DOĞAL AFET LOJİSTİĞİNDE KULLANILAN YENİ NESİL TEKNOLOJİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Görkem SÜZEN
211122203

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalı
Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi Tezli Yüksek Lisans Programı
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Atiye TÜMENBATUR

İstanbul
T.C. Maltepe Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Mayıs,2025

DOĞAL AFET LOJİSTİĞİNDE KULLANILAN YENİ NESİL TEKNOLOJİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Görkem SÜZEN
211122203
ORCID: 0009-0006-5117-8222

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalı

Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi Tezli Yüksek Lisans Programı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Atiye TÜMENBATUR

İstanbul
T.C. Maltepe Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Mayıs,2025



JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

GÖRKEM SÜZEN'ın "Doğal Afet Lojistiğinde Kullanılan Yeni Nesil Teknolojilerin Değerlendirilmesi" başlıklı tezi 12.05.2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "Maltepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği" nin ilgili maddeleri uyarınca Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalı Yüksek Lisans/Doktora/Sanatta Yeterlik tezi oy birliğiyle/oy çokluğuyla, başarılı/başarısız olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı. Adı ve Soyadı	İmza
Üye (Tez Danışmanı)	Dr.Öğr.Üyesi Atiye TÜMENBATUR (Danışman) Maltepe Üniversitesi	.....
Üye	Prof.Dr.Mehmet TANYAŞ Maltepe Üniversitesi	.....
Üye	Dr.Öğr.Üyesi Pınar GÜROL İstanbul Ticaret Üniversitesi	.....

Enstitü Müdürü

TİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI

Bu belge, Yükseköğretim Kurulu tarafından 19.01.2021 tarihli "Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge" ile bildirilen 6698 Sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu kapsamında gizlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın ortaya çıkmasında, katkı ve destekleriyle yolumu aydınlatan pek çok değerli insanın desteklerini her zaman hissettiğimi belirtmek isterim. Öncelikle, bilgi birikimi, ilham verici rehberliği ve eleştirel bakış açısıyla çalışmamı yönlendiren kıymetli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Atiye TÜMENBATUR'a en derin teşekkürlerimi sunuyorum. Sorgulamayı teşvik eden, bağımsız düşünceyi destekleyen ve akademik gelişimime yön veren katkıları benim için her zaman yol gösterici olacaktır.

Tez sürecinde sabırla yanımda olan aileme, sabit bir güç ve destek kaynağı oldukları için müteşekkirim. Ayrıca, çalışma arkadaşlarıma ve kıymetli dostlarıma; tartışmalarımızla ufkumu genişlettiğiniz, eleştirilerinizle düşüncelerimi keskinleştirdiğiniz için içten teşekkür ederim. Araştırmam sırasında desteklerini esirgemeyen alan uzmanlarına ve katkı sağlayan tüm paydaşlara da minnettarlığımı ifade etmek isterim.

Son olarak, bilgiye ulaşmanın bir sonu olmadığını, her cevabın yeni sorular doğurduğunu bilen herkes için; bu çalışmanın küçük bir adım olduğunun bilinciyle, öğrenme ve üretme yolculuğuna devam etme kararlılığımı bir kez daha vurgulamak isterim.

Görkem SÜZEN

Mayıs, 2025

ÖZET

DOĞAL AFET LOJİSTİĞİNDE KULLANILAN YENİ NESİL TEKNOLOJİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Görkem Süzen
Yüksek Lisans Tezi
Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalı
Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi Tezli Yüksek Lisans Programı
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Atiye Tümenbatur
Maltepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, 2025

Bu çalışma, doğal afet lojistiğinde yeni nesil teknolojilerin kullanımını değerlendirerek, afet öncesi risk azaltma, afet anı müdahale ve afet sonrası iyileştirme süreçlerinde dijital çözümlerin etkisini incelemektedir. Tezde yapay zeka, büyük veri analitiği, uzaktan algılama sistemleri, IoT tabanlı erken uyarı sistemleri, blockchain destekli tedarik zinciri yönetimi ve İHA'lar gibi teknolojilerin afet yönetimi üzerindeki dönüştürücü etkileri ele alınmıştır. Türkiye örneği üzerinden özellikle 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş merkezli depremler ve diğer güncel afet vakaları analiz edilerek, dijitalleşmenin afet lojistiği süreçlerine sağladığı hız, doğruluk ve şeffaflık katkısı vurgulanmıştır. Araştırmada, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ve DEMATEL yöntemleri kullanılarak uzman görüşleri toplanmış, İzmir bölgesi özelinde mekansal sınırlamalar dikkate alınarak değerlendirmeler yapılmıştır. Çalışmanın bulguları, teknolojik entegrasyonun afet yönetimi süreçlerini daha etkin ve dayanıklı hale getirdiğini gösterirken, veri güvenliği, altyapı eksiklikleri ve insan kaynağı yetkinliği gibi yeni risk alanlarına da dikkat çekmektedir.

Anahtar Sözcükler: Afet Yönetimi, Bütüncül Afet Yönetimi, Doğal Afet Lojistiği, Endüstri 4.0.

ABSTRACT

EVALUATION OF USAGE OF NEW GENERATION TECHNOLOGIES IN NATURAL DISASTER LOGISTICS

Görkem Süzen
Master Thesis
Department of International Trade and Logistics
Logistics and Supply Chain Management Programme with Thesis
Thesis Advisor: Asst. Prof. Atiye Tümenbatur
Maltepe University Graduate School, 2025

This study evaluates the use of new generation technologies in disaster logistics, examining the impact of digital solutions on pre-disaster risk reduction, emergency response during disasters, and post-disaster recovery processes. The thesis addresses the transformative effects of technologies such as artificial intelligence, big data analytics, remote sensing systems, IoT-based early warning systems, blockchain-supported supply chain management, and unmanned aerial vehicles (UAVs) on disaster management. Through the analysis of recent disaster cases in Türkiye, particularly the February 6, 2023 Kahramanmaraş-centered earthquakes, the contribution of digitalization to enhancing the speed, accuracy, and transparency of disaster logistics processes is emphasized. Expert opinions were gathered using the Analytic Hierarchy Process (AHP) and DEMATEL methods, and evaluations were conducted with spatial limitations specific to the İzmir region. The findings reveal that technological integration significantly improves the effectiveness and resilience of disaster management processes, while also highlighting emerging risk areas such as data security, infrastructure deficiencies, and human resource competency.

Keywords: Disaster Management, Integrated Disaster Management, Natural Disaster Logistics, Industry 4.0.

İÇİNDEKİLER

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI ii

TİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI iii

TEŞEKKÜR iv

ÖZET v

ABSTRACT vi

İÇİNDEKİLER vii

TABLOLAR LİSTESİ xii

ŞEKİLLER LİSTESİ xiii

KISALTMALAR xiv

1. GİRİŞ 1

1.1 Problem 4

1.2 Amaç 5

1.3 Önem 5

1.4 Varsayımlar 6

1.5 Sınırlılıklar 7

1.6 Tanımlar 8

2. BÜTÜNLEŞİK AFET YÖNETİMİ 12

2.1 Afet ve Acil Durum 12

2.2 Doğal Afetler ve Doğal Afetlerin Sınıflandırılması 13
2.3 İnsani Yardım Lojistiği 17
2.3.1 Afet lojistiği 17
2.3.2 Acil durum lojistiği 19
2.3.3 Sosyal yardım lojistiği 21
2.4 Afette Kriz ve Risk Yönetimi 22
2.4.1 Afet risk yönetimi 23
2.4.1.1 Risk tanımlama ve değerlendirme 23
2.4.1.2 Risk azaltım ve önleme 24
2.4.1.3 Hazırlık ve müdahale planlaması 25
2.4.1.4 İyileştirme ve yeniden yapılanma 27
2.4.2 Afet kriz yönetimi 27
2.5 Bütünleşik Afet Yönetimi 29
2.5.1 Risk ve zarar azaltma evresi 32
2.5.2 Hazırlık Evresi 33
2.5.3 Müdahale evresi 35
2.5.4 İyileştirme evresi 37
2.6 Türkiye'de Afet Yönetimi 39
2.6.1 Türkiye'de afet mevzuat yapısı 42
2.6.2 AFAD (Afet ve acil durum yönetim başkanlığı) 48
2.7 Dünya'da Afet Yönetimi 50

2.7.1 Amerika Birleşik Devletleri 52
2.7.2 Japonya 54
2.7.3 Rusya 55
3. DOĞAL AFETLERDE KULLANILAN TEKNOLOJİK YÖNTEMLER 58
3.1 Afet Yönetiminde Teknolojinin Rolü 58
3.1.1 Dijital Dönüşüm ve Kriz Yönetimi 59
3.1.2 Afet müdahale süreçlerinde teknoloji kullanımı 61
3.1.3 Dünyada afet yönetiminde teknolojinin rolü 62
3.1.3.1 Amerika Birleşik Devletleri 62
3.1.3.2 Japonya 63
3.1.3.3 Rusya 65
3.2 Yapay Zeka ve Büyük Veri 66
3.2.1 Afet tahmini ve erken uyarı sistemlerinde yapay zeka 67
3.2.2 Büyük veri ile afet risk değerlendirmesi 68
3.3 Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) 70
3.3.1 Uydu görüntüleme ve afet haritalama 71
3.3.2 CBS ile lojistik ve hasar tespiti 72
3.4 İnsansız Hava Araçları ve Robotik Sistemler 73
3.4.1 Drone'lar ile arama-kurtarma operasyonları 74
3.4.2 Otonom robotlarla afet müdahalesi 75
3.5 Afet Yönetiminde Yeni Teknolojik Çözümler 76

3.5.1 IoT ile gerçek zamanlı afet izleme ve uyarı sistemleri 77
3.5.2 Afet yardımları ve veri güvenliği için blockzincir teknolojisi..... 78
3.5.3 Afetlere hazırlık ve müdahalede dijital ikiz çözümleri..... 79
3.5.4 Bulut bilişim ile veri depolama çözümleri..... 80
4. AFET VE İNSANİ YARDIM LOJİSTİĞİ KONUSUNDA YAPILAN ULUSAL VE ULUSLARARASI ÇALIŞMALAR 81
5. YÖNTEM 99
5.1 Araştırma Modeli 99
5.2 Evren ve Örneklem 102
5.3 Veriler ve Toplanması..... 103
5.4 Verilerin Çözümlenmesi ve Yorumlanması..... 104
6. BULGULAR VE TARTIŞMA..... 106
6.1 Bulgular..... 106
6.1.1 AHP analizi bulguları 106
6.1.2 DEMATEL analizi bulguları 108
6.2 Tartışma..... 111
6.2.1 AHP analizi bulgularının değerlendirilmesi 111
6.2.2 DEMATEL analizi bulgularının değerlendirilmesi 113
6.2.3 AHP ve DEMATEL bulgularının birlikte değerlendirilmesi 114
7. SONUÇ ve ÖNERİLER 116
KAYNAKÇA..... 127

EKLER..... 144

Ek:1: AHP Soru Formu..... 144

Ek:2: DELMATEL Soru Formu 147

ÖZ GEÇMİŞ 148

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1: Afetlerde Tehlike Tanımı 14

Tablo 2: Afetlerin Ayrıntılı Sınıflandırılması 15

Tablo 3: Türkiye'de Modern Dönem 1990-2023 Yılları Arası Meydana Gelen Büyük Afetler 41

Tablo 4: 1.Dönem 1944 yılı öncesi dönem meydana gelen afetler ve o afetlere istinaden oluşan mevzuat düzenlemeleri 43

Tablo 5: 2. Dönem 1944-1958 yılları arası dönem meydana gelen afetler ve o afetlere istinaden oluşan mevzuat düzenlemeleri 44

Tablo 6: 3.Dönem 1958-1999 yılları arası dönem meydana gelen afetler ve o afetlere istinaden oluşan mevzuat düzenlemeleri 45

Tablo 7: 4.Dönem 1999 yılı ve sonrası dönem meydana gelen afetler ve o afetlere istinaden oluşan mevzuat düzenlemeleri aşağıdaki tabloda verilmiştir. 46

Tablo 8: Yıllara Göre Dünya'da Gerçekleşen Afetler 51

Tablo 9: Ulusal Tez Merkezinde Yer Alan Çalışmalar 96

Tablo 10: Tezlerin Yıllara Göre Dağılımı 96

Tablo 11: Teknolojiler ve Literatür İncelemesi 101

Tablo 12: CR Oranları ve Geçerlilik Durumu 107

Tablo 13: Kriterlerin Önem Ağırlıkları 107

Tablo 14: Ortalama Doğrudan Etki Matrisi 109

Tablo 15: Kriterler Toplam Etki ve Neden/Sonuç Değerleri 109

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Bütünleşik Afet Yönetim Süreci 31

Şekil 2: AFAD organizasyon şeması..... 50

Şekil 3: Rusya Afet Yönetimi Yapılanması 57

Şekil 4: AHP Ağırlıklarına Göre Kriterlerin Öncelikleri 108

Şekil 5: DEMATEL Yöntemiyle Neden-Sonuç Analizi 110

KISALTMALAR

ABD	**:**	Amerika Birleşik Devletleri
AFAD	**:**	Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
AHP	**:**	Analitical Hierarchy Process
AYDES	**:**	Afet Yönetimi ve Karar Destek Sistemi
BM	**:**	Birleşmiş Milletler
CR	**:**	Consistency Ratio Tutarlılık Oranı
ÇKKV	**:**	Çok Kriterli Karar Verme
EM-DAT	**:**	Emergency Events Database Acil Olaylar Veritabanı
FEMA	**:**	Federal Emergency Management Agency Federal Acil Durum Yönetim Ajansı
GAMER	**:**	Güvenlik ve Acil Durum Koordinasyon Merkezi
IEMS	**:**	Integrated Emergency Management System Entegre Acil Durum Yönetim Sistemi
IFRC	**:**	International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies Uluslararası Kızılay ve Kızılhaç Federasyonu

INSEAD : Institut Européen d'Administration des Affaires

Avrupa İşletme Yönetimi Enstitüsü

İHA : İnsansız Hava Aracı

İRAP : İl Risk Azaltma Planları

NEHRP : National Earthquake Hazards Reduction Programme

Ulusal Deprem Zararları Azaltma Programı

OECD : Organisation for Economic Co-operation and Development

Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü

TAMP : Türkiye Afet Müdahale Planı

TARAP : Türkiye Afet Risk Azaltma Planı

WFP : World Food Program

Dünya Gıda Programı

YZ : Yapay Zeka

1. GİRİŞ

Afet, en yalın tanımıyla can ve mal kaybına sebebiyet veren tehlikeli doğa olaylarının genel adı olarak tanımlanmaktadır. Afetler insan yaşamını doğrudan olumsuz etkileyen hem ekonomik hem de sosyal kayıpların yaşanmasına neden olan doğal, teknolojik ve insanın etkisinin olabileceği olaylardır (Kula, 2022:1). Rodriquez (2007) afetleri temelinde doğal ve insani kaynaklar olarak ikiye ayırırken, Perrow (2007) ise çalışmasında afetleri; doğal, bilinçli olmayan ve bilinçli olan şeklinde üçe ayırmıştır. Doğal afetler; sel, tsunami, deprem, volkanik patlama ve toprak kaymasını, bilinçli olmayan afetler; salgın veya zehir salgını, bilinçli olarak yapılan afetler ise siber saldırı veya terör gibi faaliyetleri içermektedir. Bunların yanında kimyasal ve biyolojik ve teknolojik savaşlarda insan temelli bilinçli yapılan afetlere girmektedir.

Afet kavramı köken olarak Arapça temelli bir kelimedir. Kökeninden gelen anlamı ise büyük felaket, bela olarak tanımlanmıştır. TDK'da ise afet, "çeşitli doğa olaylarının sebep olduğu yıkım" şeklinde ifade edilmiştir (TDK, 2019). Belçika Leuven Katolik Üniversitesi'ne bağlı olarak faaliyet gösteren ve afetler hakkında global ölçekte bilgi sağlayan, özellikle doğal ve teknolojik afetleri belgeleyen bir veri sistemi olan Acil Olaylar Veritabanına (Emergency Events Database/EM-DAT) göre bir olayın afet sayılabilmesi için dört kriter belirlenmiştir. Bu dört kriterden en az birinin gerçekleşmesi olayın afet olarak tanımlanması için yeterlidir (Karayün, 2022).

- 10 veya daha fazla kişinin hayatını kaybetmesi,
- 100 veya daha fazla kişinin afetten etkilenmiş olması,
- Hükümetlerin uluslararası yardım talebinde bulunmuş olması,
- Hükümet tarafından olağanüstü hal ilan edilmesi.

EM-DAT verilere göre dünya genelinde son otuz yılda 17 binden fazla afet meydana gelmiş, yaklaşık 4 milyona yakın insani kayıp yaşanmış, 5,9 milyar insan dolaylı olarak bu afetlerden etkilenmiş ve hükümet ve yardım kuruluşları 2,5 milyar dolar harcamıştır.

Doğal afetlerin öncesinde tedbir almak, olay anında organize şekilde destek verilmesi ve sonrasında iyileştirme faaliyetleri için istikrarlı ve sürekli bir şekilde yardımların devam etmesi açılarından insani yardım lojistiği çok önemli bir konudur.

İnsani yardım; yaşanılan büyük felaketlerden sonra bölgede yaşayan kişilerin öncelikle can kaybının önlenmesi, sonrasında kişilerin sosyal hak ve hizmetlerinin eksiksiz şekilde giderilmesi ve bunun sürekli bir şekilde gerçekleştirilmesi açısından çok önemli bir olgudur. Özellikle ülkemizde son yıllarda yaşanılan depremler, yangınlar, seller, toprak kaymaları ve terör saldırıları gibi doğal ve doğal olmayan afetlerden sonra insani yardım kavramı önemini bir kez daha göstermiştir.

İnsani yardım kavramının öneminin son yıllarda giderek artmasının ardından ülke politikalarının bu konu üzerine yoğunlaşması ve akademik çalışmaların yaşanılan olaylardan sonra odağını bu olgu üzerine yoğunlaştırması üzerine insani yardım lojistiği gündemde önemli bir yer tutmaktadır.

İnsani yardım lojistiği, meydana gelmiş afet sonrası olayın merkez üssüne yaşanılan kayıpların azaltılması adına afetzedelere malzeme tedariki, bilgi, hizmetlerin planlanması, ulaştırılması ve kontrol edilmesini süreklilik esasına uygun şekilde tamamlamasını sağlayan süreçlerin tamamını ifade etmektedir (Öztürkel, 2021: 62). İnsani yardım lojistiği, hükümetler tarafından afet sonrası gerçekleştirilecek planlamalar noktasında çok önemli bir yere sahiptir. Bu durumun ilk sebebi afet bölgesinde yaşayan halk için sunulacak sağlık hizmetlerinin, besin, barınma, hijyenik ortam temin etme ve su gibi hayati öneme sahip ürün ve hizmetlerin hızlıca afet bölgesine intikal etmesini sağlarken diğer taraftan yardım planlamasının maddi olarak en büyük gideri olan ulaştırmanın da bu sürecin içerisinde olmasıdır (Karayün, 2022: 87).

İnsani yardım lojistiğinin, lojistikten önemli farkları mevcuttur. Yaşanılan afetlerden sonra normal lojistik faaliyetlere göre zaman çok daha önem arz etmektedir. Olay yerine yardımların bir an önce gitmesi hayati bir önem taşıdığı için insani yardım lojistiği zaman ile yarışmaktadır. Zamanla mücadelenin yanında taleplerin net olmaması, acil ihtiyaçların oluşması insani yardım lojistiğinin daha esnek bir yapıda oluşması ve değişen durumlar karşısında daha çabuk ve organize bir yapıya dönüşmesini gerektirmektedir. Özellikle ülkemizde 6 Şubat 2023 tarihinde yaşanılan Kahramanmaraş depreminde karayollarının

ve havaalanlarının olumsuz etkilenmesi sonucunda bölgeye sevk edilmesi gereken ürün ve hizmetlerin lojistik faaliyetleri sırasında önemli aksaklıklar yaşanmıştır. Ülkemizde gerçekleşen bu felaketten sonra insani yardım lojistiğinin önemi bir kez daha anlaşılmış olup yardım kuruluşları, Türk Silahlı Kuvvetleri ve hükümet politikaları son bir senede bu konu üzerine yoğunlaşmıştır.

İnsani yardım lojistiğinin daha verimli, koordineli, ekonomik, hızlı ve sağlıklı gerçekleşmesi adına güncel teknolojik gelişmeleri de lojistik faaliyetlere entegre edilerek gerçekleşmesi hayati bir önem taşımaktadır. Nitekim afet bölgesine ulaştırılacak mal ve hizmetlerin tam ihtiyaç noktasına, yeteri kadar sayıda, hızlı şekilde sorunsuz ulaştırılması ve afet bölgesinde yaşanılacak bilgi kirliliğinin önüne geçilmesi adına yeni teknolojik yöntem ve araçların kullanılması maddi ve zamansal açından tasarruf sağlamaktadır. Son yıllarda tedarik zincirine dahil olan güncel teknolojik gelişmelere bakıldığında droneların arama kurtarma safhasındaki katkısı önemli bir rol oynarken aynı zamanda araçların ve insanın ulaşımının pek mümkün olmadığı alanlara mal ve hizmet götürme noktasında büyük katkıları olduğu görülmüştür. Drone teknolojisinin yanında yapay zeka yardımı ile gerçekleştirilen simülasyonlar ile olası deprem ve diğer felaketlerde yaşanılacak muhtemel durumların senaryolaştırılması doğacak gereksinimlerin önceden bilinmesinin ve hazırlık aşamasının daha güvenilir yapılmasının önünü açmıştır. Günümüzün teknolojik gelişmelerinden faydalanmak insani yardım lojistiği düşünüldüğünde bir kat daha önem arz etmektedir. Zira insan hayatının söz konusu olduğu durumlarda ulaşımda kazanılacak her bir saniyenin önemi daha fazladır.

Bu çalışma, son yıllarda dünyada ve ülkemizde yaşanılan doğal afetlerden sonra insani yardım lojistiğinin önemi ve süreçleri hakkında bilgi adımlarını, yaşanılan doğal afetlerin etkilerini azaltmak adına gelişen yeni teknolojik atılımların insan hayatını kurtarmadaki önemini, gelişmelerin neler olduğunu, ülkelerin afet durumunda hangi yeniliklerden faydalandığını ortaya koymayı ve ülkemizdeki insani yardım lojistiğinin gelişmesi adına atılacak adımlara dikkat çekmeyi amaçlamıştır.

Çalışma giriş ve sonuç bölümleri ile birlikte sekiz bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın ikinci bölümü afet yönetimi ve bütünleşik afet yönetimine ilişkin kavramları tanıtmakta, olguların önemini vurgumakta, Türkiye ve Dünya'daki afet yönetimleri hakkında bilgi

vermektedir. Çalışmanın üçüncü bölümünde ise insani yardım lojistiği kavramı, önemi, uygulanış biçimleri ve insani yardım lojistiğinde kullanılan yeni teknolojiler hakkında bilgilendirme yapılmaktadır. Çalışmanın dördüncü bölümünde afette kriz ve risk yönetiminden bahsedilmektedir. Çalışmanın beşinci bölümünde ise doğal afetlerde kullanılan yeni teknolojilerin yaşanılan doğal afet dönemlerinde yaratmış olduğu faydaları, dünyadaki örnekleri ve ülkemizin bu durumda yeterlilik seviyesi hakkında yorum ve önerilerde bulunulmuştur. Çalışmanın altıncı bölümünde araştırma yöntemine yer verilmiştir. Çalışmanın yedinci bölümünde bulgular ve bulgulara ilişkin tartışma yer almaktadır. Çalışa sonuç ve öneriler bölümü ile tamamlanmaktadır.

1.1 Problem

Dünya genelinde her yıl afetler sonucunda milyonlarca insan doğrudan etkilenmekte, bunun yanı sıra milyarlarca dolarlık ekonomik kayıplar meydana gelmektedir. Özellikle doğal afetler, hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde altyapı, sağlık sistemleri ve ekonomik faaliyetler üzerinde yıkıcı sonuçlar doğurmaktadır. EM-DAT verilerine göre, 2023 yılında dünyada yaklaşık 78 milyon kişi afetlerden etkilenmiş ve afet kaynaklı ekonomik kayıplar 202 milyar Amerikan doları olarak hesaplanmıştır (CRED, 2024). Bu veriler, afetlerin sadece insani krizlere değil, aynı zamanda uzun vadeli kalkınma hedeflerine de ciddi tehditler oluşturduğunu göstermektedir.

İnsanoğlunun doğrudan kontrolü dışında gelişen afetlerle karşılaştığında, özellikle afet sonrası müdahale süreçlerinde çeşitli problemler ortaya çıkmaktadır. Bu problemlerin başında lojistik destek hizmetlerinin zamanında ve etkin bir şekilde organize edilememesi gelmektedir. Araştırmalar, afet sonrasında gerçekleştirilen yardım operasyonlarında en sık karşılaşılan sorunların; kaynak eksikliği, koordinasyon zafiyeti ve bilgi akışındaki kopukluklar olduğunu ortaya koymaktadır (Kovács ve Spens, 2007). 2023 yılı Kahramanmaraş merkezli depremleri örneğinde görüldüğü gibi, afet sonrası ilk 72 saat içinde etkili bir lojistik yönetiminin eksikliği, müdahale kapasitesini ciddi şekilde sınırlamıştır (UNDRR, 2023). Bu durum, afet yönetimi süreçlerinde yalnızca müdahale kapasitesinin değil, aynı zamanda organizasyonel hazırlığın ve sistematik iletişimin önemini artırmaktadır.

Günümüzde teknolojinin ulaştığı seviye, bu tür lojistik ve yönetim problemlerinin aşılması için umut verici fırsatlar sunmaktadır. Yapay zeka destekli analizler, blokzincir tabanlı tedarik zinciri yönetimi ve coğrafi bilgi sistemleri (GIS) gibi teknolojiler, afet sonrası müdahale süreçlerinde hız, doğruluk ve şeffaflık sağlamaktadır (UNDRR, 2022a). Bununla birlikte, teknolojinin sunduğu çözümlerin etkinliğinin artırılması için sadece teknik altyapının değil, insan kaynağının eğitimi ve çok paydaşlı iş birliği mekanizmalarının da geliştirilmesi gerektiği unutulmamalıdır. Teknolojinin etkili kullanılabilmesi, ancak bütüncül bir afet yönetimi yaklaşımıyla mümkün olabilecektir.

1.2 Amaç

Yeni teknolojilerin yardımı ile afetlerin insanları etkileyen sosyal, ekonomik ve çevresel zararlarını minimuma indirmesinde geleneksel yöntemlere göre daha etkili olduğu düşünülmektedir. Kullanılabilecek yeni yaklaşımlar ile afet yönetimini hızlı müdahale, kurtarma, iyileştirme ve yardım faaliyetlerinin optimum düzeyde sağlanabilmesi amaçlanmaktadır. Afet sonrası planlama ile süreçlerin etkin bir şekilde yönetilmesi, hızlı ve etkili müdahale edilebilmesi hedeflenmektedir.

1.3 Önem

Afet yönetiminde yeni teknolojilerin kullanımı son yıllarda önemli ölçüde artmış ve bu gelişmeler afet müdahale kapasitesini belirgin şekilde dönüştürmüştür. Yapay zeka destekli hasar tespit sistemleri, insansız hava araçlarıyla yapılan veri toplama çalışmaları, blokzincir tabanlı lojistik izleme sistemleri ve dijital ikiz teknolojileri afet sonrası süreçlerin hızını ve etkinliğini artırma potansiyeline sahiptir (World Economic Forum, 2023). Bu teknolojiler, afet sonrası müdahalelerde zamanın kritik önemde olduğu bilinciyle, doğru bilgi akışını ve kaynakların etkin kullanımını desteklemektedir. Ancak bu yeniliklerin sahadaki uygulanabilirliği ve uzun vadeli etkileri üzerine yürütülen çalışmalar hâlâ sınırlı sayıdadır.

Literatürde afet yönetiminde teknolojik entegrasyonun hangi aşamalarda ve hangi bağlamlarda daha etkili olduğuna dair sistematik analizlerin yetersiz olduğu görülmektedir. Özellikle, yeni teknolojilerin sosyo-kültürel bağlamlarda kabulü, veri güvenliği, etik riskler ve teknolojik altyapı eksikliklerinin oluşturabileceği ikincil riskler

yeterince incelenmemektedir (Alexander, 2022). Çoğu çalışma teknoloji uygulamalarını tanıtıcı düzeyde ele alırken, bu uygulamaların sahadaki etkilerine ve karşılaşılan operasyonel zorluklara dair ampirik veri sunmamaktadır. Bu boşluk, afet yönetimi literatürünün daha derinlemesine analizlere ve eleştirel değerlendirmelere ihtiyaç duyduğunu göstermektedir.

Bu çalışma, afet yönetiminde yeni teknolojilerin kullanımına ilişkin mevcut bilgi boşluklarını kapatmayı ve literatüre anlamlı bir katkı sunmayı hedeflemektedir. Özellikle teknolojik müdahale araçlarının etkinliğinin değerlendirilmesi, saha uygulamalarıyla teorik modeller arasındaki farkların ortaya konulması ve teknoloji kullanımının afete müdahale sonuçlarına etkisinin ölçülmesi gibi alanlarda özgün bulgular sunulacaktır. Böylece, hem akademik çevrelerde hem de politika yapıcılar nezdinde teknoloji destekli afet yönetimi uygulamalarının daha bilinçli ve etkili şekilde tasarlanmasına katkı sağlanması amaçlanmaktadır.

1.4 Varsayımlar

Araştırmaya katılan uzmanların subjektif değerlendirmelerinin, belirli bir bilgi düzeyine, deneyime ve afet yönetimi konusunda uzmanlığa dayandığı ve çalışmanın hedef evrenini temsil ettiği varsayılmaktadır. Problem hiyerarşisinin tüm ilgili kriterleri ve alt kriterleri kapsadığı ve önemli bir değişkenin dışarıda bırakılmadığı kabul edilmektedir. AHP'nin temel varsayımlarından biri olarak, karar verme sürecinde kullanılan kriterlerin birbirinden bağımsız olduğu ve bir kriterin diğerini doğrudan etkilemediği kabul edilmektedir (Forman ve Gass, 2001). Uzmanların kriterler arası karşılaştırmalarında mantıksal bir tutarlılık düzeyi bulunduğu varsayılmaktadır (Saaty, 2008). Aksi takdirde, tutarsızlık oranı kabul edilebilir eşik değerinin (%10) üzerinde olan karşılaştırmalar yeniden değerlendirmeye tabi tutulacaktır. DEMATEL metodolojisi, ele alınan kriterler arasında bir neden-sonuç ilişkisi bulunduğunu varsayar (Fontela ve Gabus, 1976). Bu çalışmada da afet yönetiminde teknoloji kullanımına ilişkin değişkenler arasında etkileşim olduğu kabul edilmektedir. Uzmanlar tarafından sağlanan ilişki yoğunluğu puanlarının, gerçek durumu yansıttığı ve ölçüm hatalarının minimal düzeyde olduğu varsayılmaktadır. Analiz sürecinde kriterler arasındaki ilişkilerin zamana bağlı değişmediği, sistemin incelenen dönemde statik olduğu varsayılmaktadır.

1.5 Sınırlılıklar

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ve DEMATEL yöntemleri karar verici yargılarına dayalı yöntemlerdir. Bu yöntemlerin temel varsayımı, karar vericilerin karşılaştırmalarında tutarlı ve rasyonel olmalarıdır. Ancak, bireysel önyargılar, bilişsel sınırlılıklar veya yetersiz bilgi, değerlendirmelerde yanlılıklara neden olabilir (Forman ve Gass, 2001; Li ve Tzeng, 2009). Araştırmanın temel verisi, alanında uzman kişilerin değerlendirmelerine dayanacaktır. Ancak uzman havuzunun büyüklüğü ve çeşitliliği sınırlı kalabilir. Ayrıca, AHP'de kriterlerin bağımsız olduğu varsayılırken, gerçekte afet yönetimi bağlamında birçok kriterin birbirini etkileyebileceği göz ardı edilebilir.

