam Vakfı İlkokulu Yaman Dede İmam Hatip Ortaokulu
Çengelköy	2	Mehmetçik Ortaokulu Çengelköy İlköğretim Okulu
Ferah	3	Gazi Mustafa Altıntaş İlkokulu İMKB Mesleki ve Teknik Lisesi Kısıklı Ortaokulu

Çizelge 5.4. Mahallelerde açılacak tesis sayısı ve yerleri (devam)

Güzeltepe	2	Üsküdar Anadolu İmam Hatip Lisesi Mehmet Akif Ersoy İlkokulu
İcadiye	3	İcadiye Ortaokulu Özel İstanbul Fen Lisesi İstanbul 29 Mayıs Üniversitesi
Kısıklı	3	Özel Erdil İlkokul ve Lise Büyük Çamlıca Koleji Çamlıca Anafen
Kirazlıtepe	2	Orhan Seyfi Orhon Ortaokulu Ali Fuat Başgil İmam Hatip Ortaokulu
Kuleli	1	Kuleli Askeri Lisesi
Kuzguncuk	1	Kuzguncuk İlköğretim Okulu
Küçük Çamlıca	2	Saffet Çebi İlköğretim Okulu Özel Üsküdar Sev Ortaokulu
Küçüksu	3	Rasathane Ortaokulu Armatörler İlkokulu Kandilli Kız Lisesi
Küplüce	3	Küplüce Ortaokulu Ali Fuat Başgil İmam Hatip Ortaokulu Lütfi Erçin Ortaokulu
Mehmet Akif Ersoy	3	İbrahim Hakkı Konyalı İlkokulu Mehmet Akif Ersoy İlkokulu Üsküdar Anadolu İmam Hatip Lisesi
Mimar Sinan	2	Halil Rüştü İlköğretim Okulu İbrahim Hakkı Konyalı İlkokulu
Murat Reis	2	Cumhuriyet Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi Ahmet Keleşoğlu İlkokulu
Salacak	2	Salacak İmam Hatip Ortaokulu Burhan Felek Anadolu Lisesi
Selami Ali	2	Capitol Avm Amerikan Lisesi
Selimiye	1	Selimiye Ortaokulu
Sultantepe	2	Sultantepe Ortaokulu Halide Edip Adivar Anadolu Lisesi
Ünalın	5	Yıldırım Beyazıt Ortaokulu Necmi Gündüz İlkokulu Yılmaz Soyak İlkokulu Kandilli İlköğretim Okulu Kandilli Kız Lisesi
Valide-i Atik	3	Atik Valide İmam Hatip Ortaokulu Sokullu Mehmet Paşa İlkokulu
Yavuztürk	5	Fatma Nuri Erkan İlkokulu Siteler Ortaokulu Kısıklı Ortaokulu Çamlıca Anafen İMKB Mesleki ve Teknik Lisesi
Zeynep Kamil	2	Zeynep Kamil İlköğretim Okulu Sokullu Mehmet Paşa İlkokulu

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Afetler insan ve doğa yaşamını derinden etkileyen, maddi ve manevi kayıplara neden olan olaylardır. Afetlerle mücadelede zararların en aza indirilmesi etkili bir afet yönetimi ile sağlanabilir. Afet yönetimi temel olarak afet öncesi, afet sırası ve afet sonrası olarak üç ana faaliyet alanında değerlendirilebilir. Bu çalışmayla afet sonrası hızlı ve etkili bir müdahale için gerekli olan geçici tesis sayılarının ve yerlerinin en az maliyetle belirlenmesi amaçlanmıştır; kurulan tamsayı model, Üsküdar ilçesi için uygulanmıştır. Yapılan uygulamada 33 mahalleyi kapsayan ilçede açılması gereken tesis sayılarını ve yerlerini tespit etmek için gerekli veriler toplanmış ve depremin muhtemel etkileri farklı senaryolar altında dikkate alınmış ve optimum çözümler elde edilmiştir.

Bu çalışma ile her mahalledeki tesis sayıları ve bu tesislerin hangi mahalleden kaç kişiye hizmet verebileceği belirlenmiştir. Genellikle afet yönetimi alanında yapılan planlamalarda geçici servis merkezleri olarak okullar, kamu binaları ve alışveriş merkezleri kullanılmaktadır. Bu çalışma, bu yönde genişletilip aday tesisler arasından toplam mesafe minimizasyonu amaç fonksiyonu kullanılarak afet durumunda kullanılacak gerçek tesislerin yerleri saptanmalıdır.

KAYNAKLAR

- Afet Ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD), 2005, Afet ve Acil Durumlara İlişkin Temel Mezuat, Erişim Tarihi: 09.01.2018, https://www.afad.gov.tr/upload/Node/2314/files/AFAD_mevzuat_el_kit_abi+1.pdf
- Afet Koordinasyon Merkezi (AKOM), 2000, Afet Koordinasyon Merkezi Şube Müdürlüğü Görev Ve Çalışma Yönetmeliği, Erişim Tarihi: 05.01.2008, https://akom.ibb.gov.tr/Dokumanlar/akom_gorev_calisma_yonetmeli.pdf
- Ağdaş, M., Bali, Ö., Ballı, H., 2014. Afet Lojistiği Kapsamında Dağıtım Merkezi İçin Yer Seçimi : Smaa-2 Tekniği İle Bir Uygulama, Beykoz Akademi Dergisi, 2(1), 75-95.
- Ahmadi, M., Seifi, A., Tootooni, B., 2015. A Humanitarian Logistics Model For Disaster Relief Operation Considering Network Failure And Standard Relief Time: A Case Study On San Francisco District, Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 75, 145-163.
- Akdağ, S.E., 2002. Mali ve Yapı Denetimi Boyutlarıyla Afet Yönetimi, Sayıştay Dergisi, 44-45, 35-65.
- Akyel, R., 2007. Afet Yönetim Sistemi: Türk Afet Yönetiminde Karşılaşılan Sorunların Tespit ve Çözümüne İlişkin Bir Araştırma, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi, 197, Adana.
- Altay, N., Prasad, S., Sounderpandian, J., 2006. Strategic Plannig for Internationel Disaster Relief Logistics: Imlications for Research and Practice, Internationel Journal of Services Sciences, 2(2), 142-161.
- Aslan, H.M., Yıldız, M.S., Uysal, H.T., 2015. Afet İstasyonlarının Kuruluş Yeri Seçiminde Bulanık TOPSIS Yönteminin Uygulanması: Düzce'de Bir Lokasyon Analizi. Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi, 3(2), 111-128.
- Avcı S., 2010. İstanbul'un Nüfus Özellikleri ve Afetlerden Zarar Görebilirlik, İstanbul'un Afetlerden Zarar Görebilirliği Sempozyumu, İstanbul, 04-05 Ekim, 106-128.
- Avdar, R., 2017. 1999-2001 Arası Dönemde Türkiye'de Meydana Gelen Depremlerin Ekonomik Etkileri, Econdor International Akademik Journal, 1(1), 53-63.
- Balcik, B., Beamon, B.M., 2008. Facility Location İn Humanitarian Relief, International Journal of Logistics Research and Applications, 11(2), 101-121.

- Barbarosoğlu, G., Arda, Y., 2004. A Two-Stage Stochastic Programming Framework For Transportation Planning İn Disaster Respons, Journal of the Operational Research Society, 55(1), 43-53.
- Barutçu, S. 2015. Afet Yönetiminde İtfaiyenin Rolü: Ankara İli Örneği, Türk Hava Kurumu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 95, Ankara.
- Bauman, Z., 1998. Postmodern Etik, Çev. Türker A., Ayrıntı Yayınları, 352, İstanbul.
- Beck, U., 1999. World Risk Society, Polity Press , 192, Oxford, UK.
- Birdir, K., Dalgıç, A., Kayaalp, G., 2015. Dark Tourism: The Experiences of Foreign Tourists Visiting the Gallipoli Peninsula Historical National Park, Journal of Tourism and Gastronomy Studies, 3(4), 12-23
- Birkland, T.A. , 1997. After Disaster, Georgetown University Press, 47, Washington.
- Can, E., 2005. Entegre Afet Yönetim Sistemi ve İlkeleri. M. Kadioğlu, E. Özdamar, Ankara, JICA.(*)
- Cassidy, W.B., 2003. A logistics life line, Traffic World, October 27, p. 1(*)
- Caunhye, A.M., Nie, X., Pokharel, S., 2012. Optimization Models İn Emergency Logistics: A Literature Review. Socio-Economic Planning Sciences, 46(1), 4-13.
- Chang, M.S., Tseng, Y.L., Chen, J.W., 2007. A Scenario Planning Approach For The Flood Emergency Logistics Preparation Problem Under Uncertainty, Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 43(6), 737-754.
- Coşkun A., Karabeyli L., 2012. Afet Risklerini Azaltmak, Sayıştayların Rolü. Sayıştay Dergisi, 87(4), 97-119.
- Çatlıoğlu, B., 2015. Heyelan Geometrisinin Jeolojik Yöntemlerle Belirlenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 102, Isparta.
- Çelebi, N., 2011. Bir Afet Yardım Merkezinin Sezgisel Algoritmalar Yardımıyla Konumlandırılması, XI.Üretim Araştırmaları Sempozyumu, 23-24 Haziran 2011,İstanbul, 641-651.
- 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.