Araştırma, belirli bir zaman kesitinde elde edilen verilere dayanacaktır. Ancak afet yönetimi ve teknolojik gelişmeler son derece dinamik alanlardır. Bugün elde edilen bulgular, kısa vadede yeni teknolojilerin ortaya çıkması veya afet yönetimi paradigmasının değişmesiyle hızla güncelliğini yitirebilir. Bu bağlamda çalışmanın bulgularının, zamanla geçerliliğini kaybetme olasılığı bulunmaktadır.

Çalışma, afet yönetiminde kullanılan yeni teknolojilerin belirli türlerine odaklanacaktır. Ancak afet yönetimi çok boyutlu bir alan olduğundan, hukuki düzenlemeler, kültürel faktörler, kamu-özel sektör iş birlikleri gibi önemli değişkenler bu çalışmanın kapsamı dışında kalacaktır. Bu durum, sonuçların afet yönetiminin daha geniş ekosistemiyle ilişkilendirilmesinde kısıtlamalar yaratabilir.

Araştırmanın saha çalışması yalnızca İzmir bölgesi ile sınırlı tutulmuştur. İzmir'in afet risk profili (deprem riski, kentsel yapılaşma özellikleri, iklim etkileri) Türkiye'nin veya diğer ülkelerin diğer bölgelerinden farklılık gösterebilir. Bu nedenle çalışmada elde edilen sonuçlar ve çıkarımlar, İzmir dışındaki bölgelere doğrudan genellenemez. Bölgesel sosyo-ekonomik faktörler, yerel yönetim kapasiteleri ve afet kültürü gibi değişkenler, bulguların başka bağlamlara aktarılmasını sınırlamaktadır. Araştırmada kriter olarak seçilen teknolojilerin altyapı ve kullanım durumu İzmir Büyükşehir Belediyesinde var olma esası ile sınırlandırılmıştır.

1.6 Tanımlar

Afet: Afetler, toplumların fiziksel, ekonomik ve sosyal yapıları üzerinde derin etkiler bırakan olağanüstü olaylar olarak tanımlanmaktadır. Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP) ve Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) tarafından yapılan tanıma göre afet; toplumun tamamı veya belirli bir kesimi için fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplar doğuran, normal hayatı ve insan faaliyetlerini durduran veya kesintiye uğratan doğal, teknolojik ya da insan kaynaklı olaylardır (AFAD, 2023). Bu çerçevede afet kavramı, sadece fiziksel yıkım boyutuyla değil, aynı zamanda sosyal dayanışma ağlarının zayıflaması, ekonomik sistemlerin zarar görmesi ve yaşam kalitesinin düşmesi gibi çok boyutlu sonuçlarıyla ele alınmalıdır.

Modern afet yönetimi literatüründe afetlerin neden olduğu kesintilerin yalnızca doğrudan zararlarla sınırlı olmadığı, aynı zamanda uzun vadeli yapısal etkiler yarattığı vurgulanmaktadır. Bir doğal afet sonrası sağlık, eğitim ve ulaşım gibi temel hizmetlerin aksaması, toplumun toparlanma kapasitesini önemli ölçüde düşürebilmektedir (Alexander, 2022). Benzer şekilde, teknolojik ve insan kaynaklı afetler, özellikle sanayi bölgelerinde ya da yoğun yerleşim alanlarında meydana geldiğinde, ekonomik zincirlerde kırılmalar ve sosyo-psikolojik travmalar gibi sonuçlar doğurabilmektedir. Bu durum, afet kavramının yalnızca olay anına değil, uzun erimli etkilerine odaklanarak ele alınmasını gerektirmektedir.

Bütünleşik Afet yönetimi: Bütünleşik afet yönetimi, afetlerin önlenmesi, hazırlık, müdahale ve iyileştirme süreçlerini tek bir bütünlük içinde ele alarak daha kapsamlı ve etkili bir yaklaşım sunmayı amaçlamaktadır. Bu yaklaşım, afetlerin sadece müdahale aşamasında değil, risk azaltımından başlayarak sürecin tüm aşamalarında proaktif stratejiler geliştirilmesini gerektirir (Gülner, 2016; Toprak Karaman, 2016). Böylece afetlerin meydana gelmeden önceki risk düzeylerinin düşürülmesi ve meydana geldikten sonraki etkilerin minimize edilmesi hedeflenir. Bütünleşik yaklaşım, çok disiplinli iş birliğini ve tüm paydaşların (kamu, özel sektör, sivil toplum, bireyler) koordinasyonunu da temel bir ön koşul olarak görmektedir.

Geleneksel afet yönetimi yaklaşımlarının çoğu, genellikle afet sonrası müdahaleye odaklanırken; bütünleşik afet yönetimi, afet döngüsünün her aşamasını birbirine bağlı bir

süreç olarak kabul etmektedir. Bu bakış açısı, hazırlık aşamasında toplumların afetlere karşı direnç geliştirmesini, müdahale aşamasında hızlı ve etkili tepkiler verilmesini ve iyileştirme sürecinde ise afet öncesinden daha güçlü ve sürdürülebilir yapılar kurulmasını öngörmektedir (UNDRR, 2022a). Böylelikle afetlerin yarattığı fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıpların azaltılması, uzun vadeli toplum dayanıklılığının artırılması mümkün olabilmektedir.

Risk yönetimi: Risk yönetimi, afetlerin neden olabileceği olumsuz etkileri öngörmeyi, bu etkileri analiz etmeyi ve riskleri azaltmaya yönelik stratejiler geliştirmeyi kapsayan sistematik bir süreçtir. Bu süreç, yalnızca potansiyel tehditlerin tanımlanmasını değil, aynı zamanda bu tehditlerin olasılık ve etkilerinin değerlendirilmesini, mevcut kapasite ve kaynakların göz önüne alınarak risk azaltım planlarının oluşturulmasını da içerir (ISO, 2018). Etkili bir risk yönetimi yaklaşımı, afet meydana gelmeden önce alınacak önlemler sayesinde can kaybını, ekonomik kayıpları ve sosyal hasarları minimize etmeyi amaçlar.

Afet risk yönetimi literatüründe, riskin sadece fiziksel tehditlerden ibaret olmadığı; sosyal, ekonomik ve yönetsel faktörlerin de riski derinleştirebileceği vurgulanmaktadır (UNDRR, 2022a). Bu nedenle modern risk yönetimi anlayışı, yalnızca mühendislik çözümlerine değil, aynı zamanda toplumsal dayanıklılığı artırmaya, kapsayıcı kalkınmayı desteklemeye ve risk algısını geliştirmeye yönelik sosyal stratejilere de odaklanmaktadır. Risk değerlendirme aşamasında kullanılan nicel modellerin yanında, yerel bilgi birikimi ve katılımcı süreçlerin entegrasyonu da kararların etkinliğini artırmaktadır.

Ancak, risk yönetimi süreçlerinde karşılaşılan en önemli sorunlardan biri, belirsizliğin ve bilgi eksikliğinin yönetilmesidir. Özellikle iklim değişikliği, kentleşme dinamikleri ve teknolojik gelişmeler gibi faktörler afet risklerini daha karmaşık ve öngörülemez hale getirmektedir. Bu durum, risk değerlendirme modellerinin sürekli güncellenmesini ve çok disiplinli iş birliğinin güçlendirilmesini zorunlu kılmaktadır (Kelman, 2020). Dolayısıyla, etkili bir afet risk yönetimi, sadece teknik analizlere dayanmakla kalmamalı; sosyal, kültürel ve politik boyutları da dikkate alarak kapsayıcı bir yaklaşım geliştirmelidir.

İnsani yardım lojistiği: İnsani yardım lojistiği, afetler, acil durumlar ve sosyal yardımlar gibi kriz anlarında ihtiyaç duyulan mal ve hizmetlerin doğru zamanda, doğru yere ve uygun koşullarda ulaştırılmasını sağlayan kritik bir disiplindir. Bu alan, sadece fiziksel

taşımacılık ve depolamayı değil, aynı zamanda talep tahmini, kaynak yönetimi, envanter planlaması, tedarik zinciri koordinasyonu ve bilgi akışının yönetimini de kapsamaktadır (Kovács ve Spens, 2007). Etkili bir insani yardım lojistiği süreci, afet anında hayatta kalma oranlarını doğrudan etkilediği gibi, iyileşme sürecinin hızını ve etkinliğini de belirleyen temel unsurlar arasında yer almaktadır.

Modern insani yardım lojistiği anlayışı, afetlerin doğası gereği ortaya çıkan yüksek belirsizlik, zaman baskısı ve kaynak kıtlığı gibi koşullarla başa çıkabilmek için esnek, hızlı ve uyarlanabilir sistemler geliştirmeyi zorunlu kılmaktadır. Araştırmalar, kriz anlarında lojistik süreçlerin başarısızlığının, yardımın ihtiyaç sahiplerine ulaşmamasına veya yardımların adil dağılmamasına neden olabileceğini göstermektedir (Balcik vd., 2010). Bu bağlamda insani lojistik, geleneksel ticari lojistikten farklı olarak, etkinlikten çok etkili sonuçlara ve adil erişime odaklanan bir performans anlayışı gerektirmektedir.

Doğal Afet Lojistiği: Doğal afet lojistiği, deprem, sel, kasırga, tsunami, orman yangını gibi doğal afetler sonrasında ihtiyaç duyulan acil yardım malzemelerinin etkin ve zamanında ulaştırılmasını konu alan kritik bir lojistik disiplinidir. Bu alan, felaketin hemen ardından başlayan müdahale sürecinden itibaren barınma, gıda, su, sağlık hizmetleri ve diğer temel ihtiyaçların tedarik zincirinin yönetilmesini kapsamaktadır (Van Wassenhove, 2006). Doğal afetler genellikle altyapının zarar görmesine, ulaşım yollarının kapanmasına ve iletişim ağlarının kesilmesine neden olduğundan, doğal afet lojistiği olağan lojistik süreçlere kıyasla çok daha karmaşık ve dinamik bir yapı gerektirir.

Başarılı bir doğal afet lojistiği, yalnızca hızlı tepki vermekle sınırlı değildir; aynı zamanda doğru ihtiyaç analizi, etkili kaynak tahsisi, envanter yönetimi ve saha içi dağıtımın stratejik planlanmasını da zorunlu kılar. Araştırmalar, afet lojistik süreçlerinde yaşanan gecikmelerin ve yanlış planlamaların, yardımın etkinliğini ciddi ölçüde azalttığını ve afet mağdurlarının hayatta kalma şansını doğrudan etkilediğini ortaya koymuştur (Balcik ve Beamon, 2008). Bu bağlamda, doğal afet lojistiği, zaman, maliyet ve etkilik gibi klasik lojistik performans kriterlerinin yanı sıra, insani değerlerin (erişim hakkı, adalet, kapsayıcılık) da ön planda tutulmasını gerektirir.

Bununla birlikte, doğal afet lojistiğinde yaşanan en büyük zorluklardan biri, belirsiz ve hızla değişen afet ortamına uyum sağlamaktır. Anlık gelişen ihtiyaçlar, önceden

planlanmış tedarik zincirlerinde esneklik eksikliği yaratabilmektedir. Ayrıca, yerel kapasite eksiklikleri, politik engeller ve koordinasyonsuzluk gibi faktörler lojistik operasyonların etkinliğini düşürebilmektedir (Day vd., 2012). Bu nedenle günümüz doğal afet lojistiği uygulamalarında, esnek tedarik ağları kurulması, önceden belirlenmiş lojistik merkezlerin devreye alınması ve yapay zeka destekli dinamik rota planlama sistemlerinin kullanılması gibi ileri teknoloji tabanlı çözümler önem kazanmaktadır.

2. BÜTÜNLEŞİK AFET YÖNETİMİ

Afetler, insanlık tarihi boyunca toplumların güvenliğini, refahını ve sürdürülebilir kalkınmasını tehdit eden temel unsurlar arasında yer almıştır. Doğal olayların, teknolojik kazaların ve insan kaynaklı krizlerin etkilerinin artarak devam ettiği günümüzde, afetlere karşı yalnızca müdahale odaklı bir yaklaşımın yetersiz olduğu açıkça ortaya çıkmıştır. Bu nedenle çağdaş afet yönetimi anlayışı, riskin azaltılmasını, hazırlıklı olmayı, etkili müdahaleyi ve hızlı iyileşmeyi kapsayan çok aşamalı ve bütüncül bir strateji gerektirmektedir. Bütünleşik afet yönetimi kavramı, afet döngüsünün tüm aşamalarını birbirine bağlı süreçler olarak ele alarak, sadece zarar azaltmayı değil, toplumların afetlere karşı dirençlerini artırmayı da hedeflemektedir. Bu bağlamda afetlerin fiziksel, ekonomik ve sosyal boyutlarıyla etkili şekilde yönetilmesi; afet öncesi hazırlık planlarının güçlendirilmesi, afet sırasında etkili müdahale yapılması ve afet sonrasında sürdürülebilir iyileştirme çalışmalarının gerçekleştirilmesiyle mümkün olabilmektedir.

İnsani yardım lojistiği ise bu süreçlerin merkezinde yer almakta; acil ihtiyaçların karşılanmasından, uzun vadeli iyileştirme projelerinin yürütülmesine kadar kritik bir rol üstlenmektedir. Türkiye'de ve dünyada afet yönetimi uygulamaları, bu bütüncül yaklaşımların farklı düzeylerde nasıl hayata geçirildiğini göstermekte, aynı zamanda afet yönetiminin yalnızca teknik bir alan değil, sosyal, kurumsal ve politik boyutları olan karmaşık bir disiplin olduğunu da gözler önüne sermektedir. Bu bölümde, afet ve acil durum kavramlarından başlayarak doğal afetlerin özelliklerine, bütünleşik afet yönetimi anlayışına, insani yardım lojistiğinin rolüne ve hem Türkiye'de hem de dünyadaki afet yönetimi uygulamalarına dair kapsamlı bir değerlendirme sunulacaktır.

2.1 Afet ve Acil Durum

Afet; toplumun tamamı veya belli kesimleri için fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplar doğuran, normal hayatı ve insan faaliyetlerini durduran veya kesintiye uğratan doğal, teknolojik veya insan kaynaklı olaylar olarak tanımlanmaktadır (AFAD, 2023). Bir başka kaynağa göre afet; doğal, insan yapımı veya teknolojik etkilerle meydana gelen, toplum üzerinde yıkıcı etkilere sahip olan ve iç kaynaklar ile başa çıkılması mümkün olmayan

felaketler olarak ifade edilmektedir (IFRC). Günümüzde dünyanın birçok farklı bölgesinde, farklı niteliklere sahip afetlere sıklıkla rastlanmakta ve bu kapsamda afet, farklı kategorilere ayrılabilmekte ve bu kapsamda farklı tanımlamalara yol açabilmektedir. Bu açıdan afetleri; beşerî ve yapay, ani ve yavaş gelişen, doğal ya da beşeri kaynaklı politik afetler; doğal, insan beşeri kaynaklı ve teknolojik afetler olarak sınıflayan tanımlamalar bulunmaktadır (Karaman, 2016; Çelik, Usta, Yılmaz ve Yakupoğlu, 2020). Perrow (2007) ise sel, deprem, yangın gibi olaylardan meydana gelen doğal afetler, kaza ve yangın gibi olaylardan meydana gelen kasıtlı olmayan ve başlıca terör faaliyetleri olarak nitelendirilebilen kasıtlı olan afetler olacak şekilde bir sınıflandırmada bulunmuştur.

Acil durum, yaygın olarak sağlık alanında kullanılan bir terim olmakla birlikte, 1999 Gölcük Depremi sonrasında afet literatürüne de giren ve mevcut durumun daha kötü sonuçlar doğurmasını engellemek amacıyla anında müdahale gerektiren tehlikeli durumlar olarak tanımlanmaktadır (Vikipedi, 2023). Acil durumlar, çevreye olumsuz fiziksel etkilere sahip olması temelinde kaza, rutin acil durum ve afet olarak üç ana gruba ayrılabilmektedir (Tufinkgi, Philippe, 2006). Kazaların (trafik kazası, yaralanma) küçük bir kitle üzerinde olumsuz etkiler meydana getirmesiyle birlikte çevreye verdiği sosyal ve ekonomik zarar son derece kısıtlı ve polis, itfaiye, ilkyardım gibi ekiplerin sabit prosedürleri uygulamaları sonucu etkisi zayıflamaktadır. Rutin acil durumlar (yangın, su baskını) ise kazalara kıyasla daha büyük bir kitleyi etkisi altına almakta, bu kitleye etkisine ek olarak altyapı üzerinde de ekonomik zararlara sebep olabilmekte ve standart prosedürlerle çözümü mümkün olmayıp, daha komplike çözüm yolları içermektedir. Afet ise sosyal sistem ve altyapıya ağır hasar verebilir ve bu hasarın giderilmesi eldeki mevcut kaynaklar ile mümkün olmayabilir, yüksek sayıda ölüm ve yaralanma ile sonuçlanabilir ve söz konusu sonuçlar toplumun sosyal ve duygusal durumunu bozarak toplum psikolojisi üzerinde önemli olumsuz etkiler de meydana getirebilir (Becerikliler, 2017).

2.2 Doğal Afetler ve Doğal Afetlerin Sınıflandırılması

Afetler, doğal olaylar veya insan kaynaklı olaylar sonucunda meydana gelen, toplumların işleyişini ciddi şekilde bozan ve insan hayatı, ekonomik yapı, çevresel sistemler gibi kritik alanlarda geniş çaplı zarar ve kayıplara yol açan olaylardır. Birleşmiş Milletler Afet

Risklerini Azaltma Ofisi (UNDRR), afeti, etkilenen toplumun kendi kaynaklarıyla başa çıkamayacağı ölçüde zarara yol açan ciddi bir bozulma olarak tanımlar (UNDRR, 2022). Bu tanım, yalnızca fiziksel etkileri değil, aynı zamanda sosyal ve kurumsal kapasitenin yetersizliği nedeniyle büyüyen kriz durumlarını da kapsamaktadır.

Afetlerin temel bileşenlerinden biri olan "tehlike" kavramı, potansiyel olarak zarara neden olabilecek bir olay, süreç ya da durum olarak tanımlanmaktadır (IFRC, 2021). Tehlikeler fiziksel, biyolojik, sosyoekonomik veya çevresel kaynaklı olabilir ve doğrudan veya dolaylı olarak insan yaşamını, altyapıyı, kaynakları ve hizmetleri tehdit eder. Tehlike, çoğu zaman deprem, sel veya yangın gibi belirgin olaylarla ilişkilendirilse de; kimyasal sızıntılar, biyolojik tehditler ve sosyal huzursuzluklar gibi insan kaynaklı ve karmaşık olayları da içerecek biçimde geniş bir kapsama sahiptir (Wallemacq ve House, 2018). Afetlerde tehlike tanımlarına Tablo 1'de yer verilmektedir.

Tablo 1. Afetlerde Tehlike Tanımı (Karayün, 2022)

AFET GRUBU	AFET ALT GRUBU	TEHLİKE TANIMI
Doğal	JEOLOJİK	Katı topraktan kaynaklanan tehlike.
	METEOROLOJİK	Kısa Süreli, atmosferik koşullardan kaynaklanan tehlike.
	HİDROLOJİLK	Yüzey ve yeraltı tatlı su ve tuzlu suyun oluşumu, hareketi ve dağılımından kaynaklanan tehlike.
	KLİMATOLOJİK	Mevsimsel ila birkaç on yıllık iklim değişkenliği arasında değişen uzun ömürlü, mezo - makro ölçekli atmosferik süreçlerin neden olduğu tehlike.
	BİYOLOJİK	Canlı organizmalara ve bunların toksik maddelerine (örn. Zehir, küf) veya taşıyabilecekleri vektörel hastalıklara maruz kalmanın neden olduğu tehlike.
	YERYÜZÜ DIŞINDA OLAN	Asteroitler, meteoroidler ve kuyruklu yıldızların yeryüzüne yakın geçerken, dünya atmosferine girer ve / veya dünyaya çarpar ve Dünya'nın manyetosferi, iyonosferini ve ermosferini etkileyen gezegenler arası koşullardaki değişikliklerden kaynaklanan tehlike.
Teknolojik	ENDÜSTRİYEL KAZA	Endüstri sektöründe mal ve hizmetlerin üretiminden kaynaklanan insanlara ve yaşam destek sistemlerine yönelik tehlike
	ULAŞIM KAZASI	Ulaşım araçlarından kaynaklanan tehlike
	DİĞER KAZALAR	Yangın, patlama, Çökme vd. nedenlerden kaynaklanan tehlike.

Afet riskinin değerlendirilmesi ve azaltılması sürecinde, yalnızca tehlikenin varlığı değil, aynı zamanda o tehlikeye maruz kalma durumu, toplumsal kırılganlık ve müdahale

kapasitesi gibi bileşenler de hesaba katılmalıdır (UNDRR, 2022). Tehlikenin afetle sonuçlanıp sonuçlanmayacağı büyük ölçüde bu faktörlerin etkileşimine bağlıdır. Bu nedenle afet yönetiminde yalnızca olayın kendisi değil, onu çevreleyen yapısal ve yönetsel koşullar da sistematik olarak analiz edilmelidir.

Afet yönetimi süreçlerinin etkin bir şekilde yürütülebilmesi için afetlerin sınıflandırılması önemli bir adımdır. Doğal afetlerin oluşumu, tabiatta gerçekleşen olaylar sonucunda birtakım sınıflandırmalara ayrılabilmektedir. AFAD başta olmak üzere literatürde birçok çalışmada afetler doğal kaynaklı ve insan kaynaklı afetler olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır. Doğal afetler ise kendi içinde yavaş gelişen doğal afetler ve ani gelişen doğal afetler olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır. İnsan kaynaklı afetler ise; nükleer, biyolojik, kimyasal kazalar, taşımacılık kazaları, endüstriyel kazalar, aşırı kalabalıktan meydana gelen kazalar ve aşırı göçlerden kaynaklanan kazalar olmak üzere sıralanabilir. Afetlerin ayrıntılı sınıflandırılması Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2. Afetlerin Ayrıntılı Sınıflandırılması (AFAD, 2023)

A. DOĞAL AFETLER					**B. DOĞAL OLMAYAN (İNSAN KAYNAKLI) AFETLER**	
A1. JEOLOJİK AFETLER	A2. METEOROLOJİK AFETLER	A3. HİDROLOJİK AFETLER	A4. KLİMATİK AFETLER	A5. BİYOLOJİK AFETLER	B1.1. Kimyasal ve Endüstriyel Kaza	B2.1. Savaş
A1.1. Deprem	A2.1. Tropikal Fırtına	A3.1. Sel	A4.1. Sıcak Hava Dalgası	A5.1. Salgın	B1.2. Maden Kazası	B2.2. Terör Saldırısı
A1.2. Volkan Patlaması	A2.2. Kar Fırtınası, Tipi ve Buzlanma	A3.2. Su Baskını	A4.2. Soğuk Hava Dalgası	A5.2. Böcek İstilası	B1.3. Radyolojik ve Nükleer Kaza	B2.3. Göç
A1.3. Heyelan ve Toprak Kayması	A2.3. Kum/Toz Fırtınası	A3.3. Kıyı Taşkınları	A4.3. Kuraklık ve Kıtlık	A5.3. Hayvan İzdihamı ve Hayvan Kaynaklı Salgınlar	B1.4. Ulaşım Kazaları	B2.4. Büyük Etkinliklerde (Festival vb.) İzdiham
A1.4. Çökme	A2.4. Dolu Fırtınası	A3.4. Nehir Taşkınları	A4.4. Orman Yangını		B1.5. Asit Yağmuru	B2.5. Biyolojik, Nükleer ve Kimyasal Silah Kullanımı
A1.5. Çığ	A2.5. Kasırga, Tornado ve Tayfun	A3.5. Buzul Erimesi			B1.6. Hava Kirliliği	B2.6. Siber Saldırı
A1.6. Kaya Düşmesi	A2.6. Kuvvetli Rüzgarlar	A3.6. Baraj Patlaması			B1.7. Büyük Yangın	
A1.7. Çamur Akıntıları	A2.7. Siklon ve Hortum	A3.7. Erozyon				
A1.8. Tsunami	A2.8. Bulut Patlaması ve Şiddetli Sağanak					
A1.9. Meteor Yağmuru (Etkileri İtibariyle)	A2.9. Yıldırım					

Depremler, yer kabuğundaki hareketler sonucunda ortaya çıkan sismik titreşimlerdir. Depremler, tektonik levha sınırlarında gerçekleşen hareketler, yer kabuğunun gerilmesi ve serbest bırakılması sonucunda meydana gelir. Depremlerin şiddeti, Richter ölçeği veya Moment Magnitude ölçeği gibi skalalar kullanılarak belirlenir. Depremler, yer sarsıntısı, toprak kayması, tsunamiler ve bina yıkımları gibi bir dizi etkiye neden olabilir (Stein ve Wysession, 2003).

Fırtınalar, tropikal bölgelerde ortaya çıkan ve şiddetli rüzgarlar, şiddetli yağışlar ve fırtınalarla karakterize olan büyük çaplı siklonik olaylardır. Fırtınalar, okyanus suyu üzerinde yüksek sıcaklık ve nem birikimiyle oluşur ve genellikle fırtınalar ve eyfel yağmurlarıyla birlikte gelir. Fırtınalar, büyük çapta yıkıma, sel ve taşkınlara, sahil erozyonuna ve can kaybına neden olabilir (Emanuel, 2005).

Su baskınları, aşırı yağışlar, hızlı kar erimeleri veya su birikintisi oluşumu sonucunda suyun normal akış yollarını aşarak geniş alanlara yayılmasıyla meydana gelir. Su baskınları, toprak erozyonu, altyapı hasarı, tarım kayıpları ve insanların yaşamlarını tehlikeye atan önemli etkilere sahiptir. Su baskınları yönetimi, su tahliye sistemleri, dere ıslahı ve düzenlemeler gibi önlemleri içerir (Chow, Maidment ve Mays, 1988).

Heyelan, genel anlamda bir yamaçta bulunan kaya, toprak zemin ya da moloz gibi kütlelerin yer çekimi, eğim veya su gibi dış kuvvetlerin etkisiyle ve bulunduğu zeminden kopmak suretiyle aşağı yönlü hareketi olarak tanımlanmaktadır. Doğal afetler arasında en yaygın şekilde meydana gelen kütle hareketi olmakla birlikte dünya üzerinde her yıl çok sayıda kişinin hayatını kaybetmesiyle sonuçlanmaktadır (Duman ve diğerleri, 2005).

Kuraklık, uzun süreli yağış eksikliği veya normal yağış miktarından daha az yağış alınması durumunda ortaya çıkar. Kuraklık, tarımsal üretimi olumsuz etkileyebilir, içme suyu kaynaklarını azaltabilir ve ekosistemleri bozabilir. Kuraklık yönetimi, su tasarrufu, sulama tekniklerinin iyileştirilmesi ve alternatif su kaynakları arayışı gibi stratejileri içerir (Wilhite, 2000).

Orman yangınları, Türkiye'de ve dünyada büyük bir sorun olmakla birlikte, abiyotik faktörler içerisinde bulunan yangın faktörü kaynaklı olarak ortaya çıkmaktadır. Söz konusu yangın faktörü hususunda aktivatör olarak yıldırım düşmesi gibi dolay olayların

yanında yeşil alanlarda bulunan yanıcı maddelerin de önemli bir payı bulunmaktadır. Türkiye açısından orman yangınlarına en uygun şartlar özellikle iğne yapraklı bitki örtüsüne sahip olması ve mevcut nem oranı sebebiyle Akdeniz iklimi tarafından sağlanmaktadır. Doğal faktörlerin yanı sıra insan faktörü de orman yangınları hususunda önemli rol oynamakta ve Türkiye'de meydana gelen orman yangınlarının büyük bir bölümü bu şekilde ortaya çıkmaktadır (Küçükosmanoğlu, 1994).

Gelişen teknoloji ile beraber yaşanılan Teknolojik afetlerinde görülme sıklığını Türkiye ve Dünya'nın kalanı için artmıştır. Teklonojik afetler, çevre kirliliği, göç, maden ve sanayi kazaları gibi afetleri içermektedir.

2.3 İnsani Yardım Lojistiği

İnsani yardım lojistiği, afetler, acil durumlar ve sosyal yardımlar gibi olaylarda lojistik süreçlerin etkin bir şekilde yönetilmesini sağlayan bir disiplindir. Bu süreçler, hızlı ve etkili bir şekilde malzeme, ekipman ve insan kaynaklarının tedarik edilmesi, dağıtımı ve yönetimiyle ilgilidir. İnsani yardım lojistiği, felaketler, çatışmalar, doğal afetler ve diğer acil durumlar gibi durumlarda, ihtiyaç sahiplerine hızlı ve etkili bir şekilde yardım ulaştırmayı hedefler. Bu lojistik süreçler, malzeme tedarikinden depolamaya, ulaştırmadan dağıtıma kadar bir dizi aşamayı içerir. İnsani yardım lojistiği, ihtiyaçların belirlenmesi, tedarik zinciri yönetimi, depolama ve envanter yönetimi, lojistik planlama ve koordinasyon gibi stratejik ve operasyonel unsurları içerir.

İnsani yardım lojistiği, afet lojistiği, acil durum lojistiği ve sosyal yardım lojistiği, acil durumlar ve ihtiyaç sahibi gruplara yönelik yardım programlarının etkin bir şekilde yönetilmesini sağlar. Bu lojistik süreçler, stratejik planlama, tedarik zinciri yönetimi, depolama, ulaştırma, koordinasyon ve risk yönetimi gibi bir dizi aşamayı içerir. Başarılı bir insani yardım lojistiği, hızlı müdahale, kaynakların etkili kullanımı, toplumsal katılım ve sürdürülebilirlik gibi faktörleri dikkate almalıdır (Barbarosoğlu ve diğerleri, 2002; Küçük ve Çavdur, 2018).

2.3.1 Afet lojistiği

Afet lojistiği, doğal afetlerin meydana geldiği durumlarda hızlı müdahale, kurtarma ve iyileştirme faaliyetlerinin etkin bir şekilde yürütülmesi için kritik bir yönetim alanıdır.

Afet lojistiği, yalnızca fiziksel mal ve hizmetlerin taşınması ve dağıtımıyla sınırlı bir faaliyet alanı değildir; aynı zamanda insan kaynaklarının ve bilginin etkin ve güvenli bir şekilde yönetilmesini de kapsayan çok boyutlu bir disiplindir. Thomas (2003) afet lojistiğini, acil müdahale süreçlerinde hem hayati malzemelerin hem de insan gücünün ve kritik bilginin doğru zamanda doğru yerlere aktarılması olarak tanımlamaktadır. Afet lojistiği, felaket anında hayati öneme sahip malzeme ve ekipmanların doğru zamanda doğru yerlere ulaştırılmasını sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda insan gücü, bilgi ve finansal kaynakların da koordinasyonunu içermektedir (Van Wassenhove, 2006). Bu kapsamda afet lojistiği, afetin ilk anından itibaren başlayan ve toplumsal yaşamın normale dönmesine kadar devam eden dinamik bir süreçtir.

Afet anlarında bilgi akışı, kaynaklardan daha kıymetli bir unsur haline gelmekte; doğru bilgiye zamanında erişim, müdahale kararlarının kalitesini ve operasyonların başarısını doğrudan etkilemektedir. Bununla birlikte, insan hareketliliğinin —arama kurtarma ekipleri, sağlık personeli, lojistik destek grupları— doğru planlanması ve koordine edilmesi, afet bölgesindeki müdahale etkinliğinin temel belirleyicilerindendir. Bu nedenle çağdaş afet lojistiği anlayışı, fiziksel dağıtım zincirlerinin yanı sıra, bilgi akışı ağlarını ve insan kaynaklarının mobilizasyon stratejilerini entegre bir bütün olarak ele almayı zorunlu kılmaktadır.