- Darende, B., 2009. Tesis Yer Seçimi İle Deprem Durumunda Yaralı Toplama Noktalarının Belirlenmesi, İstatistik Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 79, Ankara.
- Dekle, J., Lavieri, M.S., Martin, E., Emir-Farinas, H., Francis, 2005. A Florida County Locates Disaster Recovery Centers. *Interfaces*, 35(2), 133–139.
- Doğan, M., 2015. İlçe Bazında Afet Lojistiği: Kocaeli İli Örneği. Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 77, İstanbul.
- Döyen, A., 2012. Disaster Mitigation And Humanitarian Relief Logistics, Bogaziçi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 103, İstanbul.
- Duran, S., Gutierrez, M.A., Keskinocak, P., 2011. Pre-Positioning of Emergency Items Worldwide for Cara International. *Interfaces*, 41(3), 223–237.
- Ergünay, O., 2002, "Afete Hazırlık ve Afet Yönetimi", Türkiye Kızılay Derneği Genel Müdürlüğü Afet Operasyon Merkezi (AFOM),
- Ergünay, O., 2008. Afet Yönetiminde Kurumsal Yapılanma ve Mevzuat Nedir? Nasıl Olmalıdır? , CHP İstanbul Deprem Sempozyumu, İstanbul Depremine Beklerken Sorunlar ve Çözümler Bildiriler Kitabı, 97-108.
- Erickson, J. 1994. Quakes, Eruptions and Other Geologic Cataclysms, Fact on File, 310, New York.
- Garrido, R.A., Lamas, P., Pino, F.J., 2015. A Stochastic Programming Approach For Floods Emergency Logistics. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 75,18–31.
- Görmez, N., Köksalan, M., Salman, F.S., 2011. Locating Disaster Response Facilities In Istanbul. *Journal of the Operational Research Society*, 62(7), 1239–1252.
- Gözaydın, O., Can, T.,2013. Deprem Yardım İstasyonları İçin Jojistik Merkezi Seçimi: Türkiye Örneği, *Havacılık Ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 6(2), 17-31.
- Gülkan, P., Balamir, M., Yakut A., 2003. Afet Yönetiminin Stratejik İlkeleri: Türkiye ve Dünyadaki Politikalara Genel Bakış, Ortadoğu Teknik Üniversitesi Afet Yönetimi Uygulama ve Araştırma Merkezi, 30-33 Ankara.
- Gümüşbuğa, F., 2012. Afet Yönetimi Kapsamında Hata Ağacı Analizi İle Risk Tabanlı Tesis Yer Seçimi, Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 87, Ankara.
- Günneç, D., 2007. Network Optimization Problems for Disaster Mitigation : Network Reliability , Investment for Infrastructure Strengthening and

Emergency Facility Location, Koç Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 73, İstanbul.

Kadıoğlu M., 2011. Afet Yönetimi Beklenmeyeni Beklemek, En Kötüsünü Yönetmek, T.C. Marmara Belediyeler Birliği Yayını, İstanbul. 46-55.

Kadıoğlu, M., 2008. Modern, Bütünleşik Afet Yönetimin Temel İlkeleri, Jica Türkiye Ofisi ,2, 1-42.

Karaca, N., 2003. Optimization Of Locating Logistic Supply Coordination Centers (Lscc) Of Turkish Land Forces In An Earthquake Region, Bilkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisan Tezi, 46, Ankara.

Karayılanoğlu, T. (2002), “ Biyoterörizm ve Şarbon”, Sivil Savunma, Sayı 166, 29-32.

Keskin H., 2006. Lojistik tedarik zinciri yönetimi, Nobel Yayın Dağıtım, 216, İstanbul.