Afet lojistiği süreci, acil durum hazırlığından başlayarak müdahale ekiplerinin koordinasyonu, ihtiyaç duyulan malzeme ve ekipmanın hızlı tedariki, acil ulaştırma sistemlerinin kurulması, geçici barınma alanlarının oluşturulması ve tıbbi yardım hizmetlerinin ulaştırılması gibi çok boyutlu faaliyetleri kapsamaktadır (Balcik ve Beamon, 2008). Başarılı bir afet lojistiği için, potansiyel risklerin önceden tespit edilmesi, farklı senaryolar için alternatif planların hazırlanması ve mevcut lojistik kapasitenin dinamik bir biçimde güncellenmesi gereklidir (Bilici ve Pekküçükşen, 2023).

Özellikle afet anlarında mevcut lojistik altyapının zarar görmesi, bilgi akışının kopması ve ihtiyaçların hızla değişmesi gibi zorluklar, afet lojistiğini ticari lojistikten ayıran temel dinamiklerdir. Bu nedenle afet lojistiği, yalnızca planlı organizasyon yetkinliği değil, aynı zamanda yüksek düzeyde esneklik ve uyum kapasitesi de gerektirmektedir.

Bu süreçlerin etkin bir şekilde yönetilmesi, afetlere verilen yanıtın hızını, kapsamını ve etkisini doğrudan belirleyen bir faktördür. Araştırmalar, afet müdahalesinde ilk 72 saatin kritik olduğunu ve bu süre zarfında etkili lojistik yönetiminin can kayıplarını önemli ölçüde azaltabildiğini ortaya koymuştur (Day vd., 2012). Ancak sahada karşılaşılan bilgi eksiklikleri, koordinasyon zafiyetleri ve kaynak yetersizlikleri gibi faktörler, afet lojistiği sistemlerinin performansını olumsuz etkileyebilmektedir. Bu nedenle modern afet lojistiği anlayışı, yalnızca fiziksel malzeme taşımayı değil, aynı zamanda bilgi yönetimi, karar destek sistemleri ve toplum katılımı gibi boyutları da entegre ederek daha kapsayıcı bir çerçeve oluşturmayı hedeflemektedir.

2.3.2 Acil durum lojistiği

Acil durum lojistiği, beklenmedik olaylar ve kriz anlarında hayati öneme sahip kaynakların etkili, hızlı ve güvenli bir şekilde yönetilmesini amaçlayan bir lojistik disiplinidir. Bu yaklaşım, ani gelişen afetler, salgın hastalıklar, terör saldırıları veya sivil kargaşa gibi durumlar karşısında, temel ihtiyaçların karşılanması ve sistemlerin işleyişinin sürdürülebilmesi için tasarlanmış özel süreçleri kapsamaktadır (Kadıoğlu, 2011). Acil durum lojistiği, sadece fiziksel malzeme hareketlerini değil; bilgi yönetimi, insan kaynağı mobilizasyonu ve operasyonel esnekliği de içeren çok boyutlu bir sistem bütünlüğü gerektirmektedir.

Etkili bir acil durum lojistiği yönetimi, hızlı tepki verme kapasitesi, mevcut kaynakların optimum kullanımı, lojistik koordinasyonun sağlanması, iletişim sistemlerinin kesintisiz işletilmesi, güvenlik risklerinin minimize edilmesi ve risk yönetimi uygulamalarının entegre edilmesi gibi temel unsurlar üzerine inşa edilmektedir (Kaya, 2018). Acil durumlarda zamanın kritik önemi nedeniyle lojistik süreçlerdeki her bir gecikme, insan hayatı ve ekonomik kayıplar üzerinde doğrudan olumsuz etki yaratabilir. Bu nedenle, önceden tanımlanmış acil durum senaryolarına yönelik hazırlık planlarının bulunması ve çok aktörlü (kamu, özel sektör, sivil toplum) koordinasyon mekanizmalarının güçlendirilmesi gerekmektedir.

Özellikle günümüz dünyasında acil durum lojistiği, yalnızca belirli afet türlerine değil, çok çeşitli ve giderek daha karmaşık hale gelen senaryolara uyum sağlayabilme yeteneği ile değerlendirilmektedir. İklim değişikliğinin doğurduğu ani felaketler, pandemi benzeri

küresel sağlık krizleri ve yoğun şehirleşmenin yarattığı yeni risk ortamları, acil durum lojistiğinde daha yüksek düzeyde esneklik, öngörü ve teknoloji entegrasyonu ihtiyacını artırmaktadır (UNDRR, 2022a). Dolayısıyla çağdaş acil durum lojistiği anlayışı, yalnızca reaktif değil; proaktif, uyarlanabilir ve sistemik bir yaklaşımı benimsemeyi zorunlu kılmaktadır.

Acil durum lojistiği ve afet lojistiği kavramları sıklıkla birbirinin yerine kullanılsa da, odaklandıkları kapsam, müdahale stratejileri ve operasyonel yaklaşımlar bakımından önemli farklılıklar göstermektedir.

Öncelikle afet lojistiği, doğrudan doğal afetler (deprem, sel, kasırga, tsunami vb.) gibi olayların ardından gerçekleştirilen müdahalelere odaklanır. Genellikle önceden tahmin edilebilen ya da coğrafi olarak sınırlı etkileri olan olaylar için yapılandırılmaktadır (Balcik ve Beamon, 2008). Buna karşın acil durum lojistiği, yalnızca doğal afetleri değil; salgın hastalıklar, terör saldırıları, endüstriyel kazalar ve büyük ölçekli sivil kargaşalar gibi insan kaynaklı krizleri de kapsamaktadır. Dolayısıyla kapsamı daha geniştir ve daha fazla belirsizlik içermektedir (Kadıoğlu, 2011).

İkinci temel fark, müdahale hızında ve planlama düzeyinde ortaya çıkmaktadır. Afet lojistiğinde, afetin türüne göre belirli ön hazırlıklar yapılabilirken; acil durum lojistiği çoğu zaman beklenmeyen, önceden öngörülemeyen ve dinamik değişen kriz koşullarına uyum sağlamak zorundadır. Bu nedenle acil durum lojistiği süreçlerinde esneklik, çoklu senaryo hazırlığı ve ani kapasite artırımı yönetimi ön plandadır (Tatham ve Houghton, 2011). Afet lojistiğinde ise belirli risk analizleri ve tahmin modelleri doğrultusunda daha yapılandırılmış planlar geliştirilebilir.

Son olarak, yönetim ve iş birliği mekanizmalarında da farklılıklar gözlemlenmektedir. Afet lojistiği çoğunlukla yerel ve ulusal afet yönetimi birimleriyle koordineli çalışırken; acil durum lojistiği, uluslararası kuruluşlar, askeri birimler, sağlık otoriteleri ve sivil toplum kuruluşları arasında daha karmaşık bir iş birliği ağını yönetmeyi gerektirmektedir. Bu da bilgi akışında, karar verme süreçlerinde ve kaynak tahsisinde daha yüksek düzeyde koordinasyon ve adaptasyon becerisi gerektirir.

2.3.3 Sosyal yardım lojistiği

Sosyal yardımlaşma lojistiği, dezavantajlı gruplara ve ihtiyaç sahibi topluluklara etkin, hızlı ve sürdürülebilir yardım sağlama süreçlerini yöneten bir lojistik disiplinidir. Bu alan, afetler, krizler veya yapısal eşitsizlikler gibi nedenlerle temel ihtiyaçlara erişimi kısıtlı bireylere yönelik gıda, su, sağlık hizmetleri, barınma, eğitim gibi hizmetlerin tedarik zinciri yönetimini ve dağıtımını kapsar (Köse Küçük ve Çavdur, 2018). Sosyal yardım lojistiği, yalnızca malzeme temini ve dağıtımı ile sınırlı kalmayıp, süreçlerin stratejik planlamasını, topluluk katılımını ve yardım etkinliğinin izlenmesini de içeren çok boyutlu bir yapı arz etmektedir.

Sosyal yardımlaşma lojistiği süreci belirli aşamalardan oluşmaktadır. Süreç, ihtiyaç tespiti ve değerlendirme aşamasıyla başlamaktadır. Bu aşamada, saha araştırmaları, veri analitiği, demografik analizler ve katılımcı yöntemler aracılığıyla ihtiyaç sahipleri belirlenir ve ihtiyaç öncelikleri sıralanmaktadır. Ardından, malzeme temini ve depolama adımı gelir; burada tedarik zinciri yönetimi ilkeleri uygulanarak uygun fiyatlı, kaliteli ve sürdürülebilir malzeme temini sağlanmaktadır. Dağıtım ve lojistik koordinasyon aşamasında ise etkin rotalama, lojistik altyapının kullanımı ve teknolojik araçlar (örneğin coğrafi bilgi sistemleri) yoluyla yardım malzemeleri ihtiyaç sahiplerine ulaştırılmaktadır (Öztürkel, 2021). Son olarak, izleme ve değerlendirme aşamasında yardım sürecinin performansı ölçülmekte, ihtiyaç sahiplerinin geri bildirimleri toplanmakta ve gelecekteki iyileştirme alanları belirlenmektedir.

Sosyal yardımlaşma lojistiği yalnızca operasyonel bir süreç değil, aynı zamanda belirli ilkeler doğrultusunda yönlendirilen stratejik bir faaliyettir. Öncelikle, toplumsal katılım ilkesine göre, yerel toplulukların yardım programlarının tasarımına ve uygulanmasına aktif katılımı teşvik edilmelidir. Bu, hem ihtiyaçların daha doğru tanımlanmasına hem de programların uzun vadeli sürdürülebilirliğine katkı sağlmaktadır (Chandes ve Paché, 2010). İkinci olarak, sürdürülebilirlik ilkesine uygun olarak, yardım süreçlerinin sadece kısa vadeli ihtiyaçları karşılamakla kalmayıp, yerel kapasiteyi güçlendirecek şekilde tasarlanması gerekmektedir. Bu yaklaşım, bağımlılığı azaltmakta ve toplulukların kendi kendine yeterliliğini teşvik etmektedir. Üçüncü olarak, inovasyon ve teknoloji kullanımı, sosyal yardımlaşma lojistiğinin etkinliğini artıran önemli bir unsurdur. Veri analitiği,

mobil uygulamalar, akıllı dağıtım sistemleri ve izleme teknolojileri, süreçlerin daha hızlı, doğru ve şeffaf yönetilmesini sağlamaktadır.

Günümüzde artan afetler, ekonomik krizler ve sosyal eşitsizlikler karşısında, sosyal yardımlaşma lojistiği disiplininin önemi daha da artmıştır. Ancak, bu alanın etkin işleyebilmesi için yalnızca operasyonel mükemmellik değil, aynı zamanda kültürel hassasiyet, toplumsal kapsayıcılık ve sistematik izleme mekanizmalarının da geliştirilmesi gerekmektedir. Sosyal yardımlaşma lojistiği, gelecekte yalnızca acil ihtiyaçları karşılayan bir araç olmaktan çıkarak, toplumların dirençliliğini ve sosyal adaleti güçlendiren stratejik bir unsur hâline gelecektir.

2.4 Afette Kriz ve Risk Yönetimi

Afetler, insanoğlunun tarih boyunca karşı karşıya kaldığı en yıkıcı olaylar arasında yer almakta ve sadece fiziksel değil, aynı zamanda toplumsal, ekonomik ve psikolojik etkileriyle de toplumların bütün katmanlarını derinden etkilemektedir. Özellikle Türkiye gibi jeolojik ve iklimsel çeşitliliği yüksek olan ülkelerde afetlerin sıklığı ve yıkıcılığı, bu konuya dair stratejik yönetim yaklaşımlarının ne kadar kritik olduğunu göstermektedir. Depremler, sel baskınları, orman yangınları, heyelanlar ve çığ gibi afetler, ülke genelinde sıkça yaşanmakta; büyük can ve mal kayıplarına, altyapı hasarlarına, ekonomik durgunluklara ve uzun vadeli toplumsal travmalara yol açmaktadır. Bu çerçevede, afete hazırlıklı olmak yalnızca bir müdahale meselesi değil, aynı zamanda kapsamlı bir risk ve kriz yönetimi yaklaşımı ile mümkündür.

Afetlerde risk ve kriz yönetimi, bir ülkenin afetlere karşı dayanıklılığını belirleyen en temel bileşenlerdir. Risk yönetimi, olası zararları önceden azaltmayı hedeflerken; kriz yönetimi ise afet gerçekleştikten sonra zararı en aza indirmeyi amaçlar. Bu iki süreç bir bütün olarak ele alındığında, toplumun afetlere karşı daha dayanıklı hale gelmesi mümkün olur. Türkiye'nin bu alandaki kurumsal ve teknolojik altyapısını geliştirmesi, toplumsal farkındalığı artırması ve sürdürülebilir kentleşme politikaları izlemesi, gelecek afetlere karşı dirençli bir yapı oluşturmanın anahtarıdır.

2.4.1 Afet risk yönetimi

Afet yönetimi literatüründe risk yönetimi, afet meydana gelmeden önce potansiyel tehlikelerin belirlenmesi, analiz edilmesi ve bu tehlikelerin oluşturabileceği zararların azaltılması şeklinde dinamik ve sürekli bir süreci olarak tanımlanmaktadır. Bu sürecin her aşaması birbirini besleyen döngüsel bir yapı içinde tanımlanmaktadır. Risk yönetim çevrimi, afet meydana gelmeden önce başlayan ve afet sonrası iyileşme süreçleriyle yeniden başlayan bir dizi planlama, uygulama ve değerlendirme adımından oluşmaktadır (Alexander, 2002). Bu yaklaşım, risk yönetiminin yalnızca afet sonrası müdahale ile sınırlı olmadığını; aksine sürekli bir hazırlık, önlem alma, izleme ve iyileştirme süreci olduğunu ortaya koymaktadır.

Risk yönetimi, özellikle afetlerin gerçekleşme olasılığını azaltmak ya da etkilerini en aza indirmek için yapılan planlamalarla ilgilidir. Türkiye'de son 70 yılda 600.000'e yakın yapının doğal afetlerden zarar gördüğü bilinmektedir ve bu hasarların büyük bölümü (%66'sı) doğrudan depremlerden kaynaklanmaktadır (İrdem ve Mert, 2023:241-276). Bu oran, ülkenin büyük çoğunluğunun aktif fay hatları üzerinde yer aldığını ve risk yönetiminin ne denli elzem bir konu olduğunu ortaya koymaktadır.

2.4.1.1 Risk tanımlama ve değerlendirme

Afet lojistiğinde karşılaşılan risklerin doğru şekilde tanımlanması, tedarik zincirinin esnekliğini artırarak, afetlerden kaynaklanabilecek zararların ve kayıpların azaltılmasında kritik bir rol oynamaktadır. Risk yönetimi, afet lojistiği süreçlerinin başarısı için vazgeçilmez bir bileşendir (Ofluoğlu, Baki ve Ar, 2019, s.2-3). Bu aşamada, doğal, teknolojik ve insan kaynaklı olası tehlikeler sistematik biçimde belirlenmekte ve her bir riskin olasılığı ile potansiyel etkisi analiz edilmektedir. Afet risklerinin değerlendirilmesinde, coğrafi koşullar kadar demografik yapılar, yerleşim biçimleri, kentleşme politikaları, yapı kalitesi ve kamu kurumlarının hazırlıklı olma düzeyi de belirleyici olmaktadır. Türkiye gibi aktif deprem kuşağında yer alan ülkelerde, fay hatlarının haritalanması, sel risk haritalarının çıkarılması ve kentsel risk analizlerinin yapılması bu aşamaya örnektir (Seneviratne vd., 2010).

Afet ve insani yardım lojistiğinde en belirgin risk türleri arasında talep riski**,** taşımacılık riski**,** tedarik riski**,** kesinti riski ve hasar riski öne çıkmaktadır. Talep riski, afet veya kriz

anında ihtiyaç duyulan yardım miktarlarının ve türlerinin önceden tam olarak öngörülememesi durumunu ifade eder. Bu belirsizlik, ya stok yetersizliğine ya da aşırı kaynak israfına yol açabilmektedir. Taşımacılık ve tedarik riskleri ise, ulaşım altyapısındaki yıkım, güvenlik tehditleri veya lojistik ağlardaki darboğazlardan kaynaklanarak yardımın zamanında ulaştırılamamasına neden olabilmektedir. Kesinti ve hasar riskleri ise afet sonrası depo, dağıtım merkezi veya iletişim altyapısının kullanılamaz hale gelmesiyle lojistik akışın tamamen durmasına sebep olabilir (Ofluoğlu, Baki ve Ar, 2019).

Türkiye'de plansız kentleşme, düşük kaliteli yapı stoku ve yetersiz denetimler, riskin artmasına yol açan başlıca faktörlerdir. Buna ek olarak, toplumun afet bilincinin düşük olması, eğitimsizlik ve tatbikat eksikliği, afete maruz kalan bireylerin zarar görme ihtimalini katbekat artırmaktadır. Dirençli kentlerin oluşturulması için yapı stoku analizi, afet yollarının planlanması, yeşil alanların artırılması ve kentsel dönüşüm politikalarının sürdürülebilir bir şekilde hayata geçirilmesi büyük önem taşımaktadır (Ekşi ve Kantarlı, 2020:11-27).

2.4.1.2 Risk azaltım ve önleme

Afet risk yönetimi yalnızca bir müdahale ya da afet sonrası iyileştirme süreci olarak ele alınmamalıdır; asıl hedef, afet meydana gelmeden önce risklerin belirlenmesi, azaltılması ve etkili önleyici tedbirlerin alınması olmalıdır. Bu doğrultuda belirlenen risklere karşı önleyici yapısal ve yapısal olmayan önlemler geliştirilmektedir. Bu adımda depreme dayanıklı yapı inşa standartlarının uygulanması, erken uyarı sistemlerinin kurulması, halkın afet bilinci eğitimlerinin verilmesi gibi stratejiler hayata geçirilmektedir. Amaç, afetlerin meydana gelme olasılığını azaltmak veya kaçınılmaz afetlerde oluşacak zararı en aza indirmektir.

Bu çerçevede risk yönetimi, erken uyarı sistemlerinin kurulması, yapısal önlemlerin geliştirilmesi, riskli bölgelerde yapılaşmanın sınırlandırılması ve toplumsal farkındalığın artırılması gibi proaktif stratejileri içermelidir (Seneviratne vd., 2010). Erken uyarı sistemleri, afetlerin etkilerini en aza indirmek için hayati rol oynayabilir; zamanında verilen alarmlar sayesinde insan kayıpları ve ekonomik zararlar ciddi oranda azaltılabilir. Öte yandan, mühendislik temelli yapısal önlemler (örneğin depreme dayanıklı bina

tasarımları, sel kontrol barajları, yangın koruma şeritleri) fiziksel dayanıklılığı artırarak afetin doğrudan etkilerini sınırlamaktadır. Dolayısıyla çağdaş afet yönetimi yaklaşımı, riskleri yalnızca tanımlamakla yetinmeyip, riskin gerçekleşme ihtimalini ve gerçekleşmesi halinde yaratacağı zararı sistematik biçimde minimize etmeye odaklanmalıdır.

2.4.1.3 Hazırlık ve müdahale planlaması

Afet riskleri tamamen ortadan kaldırılamayacağı için, olası afetlere hızlı ve etkin yanıt verebilmek amacıyla hazırlık planları yapılmaktadır. Bu planlar arasında afet tatbikatları, acil durum lojistiği planlaması, kriz iletişim sistemleri ve yerel kapasite geliştirme çalışmaları yer almaktadır. Hazırlık süreci, müdahale kapasitesini artıran kritik bir aşamadır (Comfort, 2007). Hazırlık döneminde gerçekleştirilen lojistik planlamalar ve organizasyonel düzenlemeler, afet sonrası yapılacak müdahalelerin etkinliğini doğrudan belirlemektedir (Bilici ve Pekküçükşen, 2023).

Bu süreç, yalnızca kurumsal planlamayı değil, aynı zamanda toplumun tüm katmanlarının bilinçlendirilmesini de kapsar. Hazırlık çalışmaları arasında afet tatbikatlarının düzenlenmesi, acil durum lojistiği planlamasının yapılması, kriz iletişim sistemlerinin oluşturulması ve yerel düzeyde kapasite artırıcı eğitim ve ekipman sağlama faaliyetleri yer almaktadır. Özellikle afet tatbikatları, müdahale ekiplerinin senaryolar üzerinde pratik yapmasını sağlayarak gerçek afet anlarında hata oranını azaltmakta; kriz iletişim sistemleri ise afet anında bilgi akışının sürekliliğini sağlayarak koordinasyonu güçlendirmektedir. Yerel kapasite geliştirme çalışmaları ise yalnızca merkezi yönetimi değil, belediyeler, sivil toplum örgütleri ve yerel halkı da afet hazırlık süreçlerine aktif katmaya odaklanarak müdahale etkinliğini artırmaktadır. Afet risklerinin azaltılabilmesi, yalnızca merkezi kurumların değil; yerel yönetimlerin hazırlık düzeyinin artırılması ve toplumun afetlere karşı bilinçlendirilmesiyle mümkün olabilmektedir (Bilici ve Pekküçükşen, 2023).

Afet yönetimi çok aktörlü bir yapıya sahip olduğundan, kurumlar arası koordinasyon ve iletişim süreçleri afet risk yönetiminin başarısında kritik bir rol oynamaktadır. Bir afetin meydana gelmesinden önce oluşturulan müdahale planlarının, afet anında etkin biçimde işletilebilmesi için tüm aktörler arasında açık, hızlı ve güvenilir bir iletişim altyapısına

ihtiyaç vardır (Moe ve Pathranarakul, 2006). Koordinasyon eksiklikleri, müdahale sürecinde görev çakışmalarına, kaynak israfına, afet alanında lojistik darboğazların oluşmasına ve ihtiyaç sahiplerine zamanında yardım ulaştırılamamasına yol açabilmektedir. Özellikle büyük ölçekli afetlerde, sahadaki kamu kurumları, sivil toplum kuruluşları ve uluslararası yardım kuruluşları gibi farklı aktörlerin senkronize çalışamaması, krizin daha da derinleşmesine ve müdahale sürecinin güven kaybına uğramasına neden olabilmektedir.

Koordinasyon eksikliği ve iletişim zayıflığı, afet yönetiminde sistematik riskleri artırmakta ve ikincil afetlerin ortaya çıkmasına zemin hazırlamaktadır. Comfort (2007), kriz yönetiminde bilgi akışının ve karar verme süreçlerinin etkinliğinin, müdahale başarısını belirleyen temel değişkenler arasında yer aldığını vurgulamıştır. Yetersiz bilgi paylaşımı, sahada yanlış ihtiyaç değerlendirmelerine, önceliklerin hatalı belirlenmesine ve lojistik kaynakların verimsiz kullanılmasına neden olmaktadır. Ayrıca, farklı kurumların kendi önceliklerini merkeze alan bağımsız hareketleri, bütünleşik müdahale stratejilerinin oluşmasını engelleyerek afet bölgesindeki organizasyonel karmaşayı artırmaktadır. Bu durum, özellikle afetin ilk 72 saatinde alınacak hayati kararların ertelenmesine ya da yanlış yönlendirilmesine sebebiyet verebilmektedir.

Başarılı bir afet yönetimi için, kurumlar arası iletişim ve koordinasyonun güçlendirilmesi hayati bir öneme sahiptir. Boin ve Bynander (2015), çok aktörlü afet yönetimi süreçlerinde farklı organizasyonlar arasında ortak vizyon oluşturulması ve bilgi paylaşımının merkezileştirilmesi gerektiğini savunmaktadır. Bu bağlamda afet öncesinde hazırlanan ortak operasyon merkezleri, standart haberleşme protokolleri ve kurumlar arası tatbikatlar koordinasyonu artıran başlıca mekanizmalar olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca afet bilgi yönetim sistemleri, mobil uygulamalar gibi bilgi teknolojilerinin entegrasyonu, gerçek zamanlı veri paylaşımını kolaylaştırmakta ve kurumlar arası senkronizasyonu güçlendirmektedir. Etkin bir koordinasyon mekanizması, sadece müdahale kapasitesini artırmakla kalmayıp, afet sonrasında toplumun devlete ve kurumsal yapıya olan güvenini de pekiştirmektedir.

2.4.1.4 İyileştirme ve yeniden yapılanma

Afet sonrası iyileştirme süreci, sadece fiziksel altyapının onarımı değil, aynı zamanda sosyal ve ekonomik yapının da yeniden inşasını içermektedir. İyileştirme sürecinde risk azaltımı ilkeleri dikkate alınarak daha dirençli bir toplum ve altyapı oluşturulması hedeflenmelidir. Bu aşama aynı zamanda yeni risk analizlerinin ve stratejik planların oluşturulmasına da temel teşkil etmektedir.

Afet sonrası süreçlerde etkili müdahale ve yardım ulaştırılabilmesi, büyük ölçüde lojistik altyapının işlerliğine bağlıdır. Ancak afetlerin doğası gereği, yolların yıkılması, köprülerin çökmesi, havaalanlarının operasyonel kapasitesinin azalması ve iletişim ağlarının devre dışı kalması gibi lojistik darboğazlar ortaya çıkabilmektedir (Thomas ve Kopczak, 2005). Bu darboğazlar, yalnızca fiziksel erişimi sınırlamakla kalmamakta; aynı zamanda kaynakların dağıtım hızını düşürmekte, yardım malzemelerinin ihtiyaç sahiplerine zamanında ulaşmasını engellemekte ve dolayısıyla afetin insani ve ekonomik etkilerini daha da büyütmektedir. Özellikle ilk 72 saat içinde gerçekleştirilemeyen müdahaleler, hem can kaybı oranlarını artırmakta hem de afet bölgelerinde salgın hastalıklar, güvenlik problemleri gibi ikinci dalga krizlerin ortaya çıkmasına zemin hazırlamaktadır. Bu nedenle afet sonrası lojistik darboğazların önceden öngörülmesi, alternatif ulaşım ve iletişim planlarının hazırlanması ve esnek tedarik zinciri sistemlerinin kurulması, afet yönetiminin başarısı için kritik öneme sahiptir. Günümüzde afet lojistiği planlamasında, yalnızca birincil ulaşım ağlarına değil, alternatif rotalara, hava taşımacılığına ve mobil iletişim teknolojilerine yatırım yapılması zorunluluk haline gelmiştir.

2.4.2 Afet kriz yönetimi

Risk yönetiminin yanında en az onun kadar kritik olan bir diğer unsur ise kriz yönetimidir. Kriz yönetimi, afetin meydana gelmesinden hemen sonra başlayan ve afetin etkilerini azaltmaya yönelik hızlı, koordineli ve etkili müdahaleleri içeren süreci kapsamaktadır. Türkiye'de bu konuda en güncel örneklerden biri 6 Şubat 2023 tarihinde yaşanan Kahramanmaraş merkezli depremlerdir. 11 ilde büyük yıkımlara yol açan bu afet sonrası süreç, kriz yönetimi açısından hem başarılı uygulamaları hem de ciddi eksiklikleri ortaya koymuştur. Bazı bölgelerde yardım ekiplerinin ulaşımında yaşanan gecikmeler, iletişim

kopuklukları, arama-kurtarma faaliyetlerinin koordinasyonsuz yürütülmesi, kriz anında sistemli bir yönetimin ne kadar hayati olduğunu bir kez daha ortaya koymuştur (Krichen, 2023: 99-107).

Kriz yönetiminin başarılı olabilmesi için dört temel ilke öne çıkmaktadır: hızlı müdahale, etkin koordinasyon, doğru iletişim ve esnek planlama. İlk saatlerde yapılacak doğru müdahaleler, can kayıplarını doğrudan etkileyebilecek kadar önemlidir. Bununla birlikte kriz sürecinde alınacak kararların yerel koşullara uygun olması, iletişim kanallarının açık tutulması ve afet bölgelerinde sivil toplum örgütleriyle iş birliği yapılması başarı oranını artırmaktadır. Özellikle sosyal medya gibi dijital platformlar kriz anlarında hem bilgi paylaşımı hem de yardım organizasyonu için etkin şekilde kullanılabilmektedir. 2020 yılında AFAD'ın sosyal medya hesapları üzerinden yürüttüğü bilgilendirme kampanyalarının, halkın kaygı düzeyini azalttığı ve yanlış bilgi yayılımını sınırladığı saptanmıştır (Özkul ve Karaman, 2023:251-258).

Kriz dönemleri, doğası gereği yüksek belirsizlik, zaman baskısı ve bilgi eksikliği ortamlarında karar alınmasını gerektirmektedir. Bu koşullar altında hızlı karar alma yeteneği, müdahale sürecinin başarısı açısından kritik bir öneme sahiptir. Simsion, Milton ve Shanks (2012), kriz ortamlarında bilgi eksikliğinin ve belirsizliğin karar kalitesini doğrudan etkilediğini ve gecikmiş kararların çoğunlukla daha büyük insani ve ekonomik kayıplara yol açtığını belirtmektedir. Afet sonrası ilk saatlerde yapılacak doğru müdahaleler, can kayıplarını azaltmada ve kriz kontrolünü sağlamada belirleyici rol oynamaktadır. Bu bağlamda, karar alma süreçlerinin esnek, durumsal farkındalığa dayalı ve hız odaklı şekilde yapılandırılması gerekmektedir.

Ancak hızlı karar alma süreci, bilgi eksikliğinin ve organizasyonel kaosun baskısıyla hatalı kararlara da açık hale gelebilir. Klein (2008), kriz anlarında uzmanların çoğunlukla geçmiş deneyimlere dayanarak hızlı ancak sezgisel kararlar aldıklarını vurgulamaktadır. Bu strateji, özellikle deneyimli liderlerin ve müdahale ekiplerinin kritik anlarda zaman kaybetmeden etkili adımlar atmalarını sağlarken; yeterli deneyim veya hazırlık olmadığında yanlış karar riskini de artırmaktadır. Dolayısıyla kriz yönetiminde hızlı karar alma ile bilgi doğruluğunu dengeleyecek karar destek sistemlerinin kurulması büyük önem arz etmektedir.

Son yıllarda kriz yönetimi literatürü, hızlı ve doğru karar almayı desteklemek için bilgi sistemleri kullanımını önermektedir. Büyük veri analitiği, yapay zeka tabanlı erken uyarı sistemleri ve kriz bilgi yönetim merkezleri, karar alıcıların gerçek zamanlı veriye dayalı, daha isabetli müdahale planları geliştirmesine olanak tanımaktadır (Comfort, 2007). Ayrıca, afet öncesinde hazırlanan senaryolar ve tatbikatlar sayesinde liderlerin farklı kriz senaryolarına yönelik önceden hazırlanmış eylem planlarına sahip olması, karar alma hızını artırmakta ve hata oranını düşürmektedir. Böylece afet anında alınan kararlar, yalnızca zamana karşı bir yarış değil, sistematik bir risk yönetimi pratiği haline getirilebilmektedir.

Günümüzde teknolojinin geldiği nokta, afet yönetim süreçlerini kökten dönüştürmektedir. Uzaktan algılama sistemleri, radar ve uydu görüntüleme teknolojileri, drone'lar ve yapay zeka tabanlı analiz araçları sayesinde afetler öncesinde erken uyarı sistemleri kurulmakta; afet sonrasında ise hızlı hasar tespiti, kaynak yönlendirmesi ve lojistik destek sağlanmaktadır (Oran ve Akan, 2021: 1371-1397). Örneğin, deprem sırasında yer hareketini algılayan sensörler aracılığıyla doğalgaz, elektrik gibi tehlike oluşturabilecek sistemlerin otomatik olarak kesilmesi mümkün hale gelmiştir. Ayrıca, yapay zeka algoritmaları sayesinde toplanan verilerin hızla analiz edilerek en acil ihtiyaç bölgelerine yönlendirme yapılması, kaynak kullanımını daha verimli kılmaktadır.

Afet sonrası süreçte kriz yönetiminin yalnızca fiziksel ihtiyaçları değil, aynı zamanda psikososyal destek sistemlerini de kapsaması gerekmektedir. Toplumda meydana gelen travma, güven kaybı ve sosyal çöküntü, etkili bir kriz yönetimi stratejisi olmaksızın kalıcı hale gelebilir. Bu nedenle kriz sonrası iyileştirme sürecinde yalnızca enkaz kaldırma ya da konut inşası değil; aynı zamanda psikolojik destek, eğitim devamlılığı, sosyal yardımların dağıtımı ve toplumsal birlikteliğin yeniden inşası gibi boyutlar da göz önünde bulundurulmalıdır.

2.5 Bütünleşik Afet Yönetimi

Afetler, dünya genelinde milyonlarca insanı etkileyen ve sosyal, ekonomik, çevresel kayıplara neden olan olaylardır. Geleneksel afet yönetimi yaklaşımları; olaylara tepki vermek ve hasarı sınırlamak için çabaları içerirken, bütünleşik afet yönetimi; afetlerin önlenmesi, hazırlık, tepki ve iyileşme süreçlerini birleştirerek daha kapsamlı bir yaklaşım

sunmaktadır (Gülner, 2016, Toprak Karaman; 2016). Bütünleşik afet yönetimi, klasik afet yönetim yaklaşımlarından ayıran en önemli noktası kurumların, sivil halkın, devlet kurumlarının birbirleri arasındaki ekip çalışması ve koordinasyon kurmasıdır. Bu noktada afet ile mücadelede başarı noktasında herkesin rol oynadığı, destek olduğu büyük bir ekip çalışması yaratmayı amaçlamasıdır. Bu yönüyle bütünleşik afet yönetimi, afet yönetim yaklaşımlarından en büyük farkı afet meydana geldiği zaman yalnızca ilgili kurumların çabası ile değil toplumun her ferdinin farkındalığını arttırarak rol oynaması ve toparlanma sürecinin bu yöntemle gelmesini hedeflemektedir (Alkın, 2021: 22). Afet yönetimleri konusunda modern bir bakış açısı sunan bütünleşik afet yönetimi öncesi meydana gelen afetten sonra hasar azaltma üzerine kurulu planlamalar yapılırken bu konuda 1990'lı yılları BM'nin Afetleri Azaltma 10 Yılı olarak belirtmesi ardından yapılan çalışmalarda afet öncesi risk azaltma protokollerinin hazırlanması bütünleşik afet yönetim anlayışının ilk adımlarını atmıştır. Bu atılım afet öncesi risk tespitlerinin dünyada da dikkat çekilen bir nokta olduğunu göstermektedir.

Bütünleşik afet yönetimi, afetin meydana geldiği andan itibaren bütün kaynakların kullanımıyla birlikte koordineli olarak afet planlamasını tek bir çerçeveden bakan, uygulayan bir sistemi temsil etmektedir (Akyel, 2007: 38). Bütünleşik afet yönetimi, afetlerin önlenmesi, hazırlık, tepki ve iyileşme süreçlerini bütünleştiren bir yönetim yaklaşımını oluşturmaktadır (Şahin, 2019). Bu yaklaşım, farklı paydaşların iş birliği yapmasını, bilgi ve kaynakların entegrasyonunu ve koordinasyonu sağlamaktadır. Aynı zamanda bütünleşik afet yönetimi, farklı kurumlar, topluluklar, sektörler ve paydaşlar arasında iş birliğini ve koordinasyonu teşvik etmektedir. Bütünleşik afet yönetimi, afetlere neden olan çoklu tehlikeleri ve bu tehlikelerin etkilerini anlamayı ve yönetmeyi hedeflemektedir (Esmer, 2014). Bununla birlikte afetlerin neden olduğu riskleri azaltmak ve toplumların dayanıklılığını artırmak için uzun vadeli planlama ve politika oluşturma süreçlerini içermektedir.

Bütünleşik afet yönetimi, ülkede bulunan bütün toplumsal paydaşların ve aktörlerin dahil olduğu bireysel ve kitlesel çaba sarf etme noktasında sorumluluk aldığı durumları içermektedir. Afetlerde yaşanılan yıkım sonrasında bölgede toplumsal, sosyal, ekonomik zarar açığa çıkmaktadır. Bu nedenle bütünleşik afet yönetiminin amacı, afetten sonra zarar görmüş toplumsal düzeni, kurum ve kuruluşları, yaşayan halkın manevi ve maddi

kaybını, hızlıca normale döndürerek yaşam kalitesini afet öncesi döneme yaklaştırmayı hedefleyen bu hedef doğrultusunda yapılan hesaplamalar, risk raporları, simülasyon araçları gibi benzeri teknik ve bilimsel yöntemlere başvurulan kapsamlı adımları içeren bir yapıdır (Akın, 2021: 18).

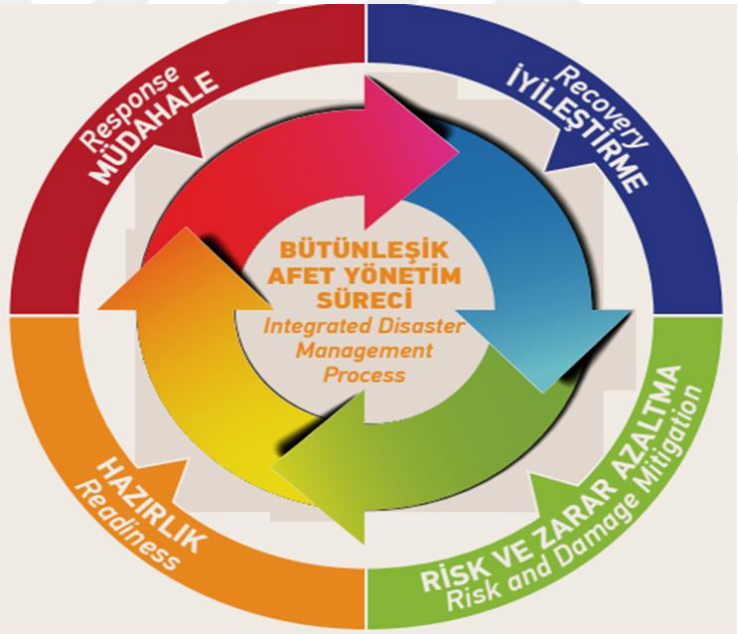
Bütünleşik afet yönetimi, afetlerin öncesi, oluşma anı ve sonrası olarak tüm evreleri içeren dört aşamadan oluşmaktadır (Şekil 1). Bunlar,

-Risk ve Zarar Azaltma Evresi

-Hazırlık Evresi

-Müdahale Evresi

-İyileştirme Evresi



Şekil 1. Bütünleşik Afet Yönetim Süreci (AFAD, 2018)

Bütünleşik afet yönetiminin içerdiği dört aşama bir döngü içerisinde hareket etmektedir. Her bir aşamanın başarısı ardından gelen adımın başarısını doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle bu adımlar planlama yapılırken birbirlerinden ayrılmamalıdır (Yıldırım, 2022: 14). Bu konuda örnek olarak 6 Şubat 2023 yılında ülkemizde yaşanılan deprem felaketinde Hatay, Adıyaman gibi afetten çok etkilenilen yerlerde arama, kurtarma

çalışmaları gerçekleştirirken Diyarbakır ya da merkez ilçelerde iyileştirmelere başlandığı bilinmektedir. Bu amaçla bir afet bölgesinde müdahale evresi uygulanırken diğer afet alanında iyileştirme safhası uygulana bilmektedir.

Çalışmanın bundan sonraki bölümünde bütünleşik afet yönetiminin dört aşaması hakkında detaylı bilgilendirme yapılmaktadır.

2.5.1 Risk ve zarar azaltma evresi

Risk ve zarar azaltma evresi, bütünleşik afet yönetiminin en önemli aşamalarından biridir. Zira bu evre henüz afet meydana gelmeden önce afete neden olabilecek veya afet esnasında yaşanılacak sorunları arttırabilecek unsurları tespit ederek önlemeyi amaçlamaktadır. Risk ve zarar azaltma AFAD'ın (2014) yapmış olduğu tanım neticesinde doğa ya da insan sebepli çevresel olayların afet oluşturma riskini önleme veya oluşacak tahribatı azaltmaya yönelik alınan tedbir ve uygulamaların tamamını kapsamaktadır.

Risk ve zarar azaltma aşaması, afetlerin neden olduğu riskleri belirlemeyi, analiz etmeyi, değerlendirmeyi ve riskleri azaltmak için stratejiler geliştirmeyi içerir. Bu ilke, afetlere karşı planlama ve önlemler alırken risklerin bilimsel ve veriye dayalı bir yaklaşımla ele alınmasını sağlar. Risk önleme odaklı bir yaklaşım, kaynakların etkin kullanımını ve afetlere karşı daha etkili bir tepki verilmesini sağlar (Yazılıtaş, 2015). Risk ve zarar azaltma evresi afetlerin oluşmasını engellemek veya risklerini azaltmak için alınan önlemleri içerir. Risk değerlendirmeleri, afetlerin nedenlerini anlama, planlama ve yapısal düzenlemeler gibi faaliyetleri içerir. Örneğin, sel riski olan bir bölgede, su tutma havuzları inşa etmek veya dere yataklarını temizlemek gibi önlemler alınabilir. Risk azaltma afetlerin oluşmasını engellemek veya risklerini azaltmak için alınan önlemleri içerir. Bu risk değerlendirmeleri, afetlerin nedenlerini anlama, planlama ve yapısal düzenlemeler gibi faaliyetleri içerir. Sel riski olan bir bölgede, su tutma havuzları inşa etmek veya dere yataklarını temizlemek gibi önlemler alınabilir.

Çalışmanın bu bölümünde risk ve zarar azaltma aşamasında yapılması gereken uygulamaların maddeler halinde sıralanmasına yer verilmiştir;

-Merkezi yerleşim yerlerinde risk profillerinin hazırlanması,

-Başta afet riski çok olan kentlerde yerel halkın bilinç düzeyini arttırmak,

-Afet zamanında riskli yapıların belirlenmesi ve bu yapıların kamu desteğiyle güçlendirilme çalışması yapılması,

-Risk azaltma kapsamında kamusal mevzuatların yapılması ve bu konuda uygulamaların tavizsiz şekilde yerine getirilmesi,

-Riskli afet bölgelerinde uzmanlaşmış kişi sayısını arttırmak ve olası afet durumunda sayıca fazla olmak yerine uzman kişilerin önderliğinde koordinasyonun sağlanması yaşanacak toplumsal izdihamın önüne geçmesini sağlar,

-Afet yönetiminde yalnızca kamu kuruluşları değil sivil toplum kuruluşlarının da devlet kurumlarıyla ortak hareket ve koordinasyon içerisinde olması,

-Kentlere özgü tarihi yapıların ve doğa güzelliklerinin korunması adına uygulamaların yapılması (Karayün, 2022: 26).

2.5.2 Hazırlık Evresi

Bütünleşik afet yönetiminin ikinci aşaması hazırlık safhasıdır. Risk önleme ve azaltma evresinde tüm uygulamaların gerçekleştiği durum da bile maddi ve manevi tüm riskleri ortadan kaldıramayabilir. Hazırlık aşaması afette yaşanılan olumsuzluklar karşısında kurumların, yerel halkın yapması gerekenler üzerine oluşturulmuş bir aşamadır. Bu doğrultuda hazırlık evresi de afetle mücadele konusunda çok önemli bir yere sahiptir. Bütünleşik afet yönetiminde hazırlık evresi, toplumun aktif katılımını ve bilinçlenmesini gerektirir. Afetlerle mücadelede halkın rolü, afetlere karşı bilinçlenme, eğitim ve hazırlık faaliyetlerine katılım, bilgi paylaşımı ve risk yönetimine katkı sağlamaktır. Halkın bilinçlendirilmesi, afetlere karşı hazırlıklı olmalarını ve afetlerin etkilerini azaltmak için doğru eylemleri yapmalarını sağlar.

Hazırlık evresi, olası bir afet durumunda yaşanılacak olaylar karşısında tedbirli olmayı sağlamak için yapılan faaliyetleri içerir. Hazırlık, acil durum planlarının geliştirilmesi, eğitim ve farkındalık çalışmaları, acil durum ekipmanlarının temini gibi etkinlikleri içerir. Toplulukların, kurumların ve bireylerin afetlere karşı bilinçli ve hazır olmalarını sağlar. Hazırlık safhası, acil durum planlarının geliştirilmesi, eğitim ve farkındalık çalışmaları,

acil durum ekipmanlarının temini gibi etkinlikleri içerir. Toplulukların, kurumların ve bireylerin afetlere karşı bilinçli ve hazır olmalarını sağlar.

Afet yaşanıldığı an ortaya çıkan tahribat çok büyük etkilere neden olabilir. Resmi bilgiler ve merkezi yönetimin afet bölgesine yapacağı yardımlar belirli bir süre alabilir ve bu nedenle afette çok önemli olan ilk 72 saatin bir kısmı bu nedenle kaybedilebilir. Bu açıdan afet yaşanıldıktan sonra yerel kurumlar, yaşayan halk ilk müdahaleyi gerçekleştirdiğinde yaşanılacak olumsuzlukların azaltılma şansı mevcuttur. Önceleri var olan halkın yeterli bilgi, birikim ve organizasyonunun eksik olduğu kanını yapılan son çalışmalarda ve dünyadaki benzer durumlarda yaşanılanlar bu kanının yanlış olduğunu ispatlar niteliktedir. Bu nedenle devlet kurumları yanında halkın oluşumunda katkı sağladığı sivil toplum örgütlerinin afet zamanlarında göstermiş olduğu yaklaşım çok değerli ve kayıpları azaltma noktasında çok kritik bir öneme sahiptir. Bu nedenle hazırlık evresi için yerel halkın bilinçlenmesi, organize olması sağlanması, yetki ve görevlendirmelerin netleştirilerek olay anında panik olma durumu ortadan kaldırılmalıdır. Merkezi ve yerel hükümetlerin hazırlık safhası için görevleri, planlama, tatbikat, eğitim verme, gerekli ekipmanları sağlama, yasal mevzuatı düzenlemek olarak söylenebilir (Yıldırım, 2022: 21). Hazırlık evresi için halkın afette risk bilinci, afet öncesi risk azaltma eğiti, afet sonrası acil müdahale eğitimi, afet psikolojisi eğitimi gibi çeşitli branşlarda bilinçlendirilmesi gerekmektedir.

Hazırlık evresinin başarılı şekilde uygulanması kendisinden sonra gelen Müdahale ve İyileştirme Evrelerinin de başarısı üzerinde direkt olarak önemli bir rol oynamaktadır.

Çalışmanın bu bölümünde hazırlık aşamasında yapılması gereken uygulamaların maddeler halinde sıralanmasına yer verilmiştir;

-Devlet kurumlarının ve sivil toplum örgütlerinin girişimlerince halkın afet anında sorumluluklarına dair uygulamaları konusunda bilinçlendirilmesi sağlanması,

-Yapılan projelerde halkın katılımının arttırılması,

-Afet anında uygulanacak prosedürlerin belirlenmesi ve belirli aralıklarla tatbikatların gerçekleştirilmesi,

-Afet durumunda yönetim kargaşası yaşanmaması adına yönetimsel kadroların ve görev dağılımlarının net bir şekilde belirlenmesi,

-Afet sırasında kullanılacak araçların tespiti, tedariki ve bakımının yapılarak niteliksel ve niceliksel açıdan hazır hale getirilmesi.

2.5.3 Müdahale evresi

Müdahale evresi, afet yaşandıktan sonra bölgenin eylem planları çerçevesinde daha uygulamaya koymuş olduğu ve yaşanılan öncelikle can kaybı olmak üzere ekonomik, kültürel kayıpları önlemek önlenmediği noktada zararı azaltmak amacıyla yerel kurum ve kuruluşların önderliğinde merkez yönetimin destek vermesi sonucu ortaya çıkan tüm çalışmaları tanımlamaktadır. Bu evre afetin meydana geldiği ilk andan itibaren özellikle ilk 72 saat ve yaşanılan durumun büyüklüğüne göre birkaç aylık süreçte uygulanan tüm adımları içermektedir.

Müdahale evresinde amaç, yaşanılan olay sonrası en hızlı şekilde ilk olarak insan kaybını minimize etmek ve bu nedenle yaralı olan kişilerin ilk yardımlarını gerçekleştirip yaşadıkları sağlık durumlarının seviyelerine göre ilgili sağlık personelleriyle buluşmalarını sağlamak. Sağlık sorunları olmayan ya da giderilen afetzedelerin ise başta barınma, yiyecek, hijyen, ulaştırma, ulaşım ve psikolojik destek gibi sosyal hak ve ihtiyaçlarını karşılamak olarak bahsedilebilir (Gündüz, 2022: 26).

Afetle Mücadele Planına göre Türkiye'de afetin şiddeti ve etkisine göre Seviye 1, Seviye 2, Seviye 3 ve Seviye 4 olmak üzere dört farklı afet seviye grupları bulunmaktadır.

Seviye 1: Afet yaşanılan bölgede bulunan yerel imkanların yeterli durumda olduğu ve gerçekleştirilecek müdahale için il afet ve acil durum yönetim merkezlerinin yeterli seviyede olduğu durumu temsil etmektedir.

Seviye 2: Afet yaşanılan bölgede bulunan yerel imkanların yetersiz kaldığı ve komşu illerin destek vermesi gereken seviyedir. 1. Grup destek şehirlerinin acil durum yönetim merkezleri ve il afet kurumlarının yardımına ihtiyaç duyulan durumu belirtir.

Seviye 3: Afet yaşanılan bölgede bulunan yerel imkanların yetersiz kaldığı ve ulusal, ülke geneli bir desteğe ihtiyaç duyulan durumu belirten bir seviyedir.

Seviye 4: Afet yaşanılan bölgede bulunan yerel imkanların ve ulusal desteğin yetersiz kaldığı uluslararası yardıma ve desteğe ihiyaç duyulan durumu ifade etmektedir (AFAD, 2013).

Müdahale evresinin başarısı Bütünleşik Afet Yönetiminin diğer evrelerinin başarısına bağlıdır. Yönetimler afet anına başarılı bir müdahale evresi gerçekleştirmeyi amaçlıyorlarsa öncelikle risk ve zarar azaltma sonrasında da hazırlık aşamasını başarılı şekilde planlaması gerekmektedir. Bu uygulamalar gerçekleştikten sonra müdahale evresinde başarı elde ederek potansiyel can kaybı ve ekonomik zararın önüne geçebilirler. Bunula birlikte müdahale evresinin başarısını etkilen bir diğer aktör ise merkez yönetim ve yerel yönetimin ortak hareket etmesidir. Merkezi hükümetin ve yerel yönetimin beraber organize şekilde faaliyete geçmemesi can kaybını arttırıcı bir etken olarak karşımıza çıkar ve müdahale evresinde afetzedelere ulaşacak yardımların aksamasını sağlayabilir. Bu nedenle yönetimlerin ortak hareket etmesi hayati bir öneme sahiptir yalnızca müdahale evresi için değil bütünleşik afet yönetimlerinin tüm aşamaları için.

Çalışmanın bu bölümünde müdahale aşamasında yapılması gereken uygulamaların maddeler halinde sıralanmasına yer verilmiştir;

-En önemli ve kritik saatler olan ilk 72 saat içinde arama-kurtarma çalışmalarının yapılması, kurtarılan afetzedelerin barınma, yiyecek, hijyen gibi hayati faaliyetlerini yerine getirilmesi sağlanması,

-Yaralı olarak kurtarılan afetzedelerin sağlık ihtiyaçlarının giderilmesi, hayatını kaybeden kişilerin kimlik bilgileri ve defin işlemlerinin gerçekleşltirilmesi,

-Doğru haber için yazılı, görsel ve internet haber kaynaklarının etkili ve olay yeri ile uyum içinde çalışmasının sağlanması,

-Afet sonrası hayata geçirilmesi planlanan güvenli yaşam alanlarının kurulması ve noktaların ulaşım kanallarının işlek hale getirilmesinin sağlanması,

-Besin malzemelerin, giyecek gibi ürünlerin depolanması ve afetzedelere eşit ve ihtiyaçları ölçüsünde dağıtılmasının sağlanması,

-Fiziksel sağlık ihtiyacının yanında psikolojik destek verilerek ruhsal yaşanacak sorunların önüne geçilmesi,

-Afet yaşanılan bölgede meydana gelen hasarın tespiti ve enkazların kaldırılması işlemi yapılması.

2.5.4 İyileştirme evresi

Afetler, meydana geldikten sonra bölgede yaşayan halkın can kayıpları yaşamasına, fiziksel, psikolojik, sosyal, ekonomik, kültürel zararlar görmesine neden olabilir. Yaşanılan afetin büyüklüğü arttıkça bu olumsuzlukların etkileri bölgede daha büyümektedir. İyileşme evresi afet sonrası toplumların normal yaşamlarına dönmesini ve yeniden yapılanmayı sağlamayı hedefler. İyileştirme aşaması, hasar tespiti, altyapı onarımı, psikososyal destek, ekonomik ve sosyal iyileştirme gibi faaliyetleri içerir. Toplumların dayanıklılığını artırmak ve gelecekteki afetlere karşı daha iyi hazırlanmak için değerli bir fırsattır.

İyileştirme aşaması Bütünleşik Afet Yönetiminin son evresi olmak ile beraber en kapsamlı dönemidir. Zira bu evre afet ile mücadele eden bölge halkının yaralarının bir an önce sarılıp, yaşanılan kayıpların giderilmesini hedeflerken yaşanılan afetten çıkarılacak dersler neticesinde hem afet yönetim bilincini yerel halkın tabanına yaymayı hem de daha sonraları yaşanacak muhtemel benzer afetlere mimari, mühendislik, belediyecilik anlayışı, sosyal haklar, mevzuat olarak hazırlıklı olmayı bu nedenle en temel olarak güvenli kent yaşamını amaçlar.

İyileştirme evresinde, yaşanılan afetin tipi, derecesi ve etkisine göre uygulanan metotlar ve süreleri değişiklik gösterebilir. Bu sebeple iyileştirme evresi kısa ve uzun süreli olarak 2'ye ayrılmaktadır. Kısa dönemli iyileştirme evresi müdahale evresiyle beraber afet yaşandıktan hemen sonra afetzedelerin hayatlarını kurtarmak ve barınma, giyecek, yiyecek gibi ihtiyaçlarının karşılandığı kişilere güvenli alanlar sağlanmaya çalışıldığı afetin ilk dönemini kapsamaktadır. Uzun süreli iyileştirme aşaması ise afetin hemen sonrasından başlayarak öyle ki bir diğer afet meydana gelene kadar sürebilir bu nedenle risk ve zarar azaltma aşamasıyla ortak bir payda da buluşturulabilir. İyileştirme döneminin bu denli kapsamlı olması aynı zamanda bu dönemin maliyetli olmasını da

sağlamaktadır. Yıllarca sürecek olan iyileştirme dönemi yaşanılan can kayıplarının yanında kentlerin altyapıları, önemli binaların, ulaşım hatlarının, yolların, devlet kurumu binalarının, bölgedeki ticari paydaşlarının zararlarının giderilmesi gibi birçok başlığı kapsadığı için süresi ve maliyeti yüksektir.

Afetler yaşanmadan öngörülemez ve toplumsal etkileri hesaplanamaz. Bu nedenle ülkelerin yönetici kadrolarında bulunan, önemli sivil toplum kuruluşlarının yöneticileri ve yaşayan halkın afet bilincinin yüksek seviyede olması gerekmektedir. Afet sonraları bölgede yaşanılan kaos, bilinmezlik, organizasyonluk afetin derecesinin üzerinde kayıplar yaşanmasına sebebiyet verebilmektedir. İyileştirme dönemi önceki yaşanılan felaketlerden çıkarılan dersler neticesinde; binaların ve ulaşım hatlarının güçlendirilmesi, halkın kolektif bilincinin artmasını, organizasyon yapısının belirlenip afet yönetim planlamasının güçlü ve net şekilde yapılmasını sağlamalı. Bütünleşik afet yönetiminin her aşamasında olduğu gibi bu evrede de toplumun her bir parçasına görev düşmekle beraber alt-üst yöneticilerin uyumlu, planlı çalışılması gerekmekte.

Çalışmanın bu bölümünde iyileştirme aşamasında yapılması gereken uygulamaların maddeler halinde sıralanmasına yer verilmiştir;

-Hasar gören ve yıkılan binaların yeniden inşa edilmesi,

-Altyapı planlaması, çevre düzenlemesi, ihtiyaç duyulan kuvvetlendirme çalışmalarının yapılması,

-Kamusal düzenin ve ticari yaşamın tekrar normale döndürülme çalışması,

-Afet sonrasında yıkılan binaların enkazlarının kaldırılması, kuvvetlendirme yapılamayacak durumda olan yapıların yıkılması gibi enkaz kaldırma çalışmaları,

-Afette maddi ve manevi yönden zarar gören afetzedelerin mevzuat kapsamında eksiklerinin giderilmesi, gerekli destek ve yardımların sağlanması,

-Yaşanılan afetten dersler çıkarılarak eksik yönlerin belirlenip gerekli çalışmalara başlanması,

-Afet bölgesinde ticari faaliyetlerin eskiye dönüşünü hızlandırmak amaçlı iş yerlerine maddi destekle beraber kamusal yardımların sağlanması (Karayün, 2022: 30).

2.6 Türkiye'de Afet Yönetimi

Türkiye, iklimsel, jeolojik ve coğrafi özellikler nedeniyle çeşitli doğal afetlere maruz kalan bir ülkedir (Giyik, Oyguç ve Anıktar, 2022). Bu çerçevede Türkiye özelinde afet yönetimi konusunda alınan önlemler, yürütülen çalışmalar ve bu çalışmalardan elde edilen deneyimler de ayrı bir önem arz etmektedir. Deprem kuşağı üzerinde yer alan bir ülke olması nedeniyle depremlerden en çok etkilenen ülkelerden biridir. Özellikle Marmara, Ege ve Akdeniz bölgeleri yüksek deprem riskine sahiptir. Bunun yanı sıra, sel, heyelan, çığ, yangın gibi diğer doğal afetler de ülkenin farklı bölgelerinde sıklıkla yaşanmaktadır. Bu afetler, insan hayatını, ekonomiyi ve çevreyi olumsuz etkilemektedir. Türkiye'de afet yönetimine yönelik hala uygulanmaya devam eden sistem, 7269 sayılı (Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirlerle Yapılacak Yardımlara Dair) kanunla 1959 yılında hayata geçirilmiştir. Bu kapsamda afet müdahale sisteminde yer verilen kişi ve kuruluşlar, 01.04.1988 tarihli Bakanlar Kurulu kararıyla belirlenen esaslara göre "Afet Merkez Koordinasyon Kurulu"nda şu şekilde oluşturulmuştur (Erkal ve Değerliyurt, 2009).

- Milli Savunma Bakanlığı,
- Dışişleri Bakanlığı,
- İçişleri Bakanlığı,
- Maliye Bakanlığı,
- Milli Eğitim Bakanlığı,
- Sağlık Bakanlığı,
- Ulaştırma Bakanlığı,
- Tarım ve Köyişleri Bakanlığı,
- Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı,

- Sanayi ve Ticaret Bakanlığı,
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı,
- Orman Bakanlığı Müsteşarları,
- Türkiye Kızılay Derneği Genel Başkanı ve Genel Müdürü

Türkiye, özellikle 1999 Marmara Depremi sonrası afet yönetim paradigmasını kökten değiştirerek “kriz yönetimi” yaklaşımından "risk yönetimi" odaklı bir yapıya evrilmiştir (Ceren, 2023). 2009 yılında kabul edilen “Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı” (AFAD) kanunuyla afet yönetimi alanında önemli bir adım atılmıştır (Yaman ve Çakır, 2018). AFAD, afetlere yönelik stratejilerin belirlenmesi, afet risklerinin azaltılması, müdahale kapasitesinin geliştirilmesi ve iyileştirilmesi gibi görevleri üstlenmektedir (Demirci ve Özçelik, 2021). Bunun yanı sıra, ilgili diğer kurumlar ve yerel yönetimler de afet yönetimi çalışmalarına katkı sağlamaktadır.

Türkiye, afet yönetimi konusunda bir dizi ilerleme kaydetmiştir. İlk olarak, deprem riski yüksek bölgelerde yapısal dönüşüm projeleri yürütülmüş ve riskli binaların güçlendirilmesi sağlanmıştır (Aral ve Tunç, 2021). İkincisi, afet öncesi hazırlık ve farkındalık faaliyetleri artırılmıştır. AFAD ve diğer kurumlar, afet öncesi eğitim programları, tatbikatlar ve bilgilendirme kampanyaları düzenlemektedir. Üçüncüsü, afet müdahale kapasitesi güçlendirilmiştir. AFAD, acil durum ekiplerini eğitmekte, teçhizat sağlamakta ve koordinasyonu sağlamaktadır.

Türkiye, doğal afetlere maruz kalan bir ülke olarak afet yönetimi konusunda önemli ilerlemeler kaydetmiştir. Ancak, daha fazla çalışma ve yatırım gerekmektedir. Risk analizi, hazırlık, müdahale ve iyileşme süreçlerinin güçlendirilmesi, afet etkilerinin azaltılması ve toplumun direncinin artırılması için önemlidir. Türkiye'nin afet yönetimi alanında elde ettiği deneyimler ve iyi uygulama örnekleri, diğer ülkeler için de bir örnek teşkil etmektedir.

Türkiye’de 1990-2023 arasu meydana gelen büyük afetler Tablo 3’te sıralanmıştır. Türkiye’deki afet yönetimine ilişkin yapılanmalar bu afetlerden elde edilen dersler sonrası geliştirilmiştir.

Tablo 3. Türkiye'de Modern Dönem 1990-2023 Yılları Arası Meydana Gelen Büyük Afetler (AFAD, 2018)

Olay	Bölge	Tarih	Ölü Sayısı	Yaralanma
Çığ Düşmesi	Güneydoğu Anadolu (14 Vaka)	1992	328	53
Çığ Düşmesi	Doğu ve Güneydoğu Anadolu (31 Vaka)	1993	135	95
Deprem	Erzincan	13 Mart 1992	653	3.850
Toprak Kayması	Isparta	13 Temmuz 1995	74	46
Deprem	Afyon	1 Ekim 1995	94	240
Su Baskını	İzmir	4 Kasım 1995	63	117
Deprem	Çorum	14 Ağustos 1996	0	6
Su Baskını	Batı Karadeniz	21 Mayıs 1998	10	47
Deprem	Adana	27 Haziran 1998	145	1.600
Deprem	İzmit Körfezi	17 Ağustos 1999	17.480	43.953
Deprem	Düzce	12 Kasım 1999	763	4.948
Deprem	Afyon	3 Şubat 2002	42	327
Deprem	Bingöl	1 Mayıs 2003	177	520
Su Baskını	Rize	26 Ağustos 2010	14	-
Deprem	Van	23 Ekim 2011	644	1.966
Su Baskını	Samsun	3 Temmuz 2012	13	21
Heyelan	Siirt	17 Kasım 2016	16	-
Deprem	İzmir	30 Ekim 2020	117	1.034
Su Baskını	Kastamonu	11 Ağustos 2021	65	45
Deprem	Kahramanmaraş Depremleri	6 Şubat 2023	62.013	98.761

Türkiye'de afet yönetimi alanında bazı önemli ihtiyaçlar bulunmaktadır. Birincisi, afet risklerinin daha iyi analiz edilmesi ve haritalandırılması gerekmektedir. Bu, daha etkili afet önleme ve hazırlık stratejilerinin geliştirilmesine yardımcı olacaktır. İkincisi, yerel düzeyde afet yönetimi kapasitesi güçlendirilmelidir. İl ve ilçe düzeyinde afet yönetim planları oluşturulmalı, yerel yönetimlerin afetlere müdahale becerileri artırılmalıdır. Üçüncüsü, afet sonrası iyileşme ve rehabilitasyon süreçlerine daha fazla odaklanılmalıdır. Zarar gören bölgelerin yeniden inşası, sosyal destek ve psikolojik yardım sağlanması önemlidir.

2.6.1 Türkiye'de afet mevzuat yapısı

Türkiye'deki afet mevzuatı, doğal afetlerin ardından özel olarak oluşturulan yasalarla geliştirilmiştir. Bu yasalar, afet mağdurlarına hızlıca yardım etmek, hasarları acilen gidermek ve yeniden yapılanma ve iyileştirme çabalarına öncelik vermek amacıyla alınan tedbirleri içerir. Bu süreçte, farklı kuruluşlar arasında dağınık bir yapı oluşmuştur. 1900'lerin başından itibaren yaşanan afetler ve bu afetlere yönelik yapılan yasal ve kurumsal düzenlemeler, bu durumu açıkça göstermektedir.