Kırıkçı, C., 2012. Determination Of Shelter Locations And Evacuation Routes For A Possible Earthquake In The City Of Istanbul. Bilkent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 68, Ankara.

Klibi, W., Ichoua, S., Martel, A., 2013. Prepositioning Emergency Supplies to Support Disaster Relief : A Stochastic Programming Approach. Cirrelet, 19, 1-35.

Koçkan, Ç., 2015. Doğal Afetlerde Risk Yönetimi, 3.Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı,14-16 Ekim 2015, İzmir, 1-8.

Kongsomsaksakul, S., Yang, C., Chen, A., 2005. Shelter Location-Allocation Model For Flood Evacuation Planning, Journal of the Eastern Asia Society, 6(1981), 4237-4252.

Konu, A.S., 2014. Humanitarian Logistics:Pre-Positioning Of Relief Items In İstanbul, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, YüksekLisanTezi, 134, Ankara.

Kızılay, 2009, Türkiye Kızılay Derneği Tüzüğü, Erişim Tarihi: 11.01.2018, <https://www.kizilay.org.tr/Kurumsal/tuzugumuz>

Işık, Ö., Aydınlioğlu, H.M., Koç, S., Gündoğdu, O., Korkmaz, G., Ay, A., 2012. Afet Yönetimi Ve Afet Odaklı Sağlık Hizmetleri, Okmeydanı Tıp Dergisi, 28(Ek2), 82-123.

İBB, 2018, Afet Koordinasyon Merkezi Görev Tanımı, Erişim Tarihi: 05.01.2018, http://ibb.gov.tr/sites/akom/Documents/gorev_tanimi.html

- İşçi, C., 2008. Deprem nedir ve nasıl korunuruz , Journal of Yasar University, 3(9), 959-983.
- JICA, 2004, Türkiye’de Doğal Afetler Konulu Ülke Strateji Raporu, Japonya Uluslararası İşbirliği Ajansı Türkiye Bürosu, Ankara, 22.
- JICA-İBB, 2002. Türkiye Cumhuriyeti İstanbul İli Sismik Mikro-Bölgeleme Dahil Afet Önleme/Azaltma Temel Planı Çalışması, İBB Yayınları, İstanbul.
- John, W.,2010. Disaster: A History of Earthquakes, Floods, Plagues, and Other Catastrophes. Skyhorse Pub,400, New York.
- Karancı, A.N., 2005. Afetlerde Psikolojisi Ve Hazırlıklı Olma/ Zarar Azaltma Davranışları: Afet Yönetiminin Temel İlkeleri, T.C. İçişleri Bakanlığı Ankara: Tıca Yayını.
- Karancı, N., 1966. Afetlerde Psikolojinin ve Psikologların Rolü, Türk Psikoloji Bülteni, 15, 41-46.
- Kovancs, G., K.M., Spens, 2007. Humanitarian Logistics in Disaster Relief Operation, Physical Distribution & Logistics Management, 37 (2), 99-114.
- Lin, Y. et al., 2012. Location of temporary depots to facilitate relief operations after an earthquake, Socio-Economic Planning Sciences, 46(2), 112–123.
- Mete, H.O., Zabinsky, Z.B., 2010. Stochastic Optimization Of Medical Supply Location And Distribution In Disaster Management. International Journal of Production Economics, 126(1), 76–84.
- Önsüz, M.F., Atalay, B.I., 2015. Afet Lojistiği/Disaster Logistics, Osmangazi Journal Of Medicine, 37(3), 1-6.
- Özdamar, L., Ekinci, E., Küçükyazıcı, B., 2004. Emergency Logistics Planning in Natural Disasters. Annals of Operations Research, 129(1-4), 217–245.
- Özmen, B., Nurlu, M., Güler, H., 1997. Coğrafi Bilgi Sistemler İle Deprem Bölgelerinin İncelenmesi, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Özdiñç, S., 2011. Emergency Response Facility Location in Istanbul for Effective Distribution of Relief Aid, Koç Üviversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 65, YüksekLisans Tezi, İstanbul.
- Philippe, H., Scheuren, J.M., Below, R., Guha Sapid, D., 2007. Annual disaster statistical riwev: Number and trends 2006, Centre for research on the epidemiology of Disasters (CRED), Jacoffset Printers, 48, Belgium.