Ülkemizde doğal afetlere tedbir alınması ve oluşumundan sonra gerekli desteklerin ve yapıların oluşmasına yönelik mevzuatlar dört döneme ayrılmışlardır. Bu dönemler; 1. Dönem 1944 yılı öncesi, 2. Dönem 1944-1958 yılları arası, 3. Dönem 1958-1999 arası ve 4. Dönem 1999 sonrası olarak gösterilmektedir.

Birinci dönemde yaşanan depremler ve sonrasında yapılan düzenlemeler Tablo 4'te gösterilmektedir. 1944 yılından önce yaşanılan doğal afetlerden sonra yaraların sarılmasına adına yapılan desteklerin tamamı 1868 yılı Osmanlı Devleti döneminde kurulan Hilal-i Ahmer (Türk Kızılay Derneği) bünyesi altında yapılmıştır. Bu kurumun maddi girdisi ise halkın gönüllü bağışları olmuştur. Cumhuriyet ilan edildikten sonra konuyla ilgili çeşitli Bakanlıklar kurulmuş ancak süreklilik kazanamamıştır. Bu dönemin en büyük atılımı 1930 yılında 1580 sayılı Belediye Kanunudur. Bu kanun ile beraber imar yapılarında denetleme, kontrol yapabilme şansı bulmuş ihtiyacı olanlara devlet ev yapma şansı tanımıştır.

Tablo 4. 1.Dönem 1944 yılı öncesi dönem meydana gelen afetler ve o afetlere istinaden oluşan mevzuat düzenlemeleri (AFAD, 2018)

Afetin Olduğu Tarih	Kanun ve Yönetmelikler	Kurumsal Yapılanma
1509 İstanbul Depremi (Küçük Kıyamet)	-Padişah kararı ile aile başına 20 altın verilmesi, -Ahşap yapılara izin verilmesi, -Dolgu zeminlere ev inşasının yasaklanması	
	1848 Ebniye Nizamnamesi	-1855 İstanbul'da ilk kez belediye teşkilatı kurulmuştur.
1894 İstanbul Depremi		
1914 Burdur Depremi		1923 Mübadele, İmar, İskan Bakanlığının Kurulması
1930 Türk-İran Sınır Depremi	-1930 1580 sayılı Belediye Kanunu	
1939 Erzincan Depremi		1939 Yapı ve İmar İşleri Bakanlığının Kurulması
	1940 3773 Sayılı Kanun	
	1940 3980 Sayılı Kanun	
1942 Erbaa Depremi		
1943 Ladik Depremi		
1941-1942-1943 Su Baskınları	1943 4373 Sayılı Kanun	

1939 yılında yaşanılan Erzincan depremi bu dönemin bir diğer önemli olayıdır zira doğal afette çok fazla can ve mal kaybı yaşanmış olup denetimlerin ve mevzuatın yetersiz kaldığı görüşmüştür. Deprem sonrasında Yapı ve İmar İşleri Reisliği kurulmuş ve ilk kez Erzincan'a özel kanun çıkarılmıştır. Bu kanunla devlet kentten yaşayanlara vergi indirimleri, ceza evlerinde yaşayan tutuklu mahkumların cezalarının affedilmesi, evi, işyeri yıkılanlara ücretsiz yapı malzemeleri, devlet memurlarına ve diğer sektörlerde çalışanlara üçer maaş ikramiye, ulaşım ve taşımada ücret almama ve Erzincan belediyesine kenti yeniden inşa etmesinin kolaylaşması için kamulaştırma yetkisi verilmiştir (AFAD, 2018: 20).

İkinci dönem 1944 ile 1958 arasını kapsamaktadır. İkinci dönemde yaşanan depremler ve sonrasında yapılan düzenlemeler Tablo 5'te gösterilmektedir. İkinci dönemin en önemli ve başlangıç noktası 1944 yılında çıkartılan 4623 sayılı "Depremlerden Önce ve Sonra Alınacak Tedbirler Kanunu"dur. Bu kanunla ile beraber alınacak önlemler neticesinde yaşanacak felaketlerde kayıpların azaltılması amaçlanmıştır. Bu dönemde Türkiye'nin ilk

kez deprem tehlike haritası çıkarılmıştır. Deprem riski çok olan bölgelerde inşa edilecek binaların imar izinleri, izinleri kontrole tabii tutulmuş ve denetimler sıklaştırılmıştır.

Tablo 5. 2. Dönem 1944-1958 yılları arası dönem meydana gelen afetler ve o afetlere istinaden oluşan mevzuat düzenlemeleri (AFAD, 2018)

Afetin Olduğu Tarih	Kanun ve Yönetmelikler	Kurumsal Yapılanma
1944 Gerede Depremi	1944, 4623 Sayılı Kanun	
	1945, Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası ve Türkiye Yer Sarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği	
1946 Varto-Hınıs Depremi		
1948 Eskişehir Sel Felaketi	1948, 5243 Sayılı Kanun	
	1948, 5663 Sayılı Kanun	
1949 Karlıova Depremi		
	1953, 6188 Sayılı Kanun	1953 Deprem bürosunun kuruluşu.
	1956, İmar Kanunu	1953, DSİ'nin kuruluşu.
	1958, Sivil Savunma Kanunu	1958, İmar ve İskan Bakanlığının kuruluşu.
	1959, Afetler Kanunu	

Şehir merkezleri ve ilçelerde afet sonrası toplanma alanları, acil kurtarma planları, kurumların ve halkın görevler, sorumlulukları ilişkin eğitimler ve bilgiler verilmiştir. 1945 senesinde yine ilk kez Türkiye'nin Deprem Bölgeleri haritası çıkartılmıştır. Afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelik hazırlanmıştır.

Yer altı ve yer üstü sularından faydalanmak ve yaşanılacak afet sonrası olası tehlikeleri önlemek amacıyla 1953 yılında Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü kurulmuştur. Yeni yerleşim planlaması için seçilen bölgelerde ilk kez doğa kaynaklı afetleri dikkate alarak seçilmesi 1956 senesinde yürürlüğe giren 6785 sayılı İmar kanunu sonucunda olmuş bu dönemin sonunda 1958 yılında İmar ve İskan Bakanlığı oluşturulmuştur.

Üçüncü dönem gerek Türkiye'de gerekse Dünya'da doğal afetlerden kaynaklı kayıpların azaltılması için gerekli politika atılımlarının yoğun yaşandığı bir evre olmuştur. Üçüncü dönemde yaşanan depremler ve sonrasında yapılan düzenlemeler Tablo 6'da gösterilmektedir. 1958 yılında çıkartılan 7126 sayılı kanun neticesinde afetlerden sonra yapılacak arama-kurtarma, ilk yardım kurallarının standart hale gelmesi, büyük ölçekli

yangınlar gibi acil durumlarla oluşturulacak örgüt yapısının belirlenmesi ve görev dağılımı gibi tanımlamalar yapılmış hükme bağlanmıştır.

Tablo 6. 3.Dönem 1958-1999 yılları arası dönem meydana gelen afetler ve o afetlere istinaden oluşan mevzuat düzenlemeleri (AFAD, 2018)

Afetin Olduğu Tarih	Kanun ve Yönetmelikler	Kurumsal Yapılanma
1960 Su Baskınları		1965, Afet İşleri Genel Müdürlüğü Kurulması
1966, Varto Depremi		
1967, Su Baskınları	1968, 1051 Sayılı Kanun	
	1968, 88/12777 Sayılı Afetlere İlişkin Acil Yardım Teşkilatı Yönetmeliği	
1970 Gediz Depremi		
1971 Bingöl Depremi	1571 Sayılı Kanun	
1975 Lice Depremi		
	1977, 2090 Sayılı Kanun	
	1981, 2479 Sayılı Kanun	
1983 Erzurum Depremi	1983 Olağanüstü Hal Kanunu	1983, Bayındır ve İmar ve İskan Bakanlığının birleşmesi.
1992 Erzincan Depremi	1992, 3838 Sayılı Kanun	
1995 Dinar Depremi	1995, 4123 Sayılı Kanun	
1995 Semirkent Toprak Kayması	1997 Başbakanlık Kriz Yönetim Merkezi Yönetmeliği	
1998, Adana-Ceyhan Depremi		

1958-1999 yılları arası çıkartılan kanunlar içerisinde en büyük öneme sahip kanunlardan biri 1959 senesinde çıkartılan 7269 sayılı Afet Kanunu'dur. Dönemin şartlarına göre çok kapsamlı ve ilerici bir bakışla hazırlanan kanun birçok dış devlet tarafından da örnek olarak uyarlanmıştır. Kanun günümüzde revize edilmiş bir şekilde halen kullanılmaktadır. Bu yasanın amacı, öncelikle doğal afetlerden doğan can ve mal kayıplarının önlenmesi ve afet sonrası toparlanma süresinin hızlandırılması için gerekli mevzuatın ve örgüt yapısının oluşturulmasıdır. Ayrıca bu kanun sonucunda her afet sonrası özel kanun ile fon oluşturmak yerine bütçe dışında bir genel fon oluşturulması kararı alınmıştır. Bu dönemin bir diğer önemli atılımı ise 1965 senesinde kurulan Afet İşleri Genel Müdürlüğü'dür. Bayındırlık Bakanlığı ve İmar ve İskan Bakanlığı yetki çatışması sonucu 1983 senesinde birleştirilerek tek bir bakanlık olan Bayındırlık ve İskan Bakanlığı altında toplanmıştır. 1997 yılında yalnızca deprem ve sel gibi doğal afetler değil salgın hastalıklar, radyasyon, hava kirliliği gibi çeşitli afetler sonucunda kriz

yönetim masaları kurulması adına Başbakanlık Kriz Yönetim Merkezi kurulmuş sorumluluklar belirlenmiştir.

Dördüncü dönem 1999'dan günümüze kadar uzanan kısmı kapsamaktadır. Dördüncü dönemde yaşanan depremler ve sonrasında yapılan düzenlemeler Tablo 7'de gösterilmektedir. Bu dönemin milat noktası 1998 yılında yaşanan Adana-Ceyhan depremi ve 1999'da gerçekleşen Marmara depremleri olmuştur. Bu depremler çok fazla can ve mal kaybına neden olmuş bu sebeple merkezi yönetim bu kayıpları azaltmak amacıyla birçok kanun yürürlüğe sokmuştur.

Tablo 7. 4.Dönem 1999 yılı ve sonrası dönem meydana gelen afetler ve o afetlere istinaden oluşan mevzuat düzenlemeleri (AFAD, 2018)

Afetin Olduğu Tarih	Kanun ve Yönetmelikler	Kurumsal Yapılanma
1999 Kocaeli (Marmara) Depremi	4452 Sayılı Kanun, 4434 ve 4340 Sayılı Kanunlar ile değiştirildi.	1999, Türkiye Acil Durum Yönetimi Genel Müdürlüğünün kurulması
1999 Düzce Depremi	574,575,576,580,584,586,587,593,595,596,597, 598,599, 4708 Sayılı KHK	
		2000 yılı Ulusal Deprem Konseyinin Kurulması
2003 Bingöl Depremi	4837 KHK	
	5511 KHK	
	5491 KHK	
	2007 Deprem bölgelerinde yapılacak binalar hakkında yönetmelik	

Marmara depremi yaşandıktan hemen sonra yaraların sarılması için 27 Ağustos 1999 tarihinde 4452 sayılı kanun çıkarılmış bu kanun ile birlikte doğal afetlere karşı alınacak tedbirler ve afet sonrası oluşan maddi kayıpların giderilmesini içermektedir. Bu kanun bir sene içerisinde iki kez revize edilerek yeni sigorta sisteminin oluşması, yeni il, ilçelerin kurulması, büyükşehir belediyelerinin oluşması gibi kapsamlı bir hal alarak Kanun Hükmünde Kararname (KHK) çıkartma yetkisi verilmiştir. KHK yetkisi alındıktan sonra 31.08.1999'da 574 sayılı kanun çıkartılmış hasar tespitleri yapılmaya başlanmıştır. Bu

çerçevede hak sahiplerinin belirlenmesi, geçici-kalıcı konutların yapılması, çadır kentlerin oluşmasını kapsayan yetki Bayındırlık ve İskan Bakanlığına verilmiştir.

Afetten sonra oluşan kayıpların telafisi için maddi ödenek olarak devletin bütçesinden bağımsız ayrı olarak dünyadaki benzer uygulamalar esas alınarak 587 sayılı KHK ile Doğal Afet Sigortaları Kurumu (DASK) kurulmuştur.

Türkiye, özellikle 1999 Marmara Depremi sonrası afet yönetim paradigmasını kökten değiştirerek "kriz yönetimi" yaklaşımından "risk yönetimi" odaklı bir yapıya evrilmiştir (Ceren, 2023). Bu dönüşümün somut çıktıları, ulusal ve yerel düzeyde geliştirilen planlar ile olmuştur.

Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP) afet anında tüm kurum ve kuruluşlar arasındaki müdahale görevlerini önceden tanımlamak ve koordinasyonu sağlamak maksadıyla hazırlanmıştır. Olay bazlı ve görev paylaşımı esaslı hazırlanan planda ulusal ve il düzeyinde ayrı ayrı müdahale organizasyonu tanımlanmıştır. Sağlık, barınma, ulaştırma, güvenlik gibi 28 farklı hizmet grubu oluşturulmuş ve tüm hizmet gruplarına birer ana çözüm ortağı kurum atanmıştır. Acil durumlar için önceden hazırlanan senaryolarla müdahale hızlandırılmak istenmiştir. Bilgi sistemleri, veri paylaşım platformları ve mobil iletişim uygulamaları destekleyici araçlar olarak kullanılmaktadır.

Türkiye Afet Risk Azaltma Planı (TARAP) afet gerçekleşmeden önce risklerin azaltılması için gerekli eylem planlarını geliştirmek ve uygulamak üzere hazırlanmıştır. Risk bazlı, önleyici ve sürdürülebilirlik odaklı hazırlanan plan risk azaltmaya yönelik öncelikli alanları belirlemektedir (örneğin: deprem, sel, yangın risklerinin azaltılması gibi). Afet zararlarını azaltmak için dayanıklı altyapı, erken uyarı sistemleri ve toplum bilinci çalışmaları öngören TARAP, ilgili tüm sektörlere (inşaat, enerji, ulaşım, sağlık) entegrasyon sağlamaktadır. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve büyük veri analizleri ile risk haritalaması yapılmakta, afet senaryoları oluşturulmaktadır.

İl Risk Azaltma Planları (İRAP) her ilin kendi özgün afet risklerini analiz ederek, yerel düzeyde risk azaltım stratejileri geliştirilmesi maksadıyla hazırlanmaktadır. Yerel riskler (fay hatları, heyelan bölgeleri, taşkın alanları vb.) detaylı analiz edilmekte, il bazında

öncelikli risk azaltım projeleri ve yatırım öncelikleri belirlenmektedir. İl AFAD müdürlükleri ve yerel yönetimlerle iş birliği içinde yürütülmektedir.

Türkiye'de afetlere hazırlık kapasitesini artırmak amacıyla, TAMP kapsamında ülke genelinde kapsamlı bir lojistik altyapı oluşturulmuştur. Bu doğrultuda, Türkiye genelinde 27 bölgesel afet lojistik deposu ve 54 lojistik destek deposu kurulmuş; ayrıca afet anında hızlı ve etkili müdahalenin sağlanabilmesi için Türk Kızılayı tarafından da 34 lojistik afet merkezi aktif olarak hizmete alınmıştır (AFAD, 2023). Bu yapı, afet sonrası ihtiyaç duyulan temel malzeme, ekipman ve insan kaynağının kısa sürede afet bölgelerine ulaştırılmasını mümkün kılmakta ve müdahale hızını artırarak afetzedelere yönelik hizmetlerin etkinliğini güçlendirmektedir. Ancak lojistik altyapının yalnızca fiziki tesislerin kurulmasıyla sınırlı kalmaması; envanter yönetimi, dijital izleme sistemleri ve lojistik koordinasyon merkezlerinin etkin işletilmesiyle desteklenmesi gerektiği ileri sürülmektedir. Bu çerçevede Türkiye'nin lojistik kapasitesi önemli ilerlemeler kaydetmiş olmakla birlikte, özellikle çoklu afet senaryolarında kaynak yönetimi ve operasyonel esneklik konularında sürekli güncelleme ve iyileştirme ihtiyacı devam etmektedir.

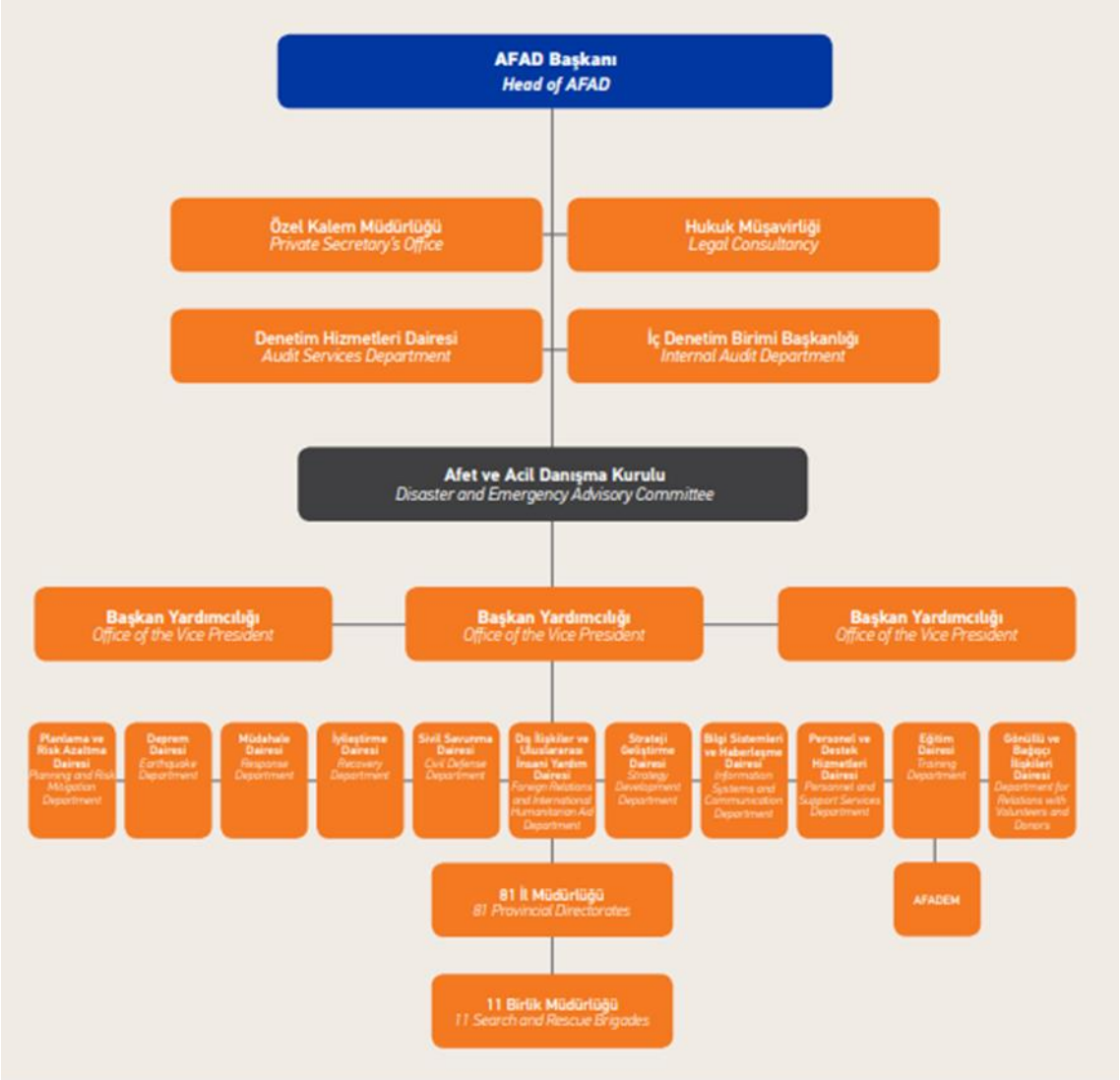
2.6.2 AFAD (Afet ve acil durum yönetim başkanlığı)

Türkiye'de afet yönetimi sisteminin modernleştirilmesi ve bütünleştirilmesi amacıyla kurulan Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD), 29 Mayıs 2009 tarihinde kabul edilen ve 19 Haziran 2009 tarihli Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren 5902 sayılı Kanun ile resmi statüsüne kavuşmuştur. Bu düzenleme ile dönemin İçişleri Bakanlığı'na bağlı Sivil Savunma Genel Müdürlüğü, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'na bağlı Afet İşleri Genel Müdürlüğü ve Başbakanlığa bağlı Afet ve Acil Durum Yönetimi Genel Müdürlüğü tek bir çatı altında birleştirilmiş; böylece afet ve acil durum yönetiminde mükerrerliklerin giderilmesi ve koordinasyonun güçlendirilmesi hedeflenmiştir. AFAD, kuruluşuyla birlikte Türkiye'nin afetlere hazırlık, müdahale ve iyileştirme süreçlerindeki en üst düzey resmi otoritesi hâline gelmiştir.

AFAD, afetlerin önlenmesi, zararlarının azaltılması, afetlere etkin müdahale edilmesi ve afet sonrası toparlanmanın hızlı bir şekilde sağlanması amacıyla faaliyet göstermektedir. Bu amaçla kurum, Türkiye genelindeki tüm kamu kurum ve kuruluşları, yerel yönetimler, özel sektör ve sivil toplum örgütleri arasında koordinasyonu sağlayan, çok aktörlü ve

disiplinler arası bir yapı olarak tasarlanmıştır. AFAD, kaynakların etkili ve verimli kullanımını esas almakta; risk azaltımı, hazırlık, müdahale ve iyileştirme aşamalarını kapsayan bütünleşik afet yönetimi yaklaşımını benimsemektedir. Dinamik ve esnek organizasyon yapısı sayesinde hem ulusal hem de uluslararası afet yönetimi standartlarıyla uyum içinde hareket etmektedir.

Kurum, son yıllarda meydana gelen önemli afet olaylarında hızlı ve etkin müdahale kapasitesiyle dikkat çekmiştir. Özellikle 2011 Simav Depremi, 2011 Van Depremi, 2020 Elâzığ Depremi ve 2023 Kahramanmaraş merkezli 6 Şubat depremleri sonrasında yürüttüğü arama kurtarma, acil yardım ve iyileştirme çalışmalarıyla toplumsal dayanışmanın güçlenmesine önemli katkılar sağlamıştır. Ayrıca, Antalya, Samsun ve Sinop illerinde meydana gelen sel felaketlerinde de ilgili kurumlarla koordineli bir şekilde çalışarak afetzedelerin hayatlarını normale döndürmeye yönelik başarılı operasyonlar gerçekleştirmiştir. Tüm bu faaliyetler, AFAD'ın afet öncesi hazırlık ve afet sonrası toparlanma kapasitesini geliştirdiğini ve kurumsal öğrenme süreçlerini etkin bir şekilde işlediğini göstermektedir. 16 Ağustos 2023 tarihi itibarıyla kurumun başkanlığına Okay Memiş atanmış ve liderliğinde AFAD, ulusal afet yönetim kapasitesini daha ileriye taşıma hedefi doğrultusunda çalışmalarını sürdürmektedir.



Şekil 2. AFAD organizasyon şeması (AFAD, 2018)

2.7 Dünya'da Afet Yönetimi

Doğal afetler, dünya genelinde insanların, ekonomilerin ve çevrenin karşılaştığı büyük bir tehdittir. Depremler, kasırgalar, seller, tsunamiler, volkanik patlamalar ve diğer afetler, her yıl milyonlarca insanın hayatını etkilemekte ve büyük maddi kayıplara neden olmaktadır. Bu nedenle, afet yönetimi stratejileri, politikaları ve uygulamaları, afetlerle başa çıkmak ve etkilerini en aza indirmek için hayati önem taşımaktadır.

Afet öncesi afete yönelik yapılan ön çalışmalar, Dünya'nın birçok yerinde etkili olmuş ve afette yaşanabilecek çok daha kötü sonuçların önüne geçmiş bulunmaktadır. Yakın tarih içerisinde 2008 ve 2013 yılları arasında yaşanan afetler sonucunda yerinden edilen nüfus

sayımı ve 1990, 2014 yılları arasında gerçekleşen kayıplar aşağıdaki tabloda belirtilmiştir (Toprak Karaman, 2018).

Tablo 8. Yıllara Göre Dünya'da Gerçekleşen Afetler (AFAD, 2018)

Afet Türü	2008-2013 Yılları Yerinden Edilen Bireyler	1990-2014 Yılları Arası Kayıplar (ölüm, sakatlanan, kayıp bireyler, yok olan, hasar gören binalar ve ekonomik kayıplar)
	Miktar, Yüzdelik	Kayıplar, Yüzdelik
Fırtına	44,9 Milyon, %27	%9,2
Deprem	23,8 Milyon, %14	%36,8
Sel	93,8 Milyon, %57	%32,2
Aşırı Sıcak ve Yangın	1.1 Milyon, %1	%6,9
Toprak Kayması	589.000, %1	%9,2
Volkan Patlaması	567.000, %1	-

Dünya genelinde, birçok uluslararası kuruluş afet yönetimi konusunda çalışmalar yürütmektedir. Birleşmiş Milletler (BM), Dünya Bankası, Uluslararası Kızılhaç ve Kızılay Dernekleri Federasyonu (IFRC), Birleşmiş Milletler Afet Riski Azaltma Ofisi (UNDRR) gibi kuruluşlar, afet risklerinin azaltılması, afetlere hazırlık, müdahale ve iyileşme konularında rehberlik sağlamakta ve destek vermektedir. Bu kuruluşlar, ülkeler arasında işbirliği, bilgi paylaşımı ve kapasite geliştirme çalışmaları yürütmektedir.

Dünya genelinde, birçok ülke afet yönetimi konusunda başarılı uygulamalar gerçekleştirmiştir. Örneğin, Japonya, depremler, tsunamiler ve tayfunlarla sık sık karşılaşan bir ülke olarak, ileri düzeyde afet yönetimi stratejileri geliştirmiştir. Japonya'da erken uyarı sistemleri, yapısal güçlendirme çalışmaları, afet eğitimi ve toplum katılımı gibi önemli adımlar atılmıştır. Ayrıca, Amerika Birleşik Devletleri'nde FEMA (Federal Acil Durum Yönetim Ajansı) gibi kurumlar, afet öncesi hazırlık, acil durum müdahalesi ve iyileşme süreçlerinde etkili bir şekilde çalışmaktadır.

Dünya genelinde afet yönetimi, bazı zorluklarla karşı karşıyadır. İnsan nüfusunun artması, hızlı kentleşme, iklim değişikliği gibi faktörler afet risklerini artırmaktadır. Bu nedenle, afet yönetimi stratejilerinin sürekli güncellenmesi ve iyileştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, bazı gelişmekte olan ülkelerde afet yönetimi kapasitesi ve

kaynakları sınırlı olabilir. Bu ülkeler için uluslararası yardım, teknik destek ve finansman önemlidir (Yaman, 2021).

Dünya genelinde afet yönetimi, sürekli olarak geliştirilmesi gereken önemli bir alandır. Uluslararası iş birliği, iyi uygulama örneklerinin paylaşılması ve kapasite geliştirme çalışmaları, afet risklerini azaltmak, hazırlık yapmak, müdahale etmek ve toplumları iyileştirmek için önemlidir. Dünya genelindeki afet yönetimi çabaları, insanların güvenliğini ve dayanıklılığını artırmak için devam etmelidir.

Çalışmanın bundan sonraki bölümünde afet yönetiminin ülkelerdeki örneklerine yer verilecektir.

2.7.1 Amerika Birleşik Devletleri

Amerika Birleşik Devletleri'nde afet yönetimi 1900'lü yılların ortalarına kadar yerel yönetimlerin kontrolü dahilinde olmuştur. 1950'de çıkartılan Federal Afet Yardımı Kanunu ile bu durumda değişikliğe gidilmeye başlanmıştır ancak günümüzde de büyük ölçüde afetle mücadele kısmında yerel yönetimler etkin bir rol oynamaktadır. Yürürlüğe giren kanunun özellikle çıkma amacı doğal afetlerin olumsuz etkilerinin azaltılmasıdır fakat bu kanun gereği bölgesel yardımın gelebilmesi için başkanlık makamının bizzat onayı gerekmekteydi. Mevcut yasa 1970'li yıllara kadar kısmi değişikliklerle devam etmiştir. ABD afet yönetim anlayışının kökten değiştiren afetler 1972 yılında yaşanmış olan ve 122 kişinin hayatını kaybettiği yaklaşık maddi zararın 10 Milyar dolar olduğu bildirilen Agnes Kasırgası ve ardından 1979 senesinde meydana gelen Three Mile Island nükleer kazasıdır. Yaşanılan bu felaketlerden sonra hükümet kurumlarının yetersizlikleri ortaya çıkmış ve yeni bir afet yönetim sistemi anlayışı oluşturmanın zemini hazırlanmıştır. Bu kapsamda Federal Acil Durum Ajansı (FEMA) kurulmuştur (Karayün, 2022: 45).

FEMA'nın misyonu afet öncesi, afet sırası ve sonrasında maddi ve sosyal yardım etmek olan örgüt Jimmy Carter'ın imzaladığı Başbakanlık Kararnamesi ile 1979 yılında kurulmuştur. FEMA'nın zaman zaman ihtiyaca göre sayıları artan yaklaşık 5000 tam zamanlı çalışanı vardır. Merkez ofisi Washington'da bulunmaktadır. Merkez ofise bağlı bölgesel ve yerel ofisleri olan bu ofislerle güçlü iletişim halinde olan bir yapıya sahip bir

kuruluştur. FEMA'nın kurulmasıyla afet yönetiminde farklı yetki, sorumluluklar tek bir yerde toplanmış yönetim merkezileşmiştir. Yürürlüğe giren mevzuat gereği afet ile mücadele de FEMA ile ortak çalışma zorunlu hale getirilmiştir.

ABD'de afet yönetimi konusunda en yetkili kurum olan FEMA, Bütünleşik Acil Durum Yönetim Sistemi (IEMS) kullanılmaktadır. Amaç olarak kurtarma işlemlerinin yapılıp, afetten etkilenen kişilerin barınma, giyecek ve yiyecek ihtiyacını en hızlı şekilde karşılayarak, kamu düzenini eski haline getirmeyi amaçlamaktadır (Özdemir, 2021:67).

FEMA'nın görevleri; afet durumunda iş görecek insan kaynağını bulma ve bu insan kaynağını afete yönelik bilgi ve faaliyetlerde bulunmasını sağlama, bölgesel ve yerel zarar azaltma planlarını destekleme, arama-kurtarma faaliyetlerinde yardımları kontrol etme olarak sıralanabilir.

2003 yılına kadar FEMA direkt olarak ABD başkanına bağlıyken bu tarihten sonra Yurtiçi Güvenlik Departmanı'na (Department of Homeland Security) bağlanmıştır. 11 Eylül saldırılarına kadar ABD Ulusal Kongresi tarafından fonlanan ve afet öncelikli çalışan bu kurum bu olay sonrasında yurtiçi istihbarat alanında da faaliyetlerini sürdürmüştür. FEMA 11 Eylül saldırısı, Katrina kasırgası ve ülkede başarısız yönetilen afet yönetimleri sonrası örgüt yapısında revizyona gidilmiştir (Yılmaz ve diğ., 2018:23).

Amerika Birleşik Devletleri'nde özellikle son 50 yılda yaşanılan felaketlerin sayısı artmıştır. Yaşanılan bu felaketler çeşitli kasırgalar, nükleer kazalar, petrol sızıntıları, 11 Eylül Terör saldırısı gibi farklı yapılarda meydana gelmiştir. Bu kadar felaketin kısıtlı sürede yaşanması ülkede afet yönetimi konusunda çeşitli kanunlar ve eğitimlerde agresif atılımlar yapılmasını zorunlu hale getirilmiştir. Zira halk hükümetin afetle mücadelesinde eksiklik yaşadığını düşünmesi kaynaklı merkezi yönetim bu talebe karşılık vermiştir. Yaşanılan bu afetlerden 11 Eylül ve 2005 Katrina Kasırgası afet yönetimlerindeki bu değişimin dönüm noktası olarak kabul edilmektedir. Bu atılımlar kapsamında üniversitelerde konuyla alakalı bölümler açılmış olup, yerel yönetimler tarafından halka eğitim ve seminerler verilmiştir ayrıca FEMA örgütünün kapsamı ve yetki alanı genişletilmiştir (Varol, 2018:12).

FEMA'nın dışında ABD'de 1977 yılında Ulusal Deprem Tehlikelerinin Azaltılması Programı (NEHRP) uygulamaya girmiştir. Söz konusu program yaşanılan afetlerden sonra günümüze kadar kendini güncelleyerek uyarlamıştır. Programın amacı; yaşanılan afetlerden sonra ortaya çıkan zararların azaltılması, afet ile mücadelede karşılaşılan engelleri ortadan kaldırmak ve halkı uygulamaya yönelik teşvik ve bilgilendirici faaliyetler içerisinde bulunmak olarak bahsedilebilir. Amerika Birleşik Devletleri'nde arama-kurtarma faaliyetlerinde en etkin rolü bölgelerde bulunan yerel itfaiye teşkilatlarıdır. 2020 yılında yaklaşık 500 bin itfaiye görevlisi bulunurken ortalama 1 milyon itfaiye gönüllüsü yaşanılan çeşitli durumlarda mücadeleye destek vermiştir.

2.7.2 Japonya

Japonya'da afet yönetimine ilişkin ulaşılan en eski yasa 1880 senesinde çıkartılmış olan "Doğal Afetlere Hazırlık ve Korunma Kanunu" olmuştur. Bu kanun Japonya'nın afet mücadelesi konusunda anayasası olma özelliği taşımaktadır öyle ki günümüze kadar bu yasanın etkileri sürmektedir. Ülkede günümüzde kullanılan "Afete Karşı Önlemler Temel Kanunu/Afet Önleme ile İlgili Temel Yasa" kanunu ilk çıkan yasayı temel alarak almış ve günümüze kadar belirli aralıklarla güncellenmiştir (Özey ve Ünlü, 2020: 199).

Japonya'da 1959 yılında yaşanan ve 5000'den fazla can kaybına sebebiyet veren tayfun felaketi afet yönetim anlayışının değişimine neden olmuştur. 1963 senesinde bir dizi mevzuat değişikliğine gidilmiştir. Yerel, bölgesel ve ulusal görevler, sorumluluklar belirlenmiş, her afet türü ve seviyesi için acil durum planları oluşturulmuş çeşitli tatbikat çalışmalarına başlanmış, hükümet tarafında afet araştırma komisyonları kurulmuş, afet mevzuatları gereği uygun yapıda inşaat çalışmalarına başlanmıştır. Çıkan bu yasa sonrasında karşılaşılan afetlerde can kayıp sayıları ve maddi hasarlar ciddi ölçüde azalma göstermiştir.

17 Ocak 1995 yılında Japonya afet yönetimi konusunda değişime gideceği bir başka büyük afet ile karşı karşıya gelmiştir. Hanshin-Awaji/Kobe depremi 7,2 şiddetinde olmuş ve ülkede önemli kayıplar yaşanmasına neden olmuştur. 1.50 milyon nüfusu olan kentte yaklaşık 6500 kişi hayatını kaybetmiştir. Deprem sonrasında çıkan büyük yangınlarda felaketin seviyesini arttırmıştır. Kentin altyapısı yok olmuş, su boruları kullanılamaz duruma gelmiş, gaz taşıma hatları patlamıştır. Hesap edilen yaklaşık maddi kaybın 150

Milyon Dolar olduğu söylenirken ülkenin son 50 yılda yaşadığı en büyük felaket olduğu kamuoyu tarafından hemfikir olunan konulardan olmuştur. Japon merkez hükümeti bölgeye yardımı ancak 2 gün sonra gönderebilmiş bu durum yerel düzeyde afete hazırlık konusunun ne denli önemli olduğunu göstermiştir. Bu deprem sonrasında bireysel ve örgütsel yapılanmanın oluşturduğu afet farkındalığının önemi artmış hükümet bu konu üzerine çalışmalar yürütmeye başlamıştır (Karayün, 2022: XX). Ülkede ayrıca 1 Eylül 1923 yılında yaşanan Büyük Kanto Depremini anmak adına her yıl, aynı günde "Afet Yönetim Günü" olarak anılmaktadır.

Japonya'da afet ile mücadeledeki en büyük hedef halkının can güvenliğini sağlamaktır. Bunu yanı sıra vatandaşlarını maddi ve sosyal yönden zarar görmesini engellemektir. Bu nedenle bütünleşik afet yönetimi anlayışını en etkin şekilde uygulayan ülkelerin başında Japonya gelmektedir. Sahip olduğu teknolojik yapıyı akılcı afet planlamasıyla birlikte kullanan ülkede afet yönetimi konusunda en yetkili kurum Ulusal Ülke Ajansı (NLA) olarak gösterilmektedir. Bu kurumun dışında afetle mücadelede gönüllük esaslı sivil toplum örgütleri rol almaktadır. Ayrıca NLA'ya destek olmak amaçlı farklı bakanlıklara bağlı olarak faaliyet gerçekleştiren Deniz Güvenlik Ajansı, Meteoroloji Ajansı gibi afet anında görev ve sorumlulukları bulunan yapılar da ülkede mevcuttur.

Japonya olası acil durum esnasında sivil halkın bilinçlenmesi adına birçok faaliyet sürdürmektedir. Bunların en öne çıkanı yılda bir ülke geneli yapılan tatbikattır. Tatbikata göre bir acil durum anında önceden planlanan acil durum toplanma noktalarına gidilerek orada bir gece geçirmek zorundalar. Böylece afet olmadan afet durumunda nelerin yapılacağı, nerelere gidileceği ve eksik noktalar tecrübe edilerek öğrenilmesi sağlanıyor.

Japonya'da acil durum seviyesi olarak 4 aşama belirlenmiştir. Bu seviyeler bireysel, belediye, bölgesel, yerel ve ulusal olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca tıpkı ABD'de olduğu gibi Japonya'da da acil yardım, arama-kurtarma konusunda çok güçlü aktif rol oynayan bir itfaiye kurumu vardır.

2.7.3 Rusya

Rusya Federasyonu, geniş bir coğrafyada yer alan, farklı yönetim anlayışları ve eğitimli nüfusuyla dikkat çeken bir devlettir. Eski Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği'nin

dağılmasının ardından kurulan en büyük devlet olan Rusya, Orta Avrupa'dan Asya'nın doğusuna kadar uzanan geniş bir alana sahiptir. Uzun ve sert geçen kış mevsimi, bölgeyi zorlu iklim koşullarıyla yüz yüze bırakmakta, zaman zaman afet boyutlarına ulaşan olumsuz hava koşulları gözlemlenmektedir.

Soğuk Savaş döneminde, Sovyetler Birliği, dünyanın iki süper gücünden biri olarak, ABD ile birlikte silahlanma ve ekonomik kalkınma yarışına girmiştir. Bu süreçte, çok sayıda nükleer enerji ve silah üretim tesisi kurulmuş ve faaliyete geçirilmiştir. Ancak bu tesisler, hem Sovyetler Birliği döneminde hem de günümüzde Rusya Federasyonu'nda yaşayan halk için ciddi teknolojik riskler ve afetlere yol açmıştır (Porfiriev, 1998).

Rusya Federasyonu, afet ve acil durum yönetimi konusunda kendine özgü bir sisteme sahiptir. Bununla birlikte, küresel gelişmeleri yakından takip ederek kendisini bu doğrultuda geliştirmeyi sürdürmektedir. Soğuk Savaş döneminde, birçok Batı ülkesinde olduğu gibi, Sovyetler Birliği'nde de afet yönetimi ve teşkilatlanma, ulusal sivil savunma stratejisi ve örgütü kapsamında değerlendirilmiştir. Ancak Çernobil faciası, bu anlayışta köklü bir değişim ihtiyacını ortaya çıkarmış, afet ve acil durum yönetimi yaklaşımlarının yeniden şekillenmesine neden olmuştur.

1989 yılı öncesinde, Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği bünyesinde "Devlet Acil Durum Komitesi" (State Emergency Committee of the Soviet Union) oluşturulmuştur. Daha sonra, afet ve acil durum yönetimi alanındaki teşkilatlanma, "Sivil Savunma, Acil Durumlar ve Doğal Afet Zararlarının Ortadan Kaldırılması Bakanlığı" olarak bilinen ve EMERCOM adıyla anılan federal yürütme organıyla genişletilmiştir. Bu birim, 10 Ocak 1994 tarihinde şu görevleri yerine getirmek amacıyla kurulmuştur (EMERCOM, 2012):

- Nükleer kazalar da dâhil olmak üzere, sivil savunma, acil durumların önlenmesi ve müdahale konularında hükümete politika önerileri sunmak,
- Entegre Afet ve Acil Durum Yönetimi sistemlerini geliştirmek,
- Sivil Koruma ve Arama Kurtarma Hizmetlerini koordine etmek,
- Sahadaki afet ve acil durum müdahalelerini yürütmek,

- Büyük çaplı afetlerde kontrolün sağlanması için gerekli çalışmaları gerçekleştirmek,

- Afet ve acil durum faaliyetleri için tahsis edilen mali kaynakların etkin şekilde kontrol ve denetimini sağlamak,

- Halkı afetlere hazırlık konusunda eğitmek ve bilinçlendirme faaliyetlerini organize etmek.

Bu kapsamlı yapılanma, Rusya'nın afet yönetimindeki ilerleyişini ve global standartlara uyum sağlama çabalarını yansıtmaktadır.



Şekil 3. Rusya Afet Yönetimi Yapılanması (Roffey, 2016)

3. DOĞAL AFETLERDE KULLANILAN TEKNOLOJİK YÖNTEMLER

Afet yönetimi, doğal ve insan kaynaklı felaketlerin etkilerini en aza indirmek amacıyla, hazırlık, müdahale ve iyileştirme süreçlerini kapsayan kritik bir disiplindir. Günümüzde, teknolojik yenilikler bu süreçlerin her aşamasında önemli iyileştirmeler sağlamaktadır. Özellikle yapay zeka, büyük veri analitiği, uzaktan algılama, coğrafi bilgi sistemleri (CBS), insansız hava araçları (İHA), Nesnelerin İnterneti (IoT) ve blokzincir gibi teknolojiler, afetlerin öngörülmesi, izlenmesi ve etkili müdahale stratejilerinin geliştirilmesinde kilit rol oynamaktadır. Bu bölümde, afet yönetiminde kullanılan başlıca teknolojik yöntemler ve bunların uygulama alanları incelenecektir.

3.1 Afet Yönetiminde Teknolojinin Rolü

Afet yönetimi, krizlerin önlenmesi, etkilerinin azaltılması, müdahale ve iyileştirme süreçlerini kapsayan geniş bir disiplindir. Geleneksel afet yönetimi yöntemleri, saha ekiplerinin fiziksel incelemelerine, sınırlı veri analizine ve manuel koordinasyona dayanmaktayken, günümüzde teknolojik çözümler afet yönetiminde dönüşüm yaratmaktadır (UNDP, 2024).

Afet yönetimi, geleneksel müdahale yaklaşımlarından dijital teknolojilerin entegre edildiği daha esnek ve veri odaklı bir yapıya evrilmektedir. Dijitalleşen dünyada bilgi ve iletişim teknolojilerinin afet ve acil durum yönetimi süreçlerine entegre edilmesi, olası risklerin önceden tespit edilmesini ve afet etkilerinin azaltılmasını önemli ölçüde kolaylaştırmaktadır (Yaman ve Çakır, 2018; Dash ve Gladwin, 2022).

Özellikle hızlı kentleşme, iklim değişikliği ve demografik hareketlilik nedeniyle karmaşıklaşan kentsel sistemlerde, toplum refahını ve kentsel dirençliliği sürdürülebilir kılmak için teknolojinin etkin kullanımı artık bir zorunluluk haline gelmiştir (Soden ve Palen, 2021; Partigöç, 2022). Kriz anlarında doğru veri analitiği ve gerçek zamanlı bilgi akışı sağlamak, afet müdahale ve iyileşirme süreçlerinin etkinliğini belirleyen ana faktörlerden biri haline gelmiştir. World Bank (2023), dijital dönüşümün afet riski

yönetiminde süreçleri hızlandırdığını ve kaynak kullanım verimliliğini artırdığını belirtmektedir.

Yapay zeka, büyük veri, uzaktan algılama, IoT, blokzincir ve insansız hava araçları (İHA) gibi teknolojiler, kriz yönetiminde zaman kazandıran ve doğru karar almayı destekleyen temel bileşenler haline gelmiştir (PreventionWeb, 2024). Kriz anında mobil teknolojiler ve uydu haberleşme sistemleri, zarar görmüş altyapıların yerini alarak arama-kurtarma operasyonlarını kesintisiz yürütmeye imkan tanımaktadır. IFRC (2022) raporunda, acil durum haberleşme platformlarının sahadaki ekipler arasındaki koordinasyonu %60 oranında iyileştirdiği belirtilmektedir.

Afet öncesinde, risk değerlendirme sistemleri ve erken uyarı mekanizmaları, büyük veri ve yapay zeka algoritmalarıyla desteklenerek, olası tehditlerin önceden belirlenmesini sağlamaktadır (ReliefWeb, 2024). Afet sırasında, sensör tabanlı izleme sistemleri ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS), etkilenen bölgelerin hızlı analizine ve kurtarma operasyonlarının optimize edilmesine olanak tanımaktadır (HCLTech, 2024). Afet sonrasında ise, blokzincir tabanlı bağış ve yardım yönetimi sistemleri, insani yardımların daha adil ve şeffaf bir şekilde dağıtılmasını sağlamaktadır (UNDP, 2024).

Bu bölümde, afet yönetiminde teknolojinin sunduğu yenilikler, kriz yönetimi süreçlerine etkisi ve müdahale mekanizmalarındaki dönüşümler detaylı olarak ele alınacaktır.

3.1.1 Dijital Dönüşüm ve Kriz Yönetimi

Afet yönetiminde dijital dönüşüm, kriz anlarında doğru karar almayı hızlandıran ve afetin etkilerini en aza indiren bir süreç olarak öne çıkmaktadır. Geleneksel yönetim sistemlerinin yerini, yapay zeka destekli analizler, büyük veri tabanlı karar destek mekanizmaları ve akıllı sensörler almaktadır (UNDP, 2024). Geleneksel afet yönetim yöntemleri, sınırlı veri ve manuel koordinasyonla ilerlerken, günümüzde yapay zeka destekli analizler, büyük veri tabanlı karar destek sistemleri ve akıllı sensör ağları afet yönetiminin merkezine yerleşmiştir (World Bank, 2023).

Dijital teknolojiler afet döngüsünde (hazırlık, önleme, müdahale ve iyileşme) tüm aşamalarda kritik roller oynamaktadır. Hazırlık aşamasında, CBS ve uzaktan algılama teknolojileri kullanılarak risk haritaları üretilmekte; önleme evresinde IoT destekli

sensörler aracılığıyla çevresel parametreler izlenmektedir (Zhou vd., 2020). Müdahale süreçlerinde ise yapay zekâ destekli lojistik optimizasyon sistemleri yardım faaliyetlerini hızlandırmakta, iyileşme aşamasında blok zinciri tabanlı yardım dağıtım sistemleri şeffaflığı artırmaktadır (Tapia vd., 2020).

Özellikle akıllı şehirlerin gelişimi ile birlikte üretilen büyük veri kaynakları, afet yönetimi açısından stratejik bilgi üretiminin temel taşı haline gelmiştir. Trafik yoğunluğu, altyapı kullanımı, hava kalitesi, sismik aktiviteler ve sosyal medya verileri gibi çok çeşitli veri setleri, afet öncesi risk analizinden afet sırasındaki acil müdahalelere kadar tüm süreçlerde karar destek mekanizmalarını güçlendirmektedir. Yaman ve Çakır (2018) çalışmalarında, akıllı kent sistemlerinden toplanan verilerin analitik yöntemlerle işlenmesi sayesinde, müdahale önceliklerinin ve kaynak tahsisinin daha rasyonel şekilde planlanabileceğini ortaya koymuşlardır.

Dijital dönüşüm aynı zamanda toplumun afetlere karşı dirençlilik kapasitesini artırmaktadır. Sendai Çerçevesi (UNDRR, 2023) kapsamında, afet bilincinin artırılması için mobil uygulamalar ve sosyal medya kampanyalarının etkin birer aracı olarak kullanıldığı vurgulanmıştır. Örneğin, kriz anlarında sosyal medya üzerinden yapılan toplu yardım çağrılarının acil müdahale sücreçlerini %30 oranında hızlandırdığı rapor edilmektedir (Reuter vd., 2022).

McKinsey Global Institute (2024) tarafından belirtildiği gibi, afet yönetiminde dijital dönüşüm yalnızca operasyonel verimliliği artırmakla kalmamakta, aynı zamanda kaynak tahsisini optimize etmekte, insan hatasını azaltmakta ve afetlere müdahale kapasitesini bilimsel temele dayandırmaktadır.

Dijital dönüşümün afet yönetiminde en kritik yansımalarından biri, erken uyarı sistemlerinin gelişimidir. IoT (Internet of Things) tabanlı sensör teknolojileri, depremler, seller, orman yangınları gibi afetleri gerçek zamanlı olarak izlemekte ve potansiyel tehlikeleri önceden haber verebilmektedir (PreventionWeb, 2024). Bu sistemler; meteorolojik değişiklikler, toprak hareketleri, su seviyesi artışları ve sıcaklık anomalileri gibi çevresel verileri analiz ederek risk değerlendirmesi yapmakta ve kriz ekiplerine erken bildirimde bulunmaktadır. Örneğin, sensör temelli sel erken uyarı sistemleri sayesinde

bazı bölgelerde sel kaynaklı can kayıpları %40'a varan oranda azaltılabilmiştir (ReliefWeb, 2024).

Ayrıca, kriz sırasında mobil teknolojiler ve uydu haberleşme sistemleri, iletişim ağlarının zarar görmesi durumunda alternatif çözümler sunarak arama-kurtarma operasyonlarının kesintisiz yürütülmesini sağlamaktadır (HCLTech, 2024). Low-Earth-Orbit (LEO) uyduları kullanılarak afet anlarında internet erişimi sağlanması, saha ekiplerinin müdahale koordinasyonunu %35 oranında iyileştirmiştir (Kawamoto vd., 2023).

Afet sonrası toparlanma sürecinde ise, dijital platformlar ve veri tabanları, kayıpların değerlendirilmesine ve kaynak yönetiminin daha etkin yapılmasına yardımcı olmaktadır (UNDP, 2024). Yapay zekâ destekli hasar tespit algoritmaları, afet bölgelerinde inşaat ihtiyacını %20 daha hızlı ve isabetli tahmin edebilmekte, bu da iyileştirme sücreçlerinde zamandan ve maliyetten tasarruf sağlamaktadır (Sakurai ve Murayama, 2021).

Ancak dijital teknolojilerin kullanımında da bazı riskler mevcuttur. Veri güvenliği, dijital eşitlik sorunu (afetzedelerin teknolojiye erişimi), sistemsel arızalar ve siber saldırı riskleri göz ardı edilmemelidir (Nakweya, 2022). Bu nedenle afet yönetiminde dijital dönüşüm sücreçleri, teknik altyapının güvenliği, toplumsal kapsayıcılık ve etik ilkeler çerçevesinde yürütülmelidir.

3.1.2 Afet müdahale süreçlerinde teknoloji kullanımı

Afet müdahale süreçlerinde teknolojinin entegrasyonu, müdahale hızını artırarak kayıpların en aza indirilmesini sağlamaktadır. Özellikle büyük veri, yapay zeka ve coğrafi bilgi sistemleri, afet bölgelerindeki kritik ihtiyaçların belirlenmesine yardımcı olmaktadır (PreventionWeb, 2024).

Mobil lojistik uygulamaları ve akıllı dağıtım sistemleri afet bölgelerinde hız, doğruluk ve şeffaflık sağlamaktadır (Bilici ve Pekküçükşen, 2023). Mobil cihazlar ve akıllı şehir sistemleri üzerinden geliştirilen afet uygulamaları, kriz anlarında vatandaşların doğru bilgiye hızlı erişimini sağlayarak afetlerin toplumsal etkilerini azaltmada önemli bir rol üstlenmektedir (Yaman ve Çakır, 2018).

Akıllı afet ve acil durum uygulamaları, bilgi teknolojilerinin sunduğu olanaklardan faydalanarak riskleri azaltmada önemli avantajlar sağlarken; elektrik ve iletişim altyapısındaki kesintiler gibi zaaflar, bu sistemlerin işlevselliğini kriz anlarında sınırlayabilir (Yaman ve Çakır, 2018).

Yapay zeka destekli analiz sistemleri, afet sonrası en çok ihtiyaç duyulan bölgeleri belirleyerek, yardım ekiplerinin kaynakları daha verimli kullanmasına olanak tanımaktadır (ReliefWeb, 2024). Ayrıca, uydu görüntüleme sistemleri ve insansız hava araçları (İHA), etkilenen bölgelerin hızlı haritalanmasını sağlayarak, arama-kurtarma operasyonlarını optimize etmektedir (HCLTech, 2024).

Bunun yanı sıra, drone'lar ve robotik sistemler, geleneksel yöntemlerle erişilemeyen bölgelerde arama-kurtarma çalışmalarını desteklemekte ve lojistik süreçleri iyileştirmektedir (UNDP, 2024). Özellikle deprem ve sel gibi felaketlerde hızlı tespit ve müdahale, hayati önem taşımaktadır. Büyük veri ve yapay zeka ile desteklenen analizler, afet müdahale süreçlerinin daha akılcı yönetilmesine ve insan kayıplarının azaltılmasına yardımcı olmaktadır (PreventionWeb, 2024).

AFAD Acil, Red Cross Emergency, FEMA gibi uygulamalar; vatandaşlara tahliye uyarıları, acil durum kitleri ve güvenli toplanma alanları hakkında bilgi sunmaktadır. Teknolojinin afet müdahalesinde etkin kullanımı, yardım süreçlerinin koordinasyonunu artırırken, kaynakların doğru tahsis edilmesini sağlamaktadır. Bu gelişmeler, gelecekte afet yönetiminin daha sürdürülebilir ve etkili bir şekilde yürütülmesine olanak tanıyacaktır (UNDP, 2024).

3.1.3 Dünyada afet yönetiminde teknolojinin rolü

3.1.3.1 Amerika Birleşik Devletleri

ABD, çok geniş bir coğrafyaya yayılan doğal afet riskleri (kasırgalar, depremler, seller, orman yangınları) nedeniyle dijital afet yönetim teknolojilerine sürekli yatırım yapmaktadır. FEMA tarafından yürütülen afet yönetimi programları, dijital çözümleri sistematik bir şekilde bütünleştirmiştir (FEMA, 2022).

ABD’de özellikle Integrated Public Alert and Warning System (IPAWS) sistemi ön plana çıkmaktadır. Bu sistem, halkı afet anlarında anlık bildirimlerle bilgilendirmek amacıyla SMS, radyo ve dijital medya üzerinden eş zamanlı uyarılar göndermektedir. 2018 yılında Hawaii’de yanlışlıkla yapılan nükleer saldırı alarmı, bu sistemin gücünü ve risklerini aynı anda ortaya koymuştur (Pew Research Center, 2020).

Bunun yanında CBS ve büyük veri analitiği uygulamaları, afetlerin etkilerini önceden modellemekte ve kaynakların etkin tahsisini sağlamaktadır. Özellikle kasırga mevsiminde FEMA, sosyal medya üzerinden toplanan halk verilerini analiz ederek tahliye rotalarını ve barınma ihtiyaçlarını optimize etmektedir (Kapucu ve Sadiq, 2021). Büyük veri analitiği, sosyal medya akışlarının ve sensör verilerinin analiz edilmesinde kritik rol oynamaktadır; bu sayede tahliye planlamaları ve kaynak dağıtımları veri destekli biçimde organize edilmektedir (Özçelik, 2019).

ABD ayrıca afet yönetiminde drone teknolojilerini geniş ölçekte kullanan ülkelerden biridir. Enkaz alanlarında arama kurtarma için İHA’lar kullanılmakta, yangınlarda termal drone görüntüleriyle sıcak noktalar tespit edilmektedir. 2021 California orman yangınlarında, drone destekli müdahalenin yangın söndürme etkinliğini %25 artırdığı rapor edilmiştir (NASA Earth Science, 2022).

Amerika'nın dijital afet yönetim sistemi güçlü olmakla birlikte, veri gizliliği, siber güvenlik ve sistemler arası koordinasyon eksikliği gibi zayıf yönler de mevcuttur. Özellikle afet sırasında farklı eyaletler arasında dijital platform uyumsuzluklarının lojistik aksamalara yol açtığı görülmüştür.

3.1.3.2 Japonya

Japonya’da tıpkı Amerika Birleşik Devletleri gibi afetler ile sık sık karşılaşmış bu yüzden çok fazla mücadele etmiş ülkelerden biridir. Japonya deprem anı ve sonrası için kurumlarını, yaşayan halkını bilinçlendirme konusunda oldukça başarılı bir ülkedir. Bu konuda verilen eğitimler, çıkarılan kanunlar, yapılan tatbikatlar ile her geçen gün afet anı ve sonrası için gelişmeye devam etmektedir. Özellikle 1995 Kobe Depremi ve 2011 Tōhoku Depremi ve Tsunamisi gibi büyük felaketlerden çıkarılan dersler, Japonya'nın

afet yönetim yapısının sürekli olarak güncellenmesini ve daha bütünleşik hâle getirilmesini sağlamıştır.

1995 Kobe Depremi sonrası başlatılan dijitalleşme hamleleri özellikle 2011 Tōhoku Depremi ve Tsunami felaketinde büyük ölçekte uygulanmıştır (Shibayama vd., 2021). Japonya'da afet yönetimi artık yalnızca fiziksel müdahaleye değil, aynı zamanda sensör ağları, uydu görüntüleme sistemleri ve büyük veri analitiği destekli erken uyarı sistemlerine dayanmaktadır.

Ülkede kurulan J-Alert sistemi, doğal afet, füze saldırısı veya nükleer tehdit gibi olaylarda anlık uyarı mesajlarını halkı birkaç saniye içinde uyaran çok kanallı bir erken uyarı altyapısı sunmaktadır. Bu sistem, 5 saniye içinde tüm ülkeye SMS, TV, radyo ve dijital panolar aracılığıyla uyarı gönderebilmektedir (Yamori, 2020). Ayrıca, afet anlarında internet altyapısı zarar görse bile çalışabilen bağımsız uydu tabanlı iletişim sistemleri geliştirilmiştir.

Japonya'da toplumsal dijital afet bilinci çok yüksektir. Okullarda ve iş yerlerinde her yıl düzenli olarak dijital simülasyon temelli afet tatbikatları yapılmakta, bireylerin akıllı telefonlarında afet uyarı uygulamaları zorunlu hale getirilmektedir. Bunun yanı sıra, coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ile gerçek zamanlı afet risk haritaları oluşturulmakta ve kamuya açık portallar üzerinden erişime sunulmaktadır (Kobayashi vd., 2022). Uydu tabanlı görüntüleme teknolojileri (örneğin, Himawari ve diğer yerel uydular), afetlerin etkilerini anlık olarak izleyebilmekte, böylece müdahale planları hızlıca oluşturulabilmektedir (Özçelik, 2019).

Ancak Japonya'nın afet yönetiminde dijitalleşmesi bazı zorluklarla da karşı karşıyadır. Özellikle kırsal bölgelerde yaşlı nüfusun teknoloji kullanımı konusunda sınırlı olması, dijital eşitsizlik sorununu gündeme getirmektedir (UNDRR, 2022b). Ayrıca, tsunami gibi çok hızlı gelişen afetlerde bile erken uyarı ve tahliye sistemlerinin yeterince etkili olamayabileceği, 2011 Tōhoku felaketi sırasında acı bir şekilde tecrübe edilmiştir.

Günümüzde Japon afet yönetimi; erken uyarı sistemleri, afet eğitimi programları, toplum temelli afet hazırlıkları ve ileri teknoloji kullanımına dayalı bir model oluşturmaktadır. Japonya’da çok sık meydana gelen depremlerin ülkede hasarını azaltmak için Pasifik

okyanusunda derin deprem bölgesinde “Okyanus Tabanı Sismik Uyarı Sistemi” teknolojisi geliştirerek depremi önceden haber almak hedeflenmektedir. Ülkenin yaptığı çalışmalar son 10 yılda artık afet olduktan sonrası için değil öncesinde oluşacağına dair bilgiler edinmek üzerine olmaktadır. Öyle ki, Sismik Erken Uyarı (EEW) sistemleri sayesinde depremin şok dalgaları henüz ulaşmadan önce, kritik altyapılar ve bireyler harekete geçebilmektedir. Sonuç olarak Japonya'nın afet yönetim sistemi dijital altyapıya, gerçek zamanlı veriye ve çok kanallı uyarı sistemlerine dayanmaktadır. Bu sistemler, afet zararlarını azaltmada kritik rol oynamış; ancak toplumun tüm kesimlerinin dijital sisteme eşit erişimini sağlamanın önemi de ortaya çıkmıştır.

3.1.3.3 Rusya

Rusya, sahip olduğu geniş ve çeşitli coğrafi yapısı (ormanlar, tundralar, volkanik bölgeler, buzullar ve yoğun yerleşim alanları) nedeniyle çok çeşitli doğal afet riskleriyle karşı karşıyadır. Yangınlar, seller, don olayları ve depremler Rusya'da sık görülen afet türlerindendir (EMERCOM, 2023). Bu nedenle Rusya, 2000'li yılların başından itibaren dijital afet yönetimi sistemlerine yatırım yapmaya başlamıştır. Özellikle 2010 yılında yaşanan büyük orman yangınları sonrası dijital teknolojilere dayalı bir "ulusal afet izleme ve müdahale sistemi" kurma süreci hızlanmıştır.

Rusya’nın afet yönetiminde ana aktör, Acil Durumlar Bakanlığı (EMERCOM)'dur. EMERCOM, afetlerin izlenmesi ve yönetimi için gelişmiş bir Dijital Coğrafi Bilgi Sistemi (GIS-RS) kullanmaktadır. Bu sistem; meteorolojik veriler, yangın gözlem verileri, su taşkını izleme verileri ve sismik aktiviteleri birleştirerek anlık kriz haritaları oluşturmaktadır. Uydu görüntüleri de sistemle entegre çalışmakta, bu sayede yangınların, sellerin ve fırtınaların yayılma alanları önceden tespit edilerek erken müdahale planlaması yapılmaktadır (Shestakov vd., 2022).

Rusya ayrıca "Sistema-112" adı verilen ulusal bir dijital acil çağrı ve müdahale sistemi geliştirmiştir. Bu sistem, tüm acil yardım kurumlarının (polis, ambulans, itfaiye, afet ekipleri) tek bir dijital platform üzerinden koordine olmasını sağlar. Cep telefonlarından yapılan acil çağrılar otomatik olarak en yakın acil müdahale ekibine yönlendirilmektedir. Sistema-112, 2020 itibarıyla 85 federal bölgenin 74'ünde aktif kullanıma alınmıştır (EMERCOM, 2023).

Dijitalleşmenin bir diğer önemli ayağı, uzaktan algılama sistemlerinin (remote sensing) yaygın kullanımıdır. Rusya, kendi geliştirdiği Resurs-P, Kanopus-V ve Meteor-M gibi uydularla afet öncesi ve sonrası yüksek çözünürlüklü görüntüler toplayarak risk analizi ve hasar tespiti yapmaktadır. Özellikle Sibirya bölgesindeki orman yangınları ve taşkınlar sırasında bu uyduların sağladığı veriler kritik rol oynamaktadır. 2021 Sibirya yangınlarında, Kanopus-V uydu sisteminin etkin veri aktarımı sayesinde yangınların yayılma hızının %30 oranında azaltıldığı rapor edilmiştir (Roscosmos, 2022).