- Rath, S., Gutjahr, W.J., 2014. A Math-Heuristic For The Warehouse Location-Routing Problem In Disaster Relief. *Computers & Operations Research*, 42, 25–39.
- Rawls, C.G., Turnquist, M.A., 2010. Pre-Positioning Of Emergency Supplies For Disaster Response. *Transportation Research Part B: Methodological*, 44(4), 521–534.
- Rezaei, S., 2014. Developement of a Decision Support Model For The Optimum Shelter Location Following a Disaster, *Geomatik Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, 71, İstanbul.
- Roh, S., Jang, H. & Han, C., 2013. Warehouse Location Decision Factors in Humanitarian Relief Logistics. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 29(1), 103–120.
- Soygüzel H., 2002. Türkiye’de Doğal Afetlerde Kriz Yönetimi(Marmara Depremi) Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 17, Sakarya.
- Suzen, M.L., Doyuran, V., 2004. Data Driven Bivariate Landslide Susceptibility Assessment Using Geographical Information Systems: A Method And Application To Asarsuyu Catchment, Turkey, *Engineering Geology*, 71, 303–321.
- Şahin, N.,2009. Afet Yönetimi ve Acil Yardım Planları, TMMOB İzmir Kent Sempozyumu, 8-10 Ocak, İzmir, 131-142.
- Şengün, H., Temiz, A., 2007. Afet Yönetimi ve Karabük, TMMOB Afet Sempozyumu, 7Aralık 2007, Ankara, 261-278.
- Tanyaş, M., Günalay, Y., Aksoy, Y., Küçük, B., 2013. İstanbul İli Afet Lojistik Kalkınma Klavuzu, İstanbul Kalkınma Ajansı Raporu Lojistik Derneği (LODER), 165.
- Tanyaş, M., 2012. Lojistik Yönetimi Ders Notları. İstanbul.
- Thomas, A.S., Kopczak, L.R., 2005. From Logistics to Supply Chain Management: The Path Forward in the Humanitarian Sector, Fritz Institute, New York, 15.
- T.C.Başbakanlık, 1997, Doğal Afetler Genel Raporu,16, Erişim Tarihi: 10.01.2018, http://www.csb.gov.tr/turkce/dosya/basbak_dafetrap4.pdf
- T.C. Başbakanlık Mevzuat Bilgi Sistemi, 2018, Afet ve Acil Durum Yönetmeliği, ErişimTarihi:10.01.2018, <http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=3.5.20135703&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=afet>
- Türk Dil Kurumu (TDK), 2018, Afet Tanımı, Erişim Tarihi: 10.01.2018,

http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_bts&view=bts&kategori1=veritbn&kelimesec=3936

- Tzeng, G.H., Cheng, H.J. & Huang, T.D., 2007. Multi-Objective Optimal Planning For Designing Relief Delivery Systems. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 43(6), 673–686.
- Ulug, M., 2003. Location Of Natural Disasters Search And Rescue (Sar) Units In Sectors, Bilkent Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 46, Ankara.
- Uluğ, A., 2009. Nasıl Bir Afet Yönetimi? TMMOB İzmir Kent Sempozyumu, 8-10 Ocak, İzmir, 1-16.
- Ünal, G., 2011. Acil Lojistik Yardım Operasyonu Deprem Lojistiği Karar Destek Sistemi : Alyo-Dlkds (Olası İstanbul Depremi Uygulaması), Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü, Doktora Lisans Tezi, 196, Ankara.
- Wang, H., Du, L., Ma, S., 2014. Multi-Objective Open Location-Routing Model With Split Delivery For Optimized Relief Distribution In Post-Earthquake, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 69, 60–179
- Voigh, B.,1989.The 1985 Nevado del Ruiz volcano catastrophe: anatomy and retrospection, , *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 44, 349- 386.
- Yaylacı, C.T., 2015. Türkiye’deki Afet ve Acil Durum Yönetimi Uygulamaları: Bir Alan Araştırması, İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 152, İstanbul.
- Yılmaz, A. 2003. Türk Kamu Yönetiminin Sorun Alanlarından Biri Olarak Afet Yönetimi. Pegem A Yayıncılık, 152, Ankara.
- Yi, W., Özdamar, L., 2007. A Dynamic Logistics Coordination Model For Evacuation And Support In Disaster Response Activities. *European Journal of Operational Research*, 179(3), 177–1193.
- Yiğit, Ö.E., 2010. Farklı Afet Tiplerine Ve Oluşma Olasılıklarına Göre Optimal Depo Seçimi Ve Malzeme Miktarının Belirlenmesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 82, İzmir.
- Yushimito, W.F., Ukkusuri, S. V, 2007. A Location-Routing Approach for the Humanitarian Pre- Positioning Problem. *Transportation Research Record*, (518), 1–23.
- Zhu, J., Liu, D., Huang, J., 2010. Determining Storage Locations and Capacities for Emergency Response, The Ninth International Symposium on Operations Research and Its Applications, China, 19-23 August , 262–269.

EKLER

EK. A. Gams Kodları

Birinci Aşama

\$TITLE Yer secimi

SETS

i neighbourhood

/ acibadem, ahmediye, altunizade, azimahmuthudayi,
bahcelievler, barbaros, beylerbeyi, bulgurlu, burhaniye, cumhuriyet,
cengelkoy, ferah, guzeltepe, icadiye, kandilli, kisikli, kirazlitepe,
kuleli, kuzguncuk, kucukcamlica, kucuksu, kupluce, mehmetakifersoy,
mimarsinan,muratreis,salacak,selamiali,selimiye,sultantepe,
unalan,valideiatik,yavuzturk,zeynepkamil / ;

alias (i,j);

TABLE d(i,j) ij arası mesafe

\$ondelim

\$include distanceMatrix.csv

\$offdelim;

parameter P(i)

/

acibadem	24624
ahmediye	9846
altunizade	14289
azimahmuthudayi	9225
bahcelievler	21623
barbaros	18242
beylerbeyi	5877
bulgurlu	31005
burhaniye	16599
cumhuriyet	34846
cengelkoy	14303
ferah	19872
guzeltepe	13067
icadiye	17916
kandilli	1571
kisikli	19770
kirazlitepe	13435
kuleli	3513
kuzguncuk	4447
kucukcamlica	9833

kucuksu	19073
kupluce	17639
mehmetakifersoy	21044
mimarsinan	12346
muratreis	13958
salacak	9732
selamiali	12971
selimiye	9048
sultantepe	11420
unalan	34237
valideiatik	21619
yavuzturk	35034
zeynepkamil	12946

/
;

parameter DE ;

DE= 0.3;

parameter R(i);

$R(i) = DE * P(i)$;

parameter C ;

C= 2000 ;

parameter FF ;

$FF = \text{ceil}(\text{sum}(i, R(i)) / C)$;

positive variables

$x(i,j)$ j den karşılanan i'deki afetzede sayısı;

variable z amac fonksiyonu;

integer variable

$f(i)$ i neighbourhood'daki tesis sayısı;

EQUATIONS

amac_fonksiyonu

gecici_tesis_sayisi

karsilanan_talep(i)

```

kapasite_talep(j)

pozitif_ts2(i)
;
amac_fonksiyonu.. z =e= sum((i,j),d(i,j)*x(i,j));

gecici_tesis_sayisi.. sum (i,f(i)) =e= FF ;

karsilanan_talep(i).. sum (j, x(i,j)) =e= R(i);

kapasite_talep(j).. C*f(j)- sum (i, x(i,j))=g= 0 ;

pozitif_ts2(i).. f(i) =g= 0;

Model yer_secimi /all/;

Solve yer_secimi using MIP minimizing z ;

display FF, R,f,l,x,l;

```

İkinci Aşama

```
$TITLE ikinci asama
```

```

SETS
j facility
/
mihriban_b
hasan_tan
acibadem_ttk
ozel_acibadem
camlica_kiz
akasya_acibadem
o_bilfen
doga_koleji
hazerfen_a_c
ist_doga_k
mithatpasa_kml_
semsipasa
halil_rustu
dognan_k_
yd_mayis_unv
amerikan_lisesi
capitolavm
istfenlisesi
kalfayan_erm
ahmetkeles
baglarbasiilk
surphacermeni