Ancak Rusya'nın dijital afet yönetiminde bazı yapısal sorunlar da vardır. Öncelikle ülkenin uzak ve az nüfuslu bölgelerinde dijital altyapının zayıf olması, erken uyarı sistemlerinin her yere ulaşmasını zorlaştırmaktadır. Ayrıca, EMERCOM'un merkezileşmiş yapısı nedeniyle yerel yönetimlerin afet anında yeterince bağımsız hareket edememesi, müdahale hızını düşürebilmektedir (UNDRR Europe Report, 2023). Ayrıca veri paylaşımı ve şeffaflık konularında bazı kapalı uygulamalar devam etmektedir.

Sonuç olarak, Rusya'nın afet yönetiminde dijitalleşme süreci büyük ilerlemeler göstermiştir. Uydu teknolojileri, entegre acil çağrı sistemleri ve coğrafi bilgi sistemleri afetlere müdahalede önemli katkılar sağlamaktadır. Ancak özellikle dijital eşitsizlik, veri şeffaflığı ve yerel kapasitelerin güçlendirilmesi gibi alanlarda daha fazla reform yapılması gerektiği açıktır.

3.2 Yapay Zeka ve Büyük Veri

Afet yönetimi, doğal ve insan kaynaklı felaketlerin etkilerini en aza indirmek amacıyla planlama, müdahale ve iyileştirme süreçlerini içeren kritik bir disiplindir. Teknolojinin hızlı gelişimi, bu süreçlerin daha etkin ve verimli bir şekilde yürütülmesine olanak tanımaktadır. Yapay zeka (YZ) ve büyük veri analitiği, afetlerin tahmin edilmesi, etkilerinin azaltılması ve müdahale süreçlerinin hızlandırılması açısından önemli bir rol oynamaktadır (UNDP, 2023). Veri yönetim sistemleri afet öncesi ve sonrası bilgi toplama, ihtiyaç analizi ve yardım koordinasyonu için kritik rol oynamaktadır (Othman ve Beydoun, 2013).

3.2.1 Afet tahmini ve erken uyarı sistemlerinde yapay zeka

Erken uyarı sistemleri teknolojinin doğrudan can kaybını azaltmadaki rolünü vurgulamaktadır (Bilici ve Pekküçükşen, 2023). Deprem sensörleri, tsunami izleme şamandıraları, meteorolojik radar sistemleri ve orman yangını algılama ağları gibi teknolojiler, afetlerin başlangıç aşamasında hızlı tespit sağlayarak, acil tahliye kararlarının zamanında alınmasına olanak tanımaktadır (Basher, 2006). Japonya'nın deprem erken uyarı sistemi (EEW) gibi uygulamalar, birkaç saniyelik erken uyarı ile milyonlarca insanın korunmasını mümkün kılmaktadır.

Partigöç (2022) afet öncesi ve sonrası süreçlerde yapay zekâ uygulamalarının sağladığı fırsatları kapsamlı şekilde tartışmıştır. YZ tabanlı sistemler; afetlerin öngörülmesi, etkilerinin azaltılması, müdahale süreçlerinin hızlandırılması ve iyileştirme faaliyetlerinin optimize edilmesinde kullanılmaktadır (Karaca, 2023). Afet öncesi aşamada erken uyarı sistemleri, risk analizleri ve tahliye planlaması gibi konularda yapay zekâ destekli araçların etkili olduğu; afet sonrası süreçte ise hasar tespiti, kaynak yönetimi ve iyileştirme çalışmalarında YZ'nin kritik katkılar sunduğu vurgulanmıştır (Partigöç, 2022). Kaya (2019), afet risklerinin öngörülmesi ve müdahale senaryolarının geliştirilmesi için yapay zekâ tabanlı tahmin modelleri ve simülasyonların kullanılması gerektiğini vurgulamaktadır. Özellikle sel, deprem ve orman yangını gibi afetlerde anlık veri analizi ile risk tahmini yapılması önerilmiştir.

Yapay zeka tabanlı tahmin sistemleri, afetlerin önceden belirlenmesi ve olası risklerin azaltılması açısından önemli bir yenilik sunmaktadır. Geleneksel yöntemlerle yapılan afet tahminleri, sınırlı veriye dayanırken, YZ ile çalışan modeller, büyük miktarda veriyi analiz ederek daha doğru tahminlerde bulunabilmektedir (PreventionWeb, 2019). YZ tabanlı modellemeler sayesinde, afet bölgelerinde en acil yardıma ihtiyaç duyulan noktalar tespit edilebilmekte, kaynak yönetimi daha verimli hale getirilmektedir (Liu vd., 2016).

Özellikle makine öğrenmesi algoritmaları, farklı veri kaynaklarını işleyerek afet riskini belirlemede büyük bir avantaj sunmaktadır. Deprem, sel, fırtına gibi olayların oluşmadan önce tahmin edilmesi için geçmiş verilerden öğrenen makine öğrenmesi algoritmaları kullanılmaktadır. Sensör verilerinin analizinde anomalileri saptayarak felaket sinyalleri

üretilmektedir (Karaca, 2023). Örneğin; deprem tahmin sistemleri, sismik dalgaların yapısını analiz ederek erken uyarı sağlayabilmektedir (HCLTech, 2023). Kasırga ve sel tahminlerinde, hava durumu sensörleri ve uydu görüntüleri kullanılarak fırtınaların gelişimi ve yönü önceden tespit edilebilmektedir (ReliefWeb, 2023). Yangın tahmin sistemleri, ormandaki sıcaklık değişimleri ve rüzgar hızlarını analiz ederek yangının ne kadar hızlı yayılabileceğini öngörebilmektedir (UNDP, 2023).

Erken uyarı sistemlerinin başarısı, yalnızca doğru tahmin yapabilme yeteneğine değil, aynı zamanda bu bilgiyi karar vericilere ve halka hızlı bir şekilde ulaştırmaya da bağlıdır. Örneğin, YZ destekli mesajlaşma sistemleri ve mobil uygulamalar, afetin meydana gelmesinden önce uyarılar göndererek insanların daha hızlı tahliye edilmesine yardımcı olmaktadır (PreventionWeb, 2019).

YZ, yalnızca afet öncesi tahminlerde değil, afet sırasında ve sonrasında da kritik rol oynamaktadır. Örneğin, insani yardım kuruluşları, YZ destekli veri analitiği ile hangi bölgelerin daha fazla yardıma ihtiyaç duyduğunu belirleyerek yardım dağıtımını optimize edebilmektedir (ReliefWeb, 2023).

3.2.2 Büyük veri ile afet risk değerlendirmesi

Afetlerin neden olduğu zararları azaltmak için büyük veri analitiği, risk değerlendirme süreçlerinde giderek daha fazla kullanılmaktadır (UNDP, 2023). Geleneksel yöntemlerle yapılan risk analizleri, çoğu zaman yetersiz kalırken, büyük veri sayesinde çok daha kapsamlı ve dinamik analizler yapılabilmektedir (PreventionWeb, 2019).

Toplanan çok boyutlu verilerin (sosyal medya verileri, sensör verileri, meteorolojik kayıtlar) hızlı analiz edilmesiyle, kriz senaryoları tahmin edilmekte ve müdahale öncelikleri belirlenmektedir. Büyük veri, farklı kaynaklardan elde edilen verilerin birleştirilerek anlamlı hale getirilmesini ve afetlerin hangi bölgelerde daha fazla risk taşıdığını belirlemeyi mümkün kılmaktadır. Örneğin; uydu görüntüleme sistemleri ve dronelardan alınan veriler, şehirlerin ve kırsal alanların risk haritalarının oluşturulmasını sağlamaktadır (HCLTech, 2023). Sosyal medya ve mobil uygulamalardan elde edilen gerçek zamanlı veriler, afet sırasında insanların hangi bölgelerde yardıma ihtiyaç duyduğunu belirlemek için kullanılmaktadır (ReliefWeb, 2023). Trafik ve nüfus

yoğunluğu analizleri, acil tahliye planlarının hazırlanmasına katkı sunmaktadır (UNDP, 2023).

Partigöç'e (2022) göre büyük verinin afet yönetimine entegrasyonu, yalnızca bilgiye erişimi hızlandırmakla kalmamakta; aynı zamanda çok değişkenli ve dinamik afet senaryoları karşısında hızlı, veri temelli karar alma yeteneğini de artırmaktadır. Özellikle makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak büyük veri kümelerinin analiz edilmesi, afet sonrası hasar tespiti, tahliye planlaması ve kaynak tahsisi gibi kritik alanlarda operasyonel verimliliği ve doğruluğu ciddi oranda yükseltmektedir. Böylelikle afet lojistiği süreçlerinde belirsizlikler azalmakta, kaynak kullanımında optimizasyon sağlanmakta ve insani yardım ulaştırma hızında kayda değer iyileşmeler elde edilmektedir.

Büyük veri destekli afet yönetimi sistemleri, yalnızca tahmin ve risk değerlendirmesi yapmakla kalmaz, aynı zamanda afet sonrası toparlanma süreçlerinde de kritik bir rol oynamaktadır. Afet sonrası yardım organizasyonları, hangi bölgelerin en fazla yardıma ihtiyacı olduğunu belirlemek ve kaynakları daha etkin bir şekilde tahsis etmek için büyük veriden yararlanmaktadır (PreventionWeb, 2019).

Büyük veri tabanlı sistemlerin kullanımı, hükümetlerin ve insani yardım kuruluşlarının daha verimli kriz yönetimi politikaları geliştirmesine olanak tanımaktadır. Örneğin, bir doğal afet sonrası hangi altyapıların en fazla zarar gördüğünü belirlemek ve onarım çalışmalarını önceliklendirmek için büyük veri analitiği kullanılmaktadır (ReliefWeb, 2023).

Diğer taraftan, veri güvenliği açıkları, yanlış veya eksik veri kullanımı riski ve sistemlerin aşırı teknik bağımlılığı gibi sorunlar, afet yönetimi süreçlerinde yeni kırılganlıklar yaratabilir (Partigöç, 2022). Özellikle algoritma bağımlılığı sonucunda uygun olmayan modellerle uygun olmayan kararlar verilebilir (Dindarik ve Atabey-Bölük, 2024). Bu nedenle büyük veri tabanlı afet yönetimi sistemlerinin sürekli izlenmesi, veri doğrulama mekanizmalarının kurulması ve insan karar vericilerin sistemlerin merkezinde kalmaya devam etmesi gerektiği ileri sürülmektedir.

3.3 Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)

Afet yönetimi, krizlerin etkilerini en aza indirmek ve müdahale süreçlerini hızlandırmak için teknolojik araçların entegrasyonunu gerektiren çok disiplinli bir süreçtir. Geleneksel afet yönetimi yaklaşımlarında manüel saha incelemeleri ve yerel gözlem raporları temel alınırken, günümüzde uzaktan algılama sistemleri ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), risk analizinden kurtarma operasyonlarına kadar geniş bir kullanım alanına sahiptir (UNDP, 2024). Uydu görüntüleme sistemleri, hava tabanlı sensörler, dronelar ve büyük veri analitiği, afet bölgelerinin gerçek zamanlı izlenmesini, etkilenen alanların haritalanmasını ve acil müdahale ekiplerinin en hızlı şekilde yönlendirilmesini sağlamaktadır (ReliefWeb, 2024).

CBS ve uzaktan algılama teknolojileri afet alanlarının izlenmesi, müdahale planlaması ve lojistik rotalama için kullanılmaktadır (Moe ve Pathranarakul, 2006). Uzaktan algılama teknolojileri (örneğin uydu görüntüleme, LIDAR, SAR), artırılmış gerçeklik (AR) ve sanal gerçeklik (VR) tabanlı eğitim simülasyonları ve erken uyarı sistemleri (deprem, sel gibi afetler için) hazırlık sürecini güçlendirmektedir (Memiş ve Babaoğlu, 2020). Sel haritalarının çıkarılması, toprak kayması risk haritaları ve yangın yayılım modelleri bu teknolojilerin önemli kullanım alanları arasındadır.

CBS tabanlı teknolojiler, yalnızca afet meydana geldikten sonra değil, afet öncesi risk değerlendirmesi ve afet sonrası yeniden yapılanma süreçlerinde de önemli bir rol oynamaktadır. CBS yazılımları sayesinde, geçmiş afet verileri ile iklim değişikliği modelleri birleştirilerek hangi bölgelerin daha fazla risk taşıdığı belirlenebilmekte ve hükümetlerin önleyici tedbirler almasına yardımcı olunmaktadır (PreventionWeb, 2024). Özellikle büyük şehirlerde, sel riski taşıyan alanlar CBS analizleri ile önceden belirlenerek altyapı çalışmaları daha verimli şekilde planlanmaktadır (HCLTech, 2024).

CBS sistemleri ve uzaktan algılama teknolojilerinin afet yönetiminde giderek artan kullanımını daha iyi anlayabilmek için, bu sistemlerin uydu görüntüleme ile afet haritalama ve lojistik ile hasar tespitinde kullanımı detaylı olarak ele alınacaktır.

3.3.1 Uydu görüntüleme ve afet haritalama

Uydu görüntüleme teknolojileri, afet yönetiminde erken uyarı, durum tespiti ve müdahale stratejilerinin belirlenmesi açısından kritik bir rol oynamaktadır. Bu sistemler, geniş coğrafi alanları hızlı ve etkili bir şekilde analiz edebilme kapasitesiyle, afet bölgelerinin gerçek zamanlı olarak izlenmesini sağlamaktadır (UNDP, 2024). Özellikle NASA, ESA (Avrupa Uzay Ajansı) ve Copernicus Programı gibi kurumların sağladığı uydu görüntüleme sistemleri, deprem, kasırga, sel ve yangın gibi doğal afetlerin izlenmesinde aktif olarak kullanılmaktadır (HCLTech, 2024).

Partigöç'e (2022) göre, özellikle çoklu afetler veya geniş coğrafi alana yayılan felaketler söz konusu olduğunda, yer tabanlı izleme sistemlerinin sınırlı kaldığı durumlarda uydu tabanlı izleme çözümleri hayati bir alternatif oluşturmaktadır. Yüksek çözünürlüklü uydu verilerinin afet anında hızlı bir şekilde işlenmesi, öncelikli müdahale alanlarının belirlenmesini kolaylaştırmakta; afet lojistiği operasyonlarının (örneğin yol erişilebilirliği, güvenli tahliye rotaları belirleme, yardım malzemelerinin yönlendirilmesi) daha etkin bir şekilde planlanmasını sağlamaktadır.

Örneğin, NASA'nın MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) sistemi, büyük ölçekli yangınları tespit etmek için yüksek çözünürlüklü görüntüleme yaparak, yangının yayılma hızını ve yönünü tahmin etmekte kullanılmaktadır (ReliefWeb, 2024). Benzer şekilde, Avrupa Uzay Ajansı'nın (ESA) Sentinel-1 ve Sentinel-2 uyduları, sel ve toprak kaymaları gibi afetlerin gerçek zamanlı analiz edilmesini sağlamaktadır (PreventionWeb, 2024). Bu sistemler, afetin büyüklüğünü ve etkisini belirleyerek, kriz yönetim ekiplerine en doğru bilgileri sağlamaktadır.

Afet haritalama, afetin öncesinde risk analizini yaparak önleyici tedbirlerin alınmasını sağlarken, afet sonrası hasar tespiti ve müdahale süreçlerinin planlanmasında da önemli bir araç olarak kullanılmaktadır (UNDP, 2024). Örneğin, 2015 Nepal Depremi'nde, uydu görüntüleme sistemleri sayesinde en fazla hasar alan bölgeler hızlıca tespit edilmiş ve insani yardım ekipleri doğrudan bu bölgelere yönlendirilmiştir (ReliefWeb, 2024). Uydu verileri, şehirlerin yeniden inşası sürecinde de kullanılmış, altyapının nasıl geliştirileceği konusunda hükümetlere rehberlik etmiştir.

Bunun yanı sıra, yapay zeka destekli uydu analiz sistemleri geliştirilmekte ve bu sistemler sayesinde, uydu görüntülerinin otomatik olarak analiz edilmesi sağlanmaktadır. Makine öğrenmesi algoritmaları ile, yıkılan binalar tespit edilerek, arama kurtarma ekipleri için önceliklendirme yapılmaktadır (HCLTech, 2024). Bu gelişmeler, afet yönetimi süreçlerinin daha hızlı ve etkin bir şekilde yürütülmesine olanak sağlamaktadır.

Bunlarla birlikte, uydu görüntülemenin bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır. Özellikle kötü hava koşulları, yoğun bulutlanma veya gece saatlerinde optik uydu verilerinin kalitesinin düşmesi gibi durumların afet anında bilgi toplama süreçlerini olumsuz etkileyebileceği belirtilmektedir (Partigöç, 2022). Bu nedenle, afet risk yönetiminde uydu verilerinin diğer veri kaynakları (örneğin insansız hava araçları, saha raporları) ile entegre edilerek kullanılması önerilmektedir. Böylece daha bütüncül ve güvenilir bir afet yönetim sistemi oluşturulabilecektir.

3.3.2 CBS ile lojistik ve hasar tespiti

CBS, afet yönetiminin tüm aşamalarında kullanılan, mekansal veri analizini mümkün kılan kritik bir araçtır (UNDP, 2024). Afet bölgelerinin en hızlı şekilde tespit edilmesi, müdahale ekiplerinin yönlendirilmesi ve yardım organizasyonlarının optimize edilmesi için CBS tabanlı sistemler giderek daha fazla kullanılmaktadır (PreventionWeb, 2024). Hatta Kaya (2019) afet öncesi ve sonrası lojistik süreçlerin etkin yönetimi için CBS'nin daha aktif kullanılmasının zorunlu olduğu belirtilmiştir.

CBS sayesinde farklı veri katmanları birleştirilebilir; örneğin, ulaşım altyapısı, su kanalları, enerji hatları gibi sistemlerin entegrasyonu mümkün olmaktadır. Bu, kentsel karar alıcıların şehir planlaması ve risk yönetiminde daha bütünsel bir anlayış geliştirmesine imkân tanımaktadır (Batty, 2018).

Özellikle afet sonrası lojistik operasyonların verimli bir şekilde yürütülmesi, yardım malzemelerinin en çok ihtiyaç duyulan bölgelere ulaştırılmasını sağlamak açısından kritik öneme sahiptir. CBS yazılımları, yolların açık olup olmadığını, en hızlı ve güvenli tahliye rotalarını belirlemek için kullanılmaktadır (ReliefWeb, 2024). Örneğin, Hurricane Katrina sırasında, CBS sistemleri ile etkilenen bölgelerin haritalandırılması ve tahliye planlarının hızlıca oluşturulması sağlanmıştır.

Hasar tespiti açısından CBS sistemleri, uydu görüntüleri, drone verileri ve saha ekiplerinden gelen raporları birleştirerek en doğru ve kapsamlı hasar analizini sunmaktadır (HCLTech, 2024). Örneğin, deprem sonrası binaların hasar görüp görmediğini tespit etmek için, CBS tabanlı analizler kullanılmakta ve yapısal hasarın büyüklüğü hesaplanmaktadır. Bu sistemler, hükümetlere ve insani yardım kuruluşlarına yeniden inşa süreçlerini planlama konusunda önemli bilgiler sağlamaktadır (PreventionWeb, 2024).

CBS'nin bir diğer önemli katkısı, afet risk haritalarının oluşturulmasıdır. Örneğin, Japonya'da CBS analizleri ile deprem risk haritaları hazırlanarak, yüksek risk taşıyan bölgelerde bina güçlendirme çalışmaları yapılmaktadır (UNDP, 2024). Benzer şekilde, Bangladeş'te sel riski altındaki bölgelerin CBS tabanlı analizleri sonucunda, barınak yerleşim planları oluşturulmuş ve tahliye rotaları belirlenmiştir (ReliefWeb, 2024).

CBS ve uzaktan algılama sistemleri, afet yönetiminde en kritik teknolojilerden biri haline gelmiştir. Bu teknolojiler hem afetlerin önceden tahmin edilmesi hem de kriz anlarında etkili müdahale stratejilerinin geliştirilmesi açısından büyük avantajlar sağlamaktadır (HCLTech, 2024). Gelecekte, CBS sistemleri ve yapay zekâ destekli analizler daha da entegre hale gelecek, afet yönetiminde daha hızlı ve doğru kararlar alınmasını mümkün kılacaktır (PreventionWeb, 2024).

3.4 İnsansız Hava Araçları ve Robotik Sistemler

Afet yönetiminde insansız hava araçları (İHA) ve robotik sistemler, arama-kurtarma operasyonlarının hızlandırılmasında, zarar gören bölgelerin incelenmesinde ve insani yardım süreçlerinin daha etkin planlanmasında önemli bir rol üstlenmektedir. Geleneksel arama-kurtarma yöntemlerinde, afet sonrası bölgelere ulaşmak zaman alırken, İHA'lar ve otonom robotlar, insan müdahalesi gerektirmeden geniş alanları hızlı bir şekilde tarayabilmekte ve afetin etkilerini değerlendirebilmektedir (Değirmen, Çavdur ve Sebatlı, 2018).

Afet bölgelerinin keşfi, hasar tespiti, insani yardım ulaştırma ve enkaz altı kurtarma gibi operasyonlar, hava ve kara tabanlı insansız sistemler sayesinde çok daha sistemli bir şekilde yürütülmektedir (STM ThinkTech, 2020). Özellikle, İHA'lar ile yüksek

çözünürlüklü görüntüleme yapılması, robotların dar alanlara girerek hayati durumları analiz etmesi ve otonom sistemlerin karar alma mekanizmalarını desteklemesi, kriz anlarında zaman kaybını en aza indirerek müdahale sürecini optimize etmektedir.

Bu sistemlerin afet yönetiminde nasıl kullanıldığına dair iki temel alan öne çıkmaktadır: İHA'ların arama-kurtarma operasyonlarında kullanımı ve otonom robotların afet müdahalesine entegrasyonu.

3.4.1 Drone'lar ile arama-kurtarma operasyonları

İnsansız hava araçları (İHA), afet yönetimi süreçlerinde geniş alanların taranması, durum tespiti yapılması ve arama-kurtarma çalışmalarına yön verilmesi açısından kritik bir teknolojidir. Özellikle, İHA'lar ulaşımın kısıtlı olduğu veya tehlikeli kabul edilen bölgelerde insan gücüne duyulan ihtiyacı azaltarak, müdahale süreçlerini hızlandırmaktadır (Değirmen, Çavdur ve Sebatlı, 2018). Drone teknolojileri afet sonrası hasar tespitinde ve erişilemeyen bölgelere yardım ulaştırılması için kullanılmaya başlanmıştır (Liberatore vd., 2013).

Arama-kurtarma operasyonlarında İHA kullanımı, durum tespiti, lojistik destek, veri toplama ve acil müdahale süreçlerini içermektedir. Afet bölgelerinin hızlı bir şekilde taranması ve haritalanması, enkaz altındaki insanların tespit edilmesi, yolların açık olup olmadığının belirlenmesi gibi kritik veriler, İHA'ların sağladığı verilerle analiz edilmektedir (STM ThinkTech, 2020).

İHA'ların güçlü yönleri arasında hızlı ve güvenli bilgi toplama, operasyonel maliyetleri düşürme ve insan hayatını riske atmadan veri edinme sayılabilir (Dindarik ve Atabey-Bölük, 2024). Diğer taraftan enerji sınırlamaları, hava koşullarından etkilenebilirlik ile veri güvenliği ve gizlilik riskleri ihmal edilmemelidir.

Afet yönetiminde İHA kullanımına yönelik önemli örnekler şunlardır:

2015 Nepal Depremi'nde, insansız hava araçları kullanılarak yıkımın yoğun olduğu alanlar tespit edilmiş ve afet yönetim ekiplerinin öncelikli olarak müdahale etmesi gereken bölgeler belirlenmiştir (STM ThinkTech, 2020).

2017’de ABD’de meydana gelen Harvey Kasırgası sırasında, İHA’lar kullanılarak sel baskınlarının etkilediği bölgeler izlenmiş ve kurtarma ekiplerine yönlendirme yapılmıştır (HCLTech, 2024).

2019 Avustralya orman yangınlarında, İHA’lar sıcaklık algılayıcılarla donatılmış şekilde kullanılarak, yangının yayılma yönü tahmin edilmiş ve itfaiye ekiplerine müdahale planlaması konusunda bilgi sağlanmıştır (ReliefWeb, 2024).

İHA’lar, hava koşullarına bağlı olarak hızlı ve esnek hareket edebilme yeteneğine sahip oldukları için, afet yönetiminde veri toplama ve analiz süreçlerinde giderek daha fazla kullanılmaktadır. Özellikle, yüksek çözünürlüklü kameralar ve termal sensörlerle donatılmış İHA’lar, gece görüşü sayesinde düşük ışıklı ortamlarda da etkili arama yapabilmektedir (PreventionWeb, 2024).

Bunun yanı sıra, afet sonrası gıda, ilaç ve temel ihtiyaç malzemelerinin ulaşımını hızlandırmak için lojistik amaçlı olarak da kullanılmaktadır. Özellikle, insani yardım kuruluşları ve devletler tarafından insansız hava araçlarının taşımacılık amacıyla kullanımı yaygınlaşmaktadır (HCLTech, 2024).

3.4.2 Otonom robotlarla afet müdahalesi

Robotik sistemler, insan gücünün yetersiz kaldığı, tehlikeli veya erişilmesi zor bölgelerde veri toplama ve arama-kurtarma operasyonlarına destek olma amacıyla geliştirilmektedir. Otonom robotlar, insan müdahalesi olmadan dar alanlara erişebilir, enkaz altında kalanları tespit edebilir ve afet sonrası hasar analizine katkı sağlayabilir (EMO, 2017).

Bu sistemler özellikle deprem, toprak kayması, sel ve nükleer sızıntı gibi afetlerde kritik görevler üstlenmektedir. Kara ve deniz altı robotları, ulaşılması zor bölgelerde keşif yaparak, arama-kurtarma ekiplerine önemli bilgiler sağlayabilmektedir (STM ThinkTech, 2020).

Robotların afet yönetiminde kullanımına dair örnekler şunlardır:

2011’de Japonya’da meydana gelen Fukushima nükleer santral felaketinde, yüksek radyasyon seviyeleri nedeniyle insan müdahalesinin mümkün olmadığı alanlarda robotlar

kullanılmış, santraldeki hasarın analizi yapılmış ve potansiyel tehlikeler tespit edilmiştir (EMO, 2017).

ABD'deki kasırgalarda, robot köpekler enkaz altında kalan insanların yerlerini tespit etmek amacıyla kullanılmış ve acil müdahale ekiplerine yönlendirme yapılmıştır (HCLTech, 2024).

Hindistan'da meydana gelen sel felaketlerinde, su altı robotları nehirlere ve barajlara yerleştirilerek suyun yükselme seviyeleri analiz edilmiştir ve tahliye operasyonlarına destek olunmuştur (ReliefWeb, 2024).

Robotların afet yönetimindeki bir diğer önemli işlevi de altyapının yeniden inşası sürecine destek olmasıdır. Örneğin, drone destekli robotlar, afet sonrası zarar gören enerji hatlarını ve iletişim altyapısını onarmak için kullanılmaktadır (PreventionWeb, 2024).

Bunlara ek olarak, yapay zekâ destekli robot sistemleri geliştirilmekte ve afet yönetimine daha hızlı entegre edilmektedir. Özellikle, makine öğrenmesi ile donatılmış robotlar, afetin büyüklüğünü analiz ederek hangi bölgelerde daha fazla insanın yardıma ihtiyacı olduğunu belirlemekte ve bu verilere göre insani yardım operasyonlarını yönlendirmektedir (UNDP, 2024).

İnsansız hava araçları ve robotik sistemler, afet yönetiminde giderek daha büyük bir rol oynamaktadır. Bu teknolojiler, arama-kurtarma operasyonlarını hızlandırmak, afet sonrası hasar analizini geliştirmek ve lojistik süreçleri daha verimli hale getirmek için kritik çözümler sunmaktadır. Gelecekte, daha gelişmiş yapay zekâ algoritmaları ve otonom sistemlerle, afet müdahale süreçlerinin daha etkin bir şekilde yürütülmesi mümkün olacaktır (HCLTech, 2024).

3.5 Afet Yönetiminde Yeni Teknolojik Çözümler

Afet yönetimi, doğal ve insan kaynaklı felaketlerin etkilerini en aza indirmek amacıyla planlama, müdahale ve iyileştirme süreçlerini içeren kritik bir disiplindir. Teknolojinin hızlı gelişimi, bu süreçlerin daha etkin ve verimli bir şekilde yürütülmesine olanak tanımaktadır. Afet sonrası süreçlerde doğru, hızlı ve güvenilir veri toplayarak müdahale kararlarını desteklemek, afet yönetiminin başarısı açısından kritik bir gereklilik haline

gelmiştir. Yapay zekâ, Nesnelerin İnterneti (IoT), blokzincir ve dijital ikiz teknolojileri, afet yönetiminde yenilikçi çözümler sunarak, risk azaltma ve müdahale süreçlerinde önemli katkılar sağlamaktadır (Memiş ve Babaoğlu, 2020; Doğan, Şahin ve Karaarslan, 2021).

3.5.1 IoT ile gerçek zamanlı afet izleme ve uyarı sistemleri

Nesnelerin İnterneti (IoT), çeşitli sensör ve cihazların internet üzerinden birbirleriyle iletişim kurmasını sağlayan bir teknolojidir. Afet yönetiminde IoT, gerçek zamanlı veri toplama ve analiz imkânı sunarak, erken uyarı sistemlerinin etkinliğini artırmaktadır. Özellikle deprem, sel, orman yangını ve heyelan gibi doğal afetlerin izlenmesinde, IoT tabanlı sensör ağları kritik bir rol oynamaktadır (Memiş ve Babaoğlu, 2020). Akıllı sensörler aracılığıyla sıcaklık, nem, hava kalitesi, trafik yoğunluğu gibi parametreler gerçek zamanlı olarak izlenmektedir.

IoT tabanlı afet izleme sistemlerinin başlıca kullanım alanları şunlardır:

Deprem İzleme: Sismik sensörler, yer hareketlerini sürekli izleyerek, deprem anında hızlı ve doğru bilgi sağlar. Bu veriler, acil durum ekiplerinin hızlı müdahalesi ve halkın bilgilendirilmesi için kritik öneme sahiptir (Memiş ve Babaoğlu, 2020).

Sel ve Taşkın İzleme: Nehir ve barajlardaki su seviyesini izleyen sensörler, ani su yükselmelerini tespit ederek, sel riskine karşı erken uyarı sağlar. Bu sayede, tahliye planları zamanında uygulanabilir ve can kayıpları önlenebilir (Memiş ve Babaoğlu, 2020).

Orman Yangını Tespiti: Ormanlık alanlara yerleştirilen sıcaklık ve duman sensörleri, yangın başlangıçlarını erken evrede tespit ederek, hızlı müdahale imkânı sunar. Bu, yangının geniş alanlara yayılmasını engelleyerek, ekosistemin korunmasına katkı sağlar (Memiş ve Babaoğlu, 2020).

Örneğin, Orman Genel Müdürlüğü, orman yangınlarına karşı IoT ve yapay zekâ entegrasyonlarıyla hızlı takip sistemleri oluşturmuştur. Bu sistemler, yangın riskini minimize etmek ve hızlı müdahale sağlamak amacıyla kullanılmaktadır (SETA, 2023).

Küçük, Bayılmış, Sönmez ve Kaçar (2019), afet sonrası süreçlerde hızlı ve doğru bilgi edinmenin afet yönetiminin etkinliğini doğrudan artırdığı varsayımından hareketle, IoT teknolojilerinden yararlanan bir afet sonrası yönetim sistemi geliştirmiştir. Çalışmada, afet bölgesindeki hasarlı yapıların tespiti ve afetten etkilenen insan yoğunluğunun belirlenmesi için IoT tabanlı bir sistem önerilmiş, bu sistemin bulanık mantık destekli bir karar destek mekanizmasıyla güçlendirildiği belirtilmiştir. Bu açıdan çalışma IoT teknolojilerinin afet sonrası süreçlerde hızlı bilgi toplama, kaynak yönetimi ve müdahale optimizasyonu gibi alanlarda sunduğu avantajları somutlaştırmış; literatüre yenilikçi bir afet sonrası yönetim modeli kazandırmıştır.