```

sehirunvb
sehirunvg
capitolort
burhanfelek
abidingun
hacirahime
belmagulde
yirmiucnisan
batiaksaml
beylerbeyilk
kupluceort
sabanciolgmekz
alifuatbas
nezahatak
cagribey
henzaakin
mevort
erdilegkur
burhaniyeilk
nursenfuat
lionsort
sevilko
pekkoleji
sabriartam
yamandede
deryaoncu
uskaihl
cengelilk
mehmetcik
lutfielcin
gazimustafa
camlicanafen
imkbbkml
kisikliort
sitelerort
kalemilk
mehaeilk
ibrhakkiko
bahcelieort
fuatbaymur
icadiyeort
cumhatml
nersesyany
selamiali
usklisesi
ozlistfenli
ozuskamerikan
cumhtmml
kandillilk

kandillikiz
munvahk
anahisaritml
kisikliik
buycamlıcak
erdililkvelise
camlicaort
misinangsal
orhanseyfio
kuleliaskl
kuzguncukilk
saffetcebi
sewort
armatorler
rasathane
uskmesvtek
halideeal
hilmiceog
sultantepeort
atikvalide
baglarbasilk
ahmetkelsal
sokullump
salacakiho
selimiyeort
ataturkort
selimiyemvtek
yilmazskilk
necmgunz
yildrimbyzt
zeynpkamil
fatmnurierk
mhmaliyilmz
yavuzturk
cmhticmesal
/ ;

SETS

k

demandpoint / acibadem,ahmediye,altunizade,azi_mahmut_hudayi,bahcelievler,
barbaros, beylerbeyi, bulgurlu,burhaniye,cumhuriyet,cengelkoy,ferah,guzeltepe,
icadiye, kandilli,kisikli,kirazlitepe,kuleli,kuzguncuk,kucuk_camlica,kucuksu,
kupluce,mehmet_akif_ersoy,mimar_sinan,murat_reis,salacak,selamiali,selimiye,
sultantepe,unalan,validei_atik,yavuzturk,zeynep_kamil / ;

TABLE d(j,k) j k arası mesafe

\$ondelim

\$include Okul_Mahalle.csv

\$offdelim;

parameter P(k) k mahallesinde açılması gereken okul sayısı

/

acibadem	4
ahmediye	1
altunizade	2
azi_mahmut_hudayi	1
bahcelievler	3
barbaros	3
beylerbeyi	1
bulgurlu	5
burhaniye	2
cumhuriyet	5
cengelkoy	2
ferah	3
guzeltepe	2
icadiye	3
kandilli	0
kisikli	3
kirazlitepe	2
kuleli	1
kuzguncuk	1
kucuk_camlica	2
kucuksu	3
kupluce	3
mehmet_akif_ersoy	3
mimar_sinan	2
murat_reis	2
salacak	2
selamiali	2
selimiye	1
sultantepe	2
unalan	5
validei_atik	3
yavuzturk	5
zeynep_kamil	2

/;

parameter maxfac;

parameter epsilon;

epsilon = 0.01;

maxfac = 81;

binary variables

x(j,k) k daki talebin jden karsilanma durumu

o(j) j deki tesisin acik olma durumu;

variable z amac fonksiyonu ;

EQUATIONS

```
amac_fonksiyonu
max_fac
tesis_acilma_durumu(j,k)
talep_karsilanmasi(k)
;
amac_fonksiyonu.. z =e= sum((j,k), d(j,k)*x(j,k)) + epsilon* sum (j,o(j));
max_fac.. sum(j, o(j)) =g= maxfac;
tesis_acilma_durumu(j,k).. x(j,k) - o(j) =l= 0;
talep_karsilanmasi(k).. sum(j,x(j,k)) =g= P(k) ;

model second_stage /all/ ;

solve second_stage using MIP minimizing z ;

Parameter topl;
topla = sum (j, o.l(j));

display o.l, z.l, x.l, topl, d;

execute 'gdxxrw.exe sumMIP.gdx o=sumMIP.xls var=x.l rng=A1'
execute 'gdxxrw.exe sumMIP.gdx o=sumMIP.xls var=o.l rng=Sayfa2!'
execute 'gdxxrw.exe sumMIP.gdx o=sumMIP.xls par=topla rng=Sayfa3!'
```


ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Sümeyra KAYA
Doğum Yeri ve Yılı : 11.11.1989
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili :
E-posta : uzun-sumeyra@hotmail.com

Eğitim Durumu

Lise : Nevzat Ayaz Lisesi, 2006
Lisans : Fatih Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği
Yüksek Lisans : İstanbul Ticaret Üniversitesi,
Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Yayınları

Uzun, S., Kuşakcı, A.O., 2016. Afet Lojistiği Alanında Tesis Yeri Seçimi Çalışmaları, International Symposium on Natural Hazards and Hazard Management 2016, Karabük, 798-806.