Depo stoklarının otomatik izlenmesi, acil durum ekipmanlarının yer takibi ve afet alanlarındaki ortam koşullarının (sıcaklık, nem, yapı hasarı) anlık izlenmesi gibi faaliyetlerde kullanılabilen IoT teknolojileri kesintisiz ve anlık bilgi akışı sağlayarak insan hatasını azaltır, hızlı müdahale sağlar ve geniş ölçekli sistemlerde verimliliği artırırken, yüksek kurulum ve bakım maliyetlerinin yanı sıra siber güvenlik tehditlerine açık bir yapısı bulunmaktadır (Dindarik ve Atabey-Bölük, 2024).

3.5.2 Afet yardımları ve veri güvenliği için blockzincir teknolojisi

Blockzincir, dağıtık ve şeffaf bir veri kayıt sistemi olarak, afet yönetiminde veri güvenliği ve yardım dağıtım süreçlerinin iyileştirilmesinde kullanılmaktadır. Özellikle, afet sonrası yardım malzemelerinin dağıtımı ve bağışların takibi gibi süreçlerde, blockzincir teknolojisi şeffaflık ve izlenebilirlik sağlayarak, kaynakların doğru yerlere ulaştırılmasını temin eder (Memiş ve Babaoğlu, 2020). Özellikle finansal yardımların doğrudan ihtiyaç sahiplerine ulaşması, tedarik zinciri şeffaflığının sağlanması ve veri güvenliğinin artırılması açısından blokzincir teknolojisi afet lojistiği süreçlerinde yeni bir çözüm alanı sunmaktadır (Tapscott ve Tapscott, 2017).

Blokzincir çözümleri, dijital ikiz şehirlerdeki veri güvenliği, şeffaflık ve doğrulama ihtiyaçlarına cevap verebilmek için de öne çıkmaktadır. Özellikle mülkiyet haklarının yönetimi, enerji ticareti, kimlik doğrulama gibi alanlarda güvenilir veri paylaşımı sağlanmaktadır. Blokzincir, IoT cihazlarından gelen verilerin doğrulanmasında, dijital sözleşmelerin uygulanmasında ve paydaşlar arasında güvenli iş birliği tesis edilmesinde etkili bir araçtır (Dorri vd., 2017).

Blokzincir teknolojisinin afet yönetimindeki başlıca uygulamaları aşağıda sıralanmıştır.

Bağış ve Yardım Takibi: Blokzincir tabanlı sistemler, yapılan bağışların ve dağıtılan yardımların kaydını tutarak, sürecin her aşamasının izlenebilir olmasını sağlar. Bu, bağışçıların güvenini artırırken, suistimallerin önüne geçer (Memiş ve Babaoğlu, 2020).

Kimlik Doğrulama ve Veri Güvenliği: Afet sonrasında kimlik belgelerini kaybeden kişilerin, blokzincir tabanlı dijital kimlik sistemleri sayesinde hızlı ve güvenli bir şekilde tanımlanması mümkündür. Bu, yardım ve hizmetlerin doğru kişilere ulaştırılmasını kolaylaştırır (Memiş ve Babaoğlu, 2020).

Tedarik Zinciri Yönetimi: Afet bölgelerine gönderilen malzemelerin tedarik zinciri boyunca takibi, blokzincir teknolojisi ile daha şeffaf ve güvenilir hale gelir. Bu, lojistik süreçlerin optimize edilmesine ve kaynak israfının önlenmesine katkı sağlar (Memiş ve Babaoğlu, 2020).

3.5.3 Afetlere hazırlık ve müdahalede dijital ikiz çözümleri

Dijital ikiz teknolojisi, fiziksel varlıkların veya sistemlerin dijital kopyalarının oluşturulmasıdır. Dijital ikiz şehirler, fiziksel bir kentin sanal bir kopyasının oluşturulması yoluyla şehir planlamasında, kaynak kullanımında ve hizmet sunumunda verimliliği artırmayı hedeflemektedir (Yıkıcı, 2023). Afet yönetiminde dijital ikizler, şehirlerin veya altyapıların sanal modellerinin oluşturulmasıyla, olası afet senaryolarının simüle edilmesine ve müdahale planlarının test edilmesine olanak tanımaktadır (Doğan, Şahin ve Karaarslan, 2021). Bu karmaşık yapının başarıyla kurulabilmesi için, çok katmanlı veri üretimi, aktarımı, işlenmesi ve güvenli saklanması gerekmektedir (Yıkıcı, 2023). GIS, BIM, IoT, 5G, bulut bilişim ve blokzincir gibi teknolojiler dijital ikiz şehirlerin inşasında temel araçlardır.

Dijital ikiz teknolojisinin afet yönetimindeki başlıca faydaları şunlardır:

Afet Senaryolarının Simülasyonu: Şehirlerin dijital modelleri üzerinde farklı afet senaryoları test edilerek, riskli bölgeler ve zayıf noktalar belirlenebilir. Bu, önleyici tedbirlerin alınmasına ve afet öncesi hazırlıkların optimize edilmesine katkı sağlar (Doğan, Şahin ve Karaarslan, 2021).

Eğitim ve Tatbikatlar: Acil durum personeli, dijital ikizler üzerinde gerçekleştirilen sanal tatbikatlarla, farklı afet senaryolarına karşı hazırlıklı hale gelebilir. Bu, gerçek durumlarda daha hızlı ve etkili müdahale yeteneği kazandırır (Doğan, Şahin ve Karaarslan, 2021).

Gerçek Zamanlı İzleme ve Müdahale: Afet anında, dijital ikizler sayesinde etkilenen bölgelerin gerçek zamanlı izlenmesi ve müdahale planlarının dinamik olarak güncellenmesi mümkündür. Bu, kaynakların etkin kullanımını artırırken, ekiplerin koordinasyonunu iyileştirerek kriz yönetim süreçlerini daha verimli hale getirmektedir.

Dijital ikiz şehirler, sürdürülebilir kentsel yaşam ve afet yönetimi açısından büyük fırsatlar sunarken, yüksek maliyetler, veri güvenliği endişeleri, teknolojik altyapı eksiklikleri gibi önemli zorluklarla karşı karşıyadır (Yıkıcı, 2023). Ayrıca gerçek bir dijital ikiz şehir yaratmak için yeni nesil teknolojilerin entegre bir ekosistem içinde çalışması gereklidir. Teknolojilerin eşgüdümsüz kullanımı, veri tutarsızlığı, güvenlik açıkları ve yönetim karmaşasına yol açabilir. Ayrıca bu teknolojilerin kurulumu ve işletimi yüksek maliyetli olduğundan, düşük gelirli kentler için dijital ikiz projeleri bir erişim adaletsizliği riski de taşımaktadır.

Türkiye'de dijital ikiz şehir kavramı henüz başlangıç aşamasındadır. Genellikle akıllı şehir projeleri bağlamında ilerlenmekte, dijital ikiz teknolojisinin doğrudan hedeflendiği kapsamlı uygulamalara henüz geçilememiştir (Yıkıcı, 2023).

3.5.4 Bulut bilişim ile veri depolama çözümleri

Bulut tabanlı platformlar, yeni teknolojileri ürettiği devasa verileri depolamak, işlemek ve analiz etmek için gereklidir. Bulut sistemleri, veri merkezleri ile şehrin farklı noktalarındaki IoT cihazları arasında hızlı ve esnek bir bilgi akışı sağlamaktadır. Ayrıca, yapay zekâ ve büyük veri analitiği gibi ileri veri işleme tekniklerinin uygulanabilmesi için yüksek işlem gücü sunmaktadır (Hashem vd., 2015). Böylece şehir planlayıcıları, çok boyutlu verileri kolayca analiz ederek stratejik kararlar alabilir.

4. AFET VE İNSANİ YARDIM LOJİSTİĞİ KONUSUNDA YAPILAN ULUSAL VE ULUSLARARASI ÇALIŞMALAR

Ülkemizde ve Dünya'da son yıllarda yaşanan doğal afetler ve insan temelli felaketler çok fazla can ve mal kaybına sebebiyet vermektedir. Uzun yıllardır yaşanılan felaketlerden sonra ortaya çıkan kayıpların azaltılması ve önlenmesi adına afet öncesi hazırlıkların tanımlanıp, planlamaların yapılması ve sonrasında afet meydana geldikten sonra yaşanılanların iyi yönetilmesi ile mümkündür. Bu açıdan insani yardım lojistiği, afetlerden etkilenen bireylerin acil ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla mal, hizmet ve bilgi akışını etkili şekilde yönetmeyi hedefleyen kritik bir alandır.

Dünya'da insan kaynaklı ve doğa kaynaklı afetlerin artması akademik anlamda birçok çalışma konusunun bu yöne doğru eğilmesini sağlamıştır. Araştırmacılar son yıllarda doğal afet ve insani yardım lojistiği konularına ilgi duymaya başlamıştır. Çalışmanın bu bölümünde özellikle 2000 yılından sonra afet ve insani yardım lojistiği konuları hakkında yapılan çalışmalar yıl, ülke, yazar olarak ele alınmış ve son yıllarda ülkemizde bu konularda yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

Becerikliler (2017) afet ve insani yardım lojistiği kavramlarının tanımını yaparak, bu alandaki lojistik süreçlerin yönetimindeki zorlukları ve kritik başarı faktörlerini incelemektedir. Özellikle afetlerin ilk 72 saatinde doğru lojistik planlamanın hayat kurtarıcı olduğu vurgulanmış, afet sonrası hızlı tedarik zinciri yönetimi için esnek ve modüler yapılar önerilmiştir. Çalışmada, Dünya Gıda Programı (WFP) gibi uluslararası kuruluşların örnekleri üzerinden afet lojistiğinin iyi uygulama modelleri sunulmuş; Türkiye'de lojistik hazırlık düzeyinin artırılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, afet sonrası geçici barınma, su, gıda ve ilaç temini gibi temel insani ihtiyaçların planlanmasında dijital envanter yönetim sistemlerinin rolü vurgulanmıştır.

Çalışkan (2017) İzmir ili örneğinde yerel yönetimlerin afet yönetim süreçlerindeki rollerini incelemektedir. Belediyelerin afet öncesi hazırlık, risk azaltma, müdahale ve iyileştirme aşamalarındaki yetkinlikleri ve eksiklikleri analiz edilmiştir. Özellikle 30 Ekim 2020 İzmir Depremi deneyimi üzerinden mevcut uygulamalar değerlendirilmiştir.

Analiz sonucunda afet yönetimi planlarının hazırlanması, tatbikat yapılması ve toplum bilincinin artırılması gibi görevlerin ihmal edilmemesi gerektiği vurgulanmıştır. Çalışmada ayrıca, yerel yönetimlerin afet sonrasında hızlı hizmet sunabilmesi için bütçe, insan kaynağı ve donanım açısından güçlendirilmesi gerektiği ifade edilmiştir. İzmir'de yapılan saha araştırmaları, kurumlar arası iş birliği eksikliklerinin afet müdahalesini olumsuz etkilediğini göstermiştir. Risk haritaları mevcut olmasına rağmen, bu haritaların genellikle afet planlarına aktif şekilde entegre edilmediği de tespitler arasındadır.

Gülten (2017) İstanbul Fatih ilçesi örneğinde kentsel alanlarda afet risk azaltımı stratejilerini ele almaktadır. Özellikle deprem riski yüksek bölgelerde mekânsal risk analizleri yapılmış, yapı stokunun niteliği, nüfus yoğunluğu ve açık alan eksiklikleri gibi faktörlerin afet riskini artırdığı belirlenmiştir. Araştırmada, mevcut kentsel dönüşüm politikalarının afet riskini azaltmadaki etkinliği sorgulanmış; afet risk azaltımı için yerel düzeyde toplum katılımı, afet bilinçlendirme kampanyaları ve kamusal açık alan planlamasının önemine dikkat çekilmiştir. Fatih ilçesi için örnek risk azaltım senaryoları geliştirilmiştir.

Öztürk (2017) Endüstri 4.0 teknolojilerinin afet yönetim süreçlerinde nasıl kullanılabileceğini araştırmaktadır. Büyük veri, nesnelerin interneti, yapay zekâ ve bulut bilişim gibi teknolojilerin afet hazırlık, erken uyarı, müdahale ve iyileştirme aşamalarında sağladığı katkılar incelenmiştir. Özellikle hızlı veri analizi ve otonom sistemler sayesinde afet müdahale süreçlerinin optimize edilebileceği vurgulanmıştır. Çalışmada ayrıca dijitalleşmenin getirdiği siber güvenlik risklerine ve dijital eşitsizlik sorunlarına da dikkat çekilmiş, teknolojiye dayalı afet yönetiminin toplumsal kapsayıcılık ilkeleriyle birlikte yürütülmesi gerektiği ileri sürülmüştür. Örnek olay analizleri ile teori desteklenmiş, Japonya, ABD ve Avrupa'dan dijital afet yönetimi örnekleri karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir.

Kaya (2019), Türkiye'de afet yönetimi süreçlerinde karar destek sistemlerinin kullanım düzeyini analiz etmiş ve mevcut eksiklikler doğrultusunda iyileştirme önerileri geliştirmiştir. Mevcut sistemlerin daha çok müdahale aşamasına odaklandığı; afet öncesi hazırlık ve afet sonrası iyileştirme süreçlerinde etkinliğinin sınırlı olduğu saptanmıştır. Çalışmada, çok kriterli karar verme yöntemlerinin entegrasyonu, coğrafi bilgi

sistemleriyle destekli lojistik planlama ve yapay zekâ destekli tahmin sistemleri gibi dijitalleşme odaklı öneriler geliştirilmiştir. Kaya (2019), afet yönetiminde kararların daha nesnel verilmesi için ÇKKV tekniklerinin sistematik olarak kullanılmasını önermektedir. Özellikle afet sonrası kaynak tahsisi, tahliye önceliklendirmesi gibi konularda AHP, TOPSIS, MOORA gibi yöntemlerin resmi prosedürlere dahil edilmesi gerektiğini savunmuştur. Türkiye'nin afet yönetiminde daha veri odaklı ve entegre bir yaklaşıma geçmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Özçelik'in (2019) çalışması, afet ve acil durum yönetiminde dijitalleşmenin etkilerini uluslararası örnekler üzerinden karşılaştırmalı bir şekilde değerlendirmektedir. Özellikle Japonya, ABD ve Avrupa Birliği ülkeleriyle Türkiye karşılaştırılmıştır. Çalışmada Türkiye'nin son on yılda dijitalleşme hamleleriyle önemli ilerlemeler kaydettiği ancak veri paylaşımı, kurumlar arası entegrasyon ve erken uyarı sistemlerinde hâlâ eksikler bulunduğu tespit edilmiştir. Ayrıca afet anında mobil uygulamalar ve yapay zekâ destekli lojistik sistemlerin kullanımının artırılması gerektiği belirtilmiştir.

Şahin (2019) Türkiye'nin sık karşılaştığı doğal afetler (özellikle depremler) bağlamında, ülkenin afet yönetimi stratejilerini analiz etmekte ve 2023 hedefleri doğrultusunda bütünleşik afet yönetimi yaklaşımının gerekliliğini vurgulamış ve bütünleşik afet yönetimi kavramı çerçevesinde risk azaltma, hazırlık, müdahale ve iyileştirme aşamalarını detaylandırmıştır. Türkiye'de afet yönetiminin genellikle kriz yönetimi odaklı uygulandığı, risk yönetimi aşamalarının ise yeterince etkin şekilde gerçekleştirilemediği tespit edilmiştir. On Birinci Kalkınma Planı doğrultusunda, 2023 yılı için belirlenen afet risk azaltma, afet önleme planlarının hazırlanması, sigorta sistemlerinin geliştirilmesi ve toplumun afet bilincinin artırılması gibi hedefler incelenmiştir. Bütünleşik afet yönetimi uygulamalarının ülkenin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine doğrudan katkı sağlayacağı vurgulanmıştır.

Partigöç ve Tarhan (2019) afet yönetimi bağlamında dijital bölünmenin etkilerini incelemiş ve özellikle Türkiye'deki kentlerde bilgi teknolojileri tabanlı afet uygulamalarının kullanıcılar arasında eşit şekilde yaygınlaşamamasının nedenlerini araştırmıştır. Sosyal medya, afetlere ilişkin kritik bilgilerin hızlı biçimde topluma ulaştırılmasına imkân sağlasa da, veri doğruluğu, kötüye kullanım ve erişim eşitsizlikleri

gibi riskleri beraberinde getirmektedir. Özellikle dezavantajlı grupların dijital araçlara erişimlerinin sınırlı olması, afet anındaki bilgi akışını daha da sorunlu hâle getirmektedir. Sosyal medya üzerinden yayılan yanlış bilgiler, afet yönetimini ciddi şekilde sekteye uğratabilmektedir. Türkiye'de AYDES ve TAMP gibi projeler geliştirilmiş olmasına karşın, özellikle afet anında halkın bu uygulamalardan yeterince faydalanamadığı gözlenmektedir. OECD'nin önerdiği şekilde, teknolojiye erişimin artırılması, eğitim girişimlerinin desteklenmesi ve uluslararası işbirliklerinin güçlendirilmesi, dijital eşitsizliğin giderilmesinde kritik öneme sahiptir.

Memiş ve Babaoğlu (2020), bütünleşik afet yönetimi yaklaşımı çerçevesinde risklerin sıfırlanamayacağı ancak etkin bir süreç yönetimi ile etkilerin azaltılabileceği gerçeğinden hareketle, özellikle teknoloji kullanımının afet yönetimi süreçlerindeki rolünü kapsamlı biçimde ele almıştır. Çalışmada, afet yönetimi dört ana aşamada (risk belirleme ve zarar azaltma, hazırlık, müdahale, iyileştirme) incelenmiş ve her bir aşamada teknolojinin sunduğu fırsatlar tartışılmıştır. Türkiye'de AFAD tarafından geliştirilen AYDES gibi CBS tabanlı afet yönetim sistemleri, kitle kaynaklı veri toplama girişimleri**,** taşkın erken uyarı sistemleri ve akıllı şehir uygulamaları örnek verilerek, teknoloji kullanımının son yıllarda arttığı, ancak henüz sistematik ve bütüncül entegrasyon düzeyinin düşük olduğu tespit edilmiştir.

Yılmaz (2020), afet yönetiminde etkin iletişim ve kurumlar arası iş birliği mekanizmalarını sistem teorisi perspektifiyle ele almaktadır. Çalışmada, afetlerle mücadelede yalnızca kurumsal yapının yeterli olmadığı; toplumun tüm kesimlerinin katılımını içeren kapsamlı bir sistem yaklaşımının gerekliliği vurgulanmaktadır. Modernleşmenin yarattığı yeni riskler nedeniyle, afetlerin yalnızca fiziksel etkilerinin değil, sosyal ve ekonomik sonuçlarının da yönetilmesi gerektiği savunulmaktadır. Araştırmada özellikle, stratejik iletişim yönetiminin afet sürecinde kurumlar arası sinerji yaratmadaki rolü tartışılmıştır. Metodolojik olarak çalışma, literatür taraması ve yarı yapılandırılmış mülakat tekniklerini birleştirmiştir. Türkiye'de afet yönetiminden sorumlu kurum temsilcileriyle yapılan görüşmeler sonucunda, mevcut durum analizi yapılmış ve öneri niteliğinde bir iletişim modeli geliştirilmiştir. Model, proaktif ve çift yönlü simetrik iletişim ilkelerine dayanmakta; kaynakların etkili kullanımını ve kurumsal iş birliğini merkeze almaktadır. Çalışmada önerilen modelin, Türkiye'deki afet yönetim

sistemine entegrasyonuyla, kriz anlarında bilgi akışının ve müdahale etkinliğinin önemli ölçüde artırılabileceği öngörülmektedir.

Ayaz (2021) afet yönetimi süreçlerinde YZ ve dijital teknolojilerin kullanımını hem Türkiye'den hem de dünya örneklerinden hareketle karşılaştırmalı olarak incelemektedir. Afet öncesi erken uyarı sistemlerinden afet anı müdahale operasyonlarına, afet sonrası iyileştirme çalışmalarına kadar YZ'nin ve dijitalleşmenin etkileri değerlendirilmiştir. Özellikle veri madenciliği, IoT, büyük veri analitiği ve uzaktan algılama teknolojilerinin afet risk yönetiminde yarattığı paradigma değişimine vurgu yapılmıştır. Çalışmada literatür taramasına ek olarak, vaka analizi yöntemi kullanılmıştır. Japonya, ABD ve Avrupa ülkelerinin başarılı dijital afet yönetimi uygulamaları Türkiye ile karşılaştırılmış, Türkiye'de dijitalleşme seviyesinin son yıllarda artış göstermesine rağmen veri bütünlüğü, sistem entegrasyonu ve yapay zekâ destekli karar mekanizmaları konularında halen ciddi iyileştirme alanları bulunduğu ortaya konmuştur. Ayrıca, afet risklerini yönetmek için sadece teknoloji yatırımı değil, toplumsal dijital okuryazarlığın artırılması gerektiği de güçlü bir bulgu olarak sunulmuştur.

Bostan ve Yaman Yüce (2021), 6 Şubat 2017 tarihinde Çanakkale'nin Ayvacık ilçesinde meydana gelen 5.3 büyüklüğündeki depremin ardından gerçekleştirilen afet lojistiği faaliyetlerini, sürece aktif katılmış birim yöneticileri ve uzmanların görüşleri aracılığıyla derinlemesine analiz etmiştir. Çalışmada nitel araştırma yöntemi kullanılmış; 13 yönetici ve uzman ile yarı yapılandırılmış mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler içerik analizi yöntemiyle değerlendirilmiştir. Bulgulara göre; yasal düzenlemelerin yeterli olduğu ancak uygulamada önemli sorunlar yaşandığı tespit edilmiştir. Acil durum yönetim merkezi hızlı kurulmuş, ancak birimler arası koordinasyon zaman almıştır. Elektrik, su, sıcak yemek, çadır ve battaniye gibi temel ihtiyaçlar hızla sağlanmış, ancak yardım malzemelerinde fazlalık ve dağıtımda adalet algısında sorunlar oluşmuştur. Bürokratik engeller nedeniyle afet konutlarının yapımında gecikmeler yaşanmıştır. Afet sonrası yardım sürecinde bazı STK ve özel kuruluşlar olumlu katkılar sağlamış; fakat bir kısmı reklam amaçlı faaliyetler yürütmüştür. Lojistik kayıt ve nöbet değişimlerinde ciddi aksaklıklar yaşanmamış, ancak kayıt sistemlerinin güçlendirilmesi gerektiği ifade edilmiştir. Malzeme stokları bazı bölgelerde yeterli bulunmuş; bazı yerlerde ise malzeme temini sonradan sağlanmıştır. Yardım operasyonlarında personel seçimi ve ekipman

hazırlığı genel anlamda planlı yürütülmüş, ancak beklenmedik durumlara tam hazırlıklı olunmadığı belirtilmiştir. Genel olarak yağma ve güvenlik sorunları yaşanmamış, güvenlik güçleri etkin görev yapmıştır.

Türkiye gibi afet riski yüksek ülkelerde afet lojistiğinin hem planlama hem de uygulama aşamalarında sürekli iyileştirme ihtiyacı bulunduğunu ileri süren çalışmada; tatbikat eğitimlerinin yaygınlaştırılması ve afet öncesi hazırlıkların güçlendirilmesi, kriz merkezlerinin yeri, ekip görev dağılımları ve iletişim mekanizmalarının afet öncesinde net bir şekilde planlanması, telsiz iletişimi gibi alternatif haberleşme yöntemlerinin yaygınlaştırılması, navigasyon sistemleri yerine afet bölgeleri için özel yönlendirme altyapılarının kurulması, cep telefonu sinyal verileri gibi büyük veri kaynaklarının afet sonrası hızlı değerlendirme ve kaynak planlaması için kullanılması, yardım malzemeleri dağıtımında şeffaf ve kayıtlı sistemlerin işletilmesi, adalet algısının titizlikle korunması önerilmiştir.

Can (2021) afet yönetiminde CBS kullanım potansiyelini ve İstanbul gibi yoğun kentleşmiş alanlarda nasıl etkili olabileceğini araştırmaktadır. Tezde, afet öncesi risk haritalarının hazırlanması, müdahale operasyonlarının yönlendirilmesi ve iyileştirme planlarının koordinasyonunda CBS teknolojisinin sağladığı avantajlar sistemli bir biçimde sunulmuştur. Araştırmada İstanbul'da riskli bölgeler belirlenmiş, mevcut CBS tabanlı afet yönetim uygulamaları analiz edilmiştir. Özellikle ulaşım altyapısının kesilmesi durumunda alternatif rotaların önceden CBS verisi ile planlanmasının hayati olduğu vurgulanmıştır. Çalışma, afet yönetiminde CBS altyapısının genişletilmesi, veri güncelliğinin sağlanması ve farklı kurumlar arasında veri paylaşım protokollerinin standartlaştırılması gerektiğini önermektedir.

Demirci (2021) İzmir ilinde yaşayan bireylerin afetlere ilişkin temel bilgi ve bilinç düzeyini ölçmüş ve bu ölçüm sonuçlarını kamu kurumlarının bölgesel afet planlamalarına katkı sağlayacak şekilde sayısallaştırmıştır. İzmir kent yerleşiklerinin afetlere ilişkin genel bilgi ve bilinç düzeyi düşük bulunmuştur. Özellikle afet toplanma alanları bilgisi, afet risklerinin farkındalığı ve afet politikasını yürüten kurumlar hakkında bilgi düzeyleri yetersizdir. Eğitim seviyesi yükseldikçe bilgi ve bilinç düzeyi artarken; yaşın artması ve gelir düzeyinin düşmesi bilgi ve bilinç düzeyini olumsuz etkilemiştir. Ancak daha önce

afet yaşamış olmak bilgi düzeyinde anlamlı bir farklılık yaratmamıştır. Bireylerin büyük çoğunluğunun evlerinde afet çantası bulundurmadığı, eşyalarını sabitlemediği ve afet sigortasına sahip olmadığı saptanmıştır. İkincil ilişkilerin yaygınlığı ve iletişim eksikliği nedeniyle afetlerde dayanışma düzeyinin düşük olduğu tespit edilmiştir. Afet eğitim programlarının sistematik ve ülke genelinde yaygınlaştırılması, medyada afet bilgilendirme kampanyalarının artırılması, ilkokul ve ortaokul düzeyinden başlayarak afet bilinci eğitimlerinin verilmesi, sivil toplum kuruluşlarının sürece daha fazla dahil edilmesi ve afet yönetimi bilgi sistemlerinin geliştirilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Demirtaş (2021) Türkiye'de mevcut erken uyarı sistemlerinin etkinliğini incelemekte ve gelişime açık yönlerini analiz etmektedir. Afetlerin, özellikle depremler, seller ve orman yangınları gibi olayların zararlarını azaltmada erken uyarı mekanizmalarının kritik rol oynadığı vurgulanmıştır. Araştırmacı, çalışmasında afet risklerinin azaltılması için erken uyarı sistemlerinin hem teknolojik hem de yönetsel düzeyde güçlendirilmesi gerektiğini ileri sürmüştür. Çalışmada yöntem olarak mevcut sistemlerin doküman incelemesi yapılmış ve afet yönetimi alanında çalışan uzmanlarla derinlemesine mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Bulgular, Türkiye'deki erken uyarı sistemlerinin teknik altyapısının bazı afet türlerinde güçlü (örneğin meteorolojik uyarılarda), bazı afet türlerinde ise (örneğin ani depremler) yetersiz olduğunu göstermektedir. Tezde, erken uyarı ağlarının ülke geneline yayılması, halk bilgilendirme mekanizmalarının güçlendirilmesi ve çok kanallı iletişim stratejilerinin geliştirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Şahin (2021) Türkiye'deki mevcut afet bilgi sistemlerini analiz etmekte ve bu sistemlerin etkinliğini artırmaya yönelik iyileştirme önerileri geliştirmektedir. Tezde afet bilgi yönetiminin; veri toplama, analiz, paylaşım ve kullanıma sunma aşamalarının tümüyle ele alınması gerektiği savunulmuştur. Araştırmada, Türkiye'de afet bilgi sistemlerinin kurumsal bazda geliştiği ancak farklı kurumlar arasında veri bütünlüğü ve standardizasyon eksikliklerinin bulunduğu ortaya konulmuştur. Çalışma, afet bilgi sistemlerinde açık veri politikalarının benimsenmesi, veri paylaşım protokollerinin oluşturulması ve yapay zekâ tabanlı analiz yeteneklerinin güçlendirilmesi gerektiğini önermektedir.

İşbir ve Kaya (2022) afet yönetiminde yapay zekâ teknolojilerinin kullanılabilirliğini ve özellikle Güvenlik ve Acil Durum Koordinasyon Merkezi (GAMER)'in bu süreçteki rolünü incelemiştir. Türkiye'nin deprem kuşağında yer alması nedeniyle, afet öncesi risk tespitinde ve afet sonrası kriz yönetiminde yeni teknolojilere yönelme ihtiyacı vurgulanmıştır. Türkiye'de yapay zekânın afet yönetimi bağlamındaki gelişimi incelenirken GAMER'in hukuki altyapısı ve organizasyon yapısı da analiz edilmiştir. Sonuçta, yapay zekânın etkin kullanımının devletin idari sorumluluğunu azaltabileceği ve afet yönetiminde daha hızlı, verimli, insan hatasından arındırılmış süreçler oluşturabileceği savunulmaktadır.

Dadak (2023) akıllı şehirlerde acil durum yönetimi konusunu ele almış, Trabzon Akçaabat ilçesinde akıllı teknolojilerin afet risklerinin azaltılması ve acil müdahale süreçlerinde kullanımı üzerine odaklanmıştır. Nesnelerin interneti, büyük veri ve bulut bilişim gibi teknolojiler aracılığıyla daha etkili erken uyarı sistemleri ve müdahale stratejileri geliştirmenin mümkün olduğu gösterilmiştir. Ayrıca, risk iletişimi ve sürdürülebilir kalkınma vurgulanmıştır

Doğan (2023) Malatya-Battalgazi örneğinde acil toplanma alanlarının bütünleşik afet yönetim sistemi çerçevesinde planlama kriterlerine uygunluğu analiz edilmiştir. Kullanılabilirlik, erişilebilirlik ve güvenlik kriterleri çerçevesinde yapılan değerlendirmede, mevcut alanların erişim ve kullanım açısından dezavantajlı olduğu; güvenlik kriterlerinde ise daha olumlu bir tablo sergilediği belirlenmiştir. Planlama ölçütlerinin göz ardı edilmesi durumunda afet anında ciddi yetersizlikler yaşanabileceği vurgulanmıştır.

Duman (2023) Erzurum ili Palandöken ilçesinde PTT A.Ş. ve AFAD arasındaki afet lojistik koordinasyonunu incelemiştir. AHP ve EDAS yöntemleri kullanılarak geçici barınma alanı için en uygun lokasyon seçilmiştir. Sonuçlara göre, ulaşım kriteri ve karayolu durumu en kritik faktörler olarak ön plana çıkmış, AFAD İl Müdürlüğü ile Tokiler arasındaki alan en uygun yer olarak belirlenmiştir. Kurumlar arası koordinasyonun afet yönetiminin başarısında temel rol oynadığı vurgulanmıştır

Genç ve Atabey (2023), Bartın ilinde yaşanan sel felaketleri örneği üzerinden, afet lojistiği süreçlerinde başarıyı etkileyen temel faktörleri belirlemiştir. Çalışmada, afet

lojistik yönetiminin yalnızca malzeme ve insan taşımaktan ibaret olmadığı, aynı zamanda afetin farklı evrelerinde stratejik planlama, etkili koordinasyon ve teknoloji kullanımını da içeren karmaşık bir süreç olduğu vurgulanmaktadır. Afet lojistiğinde başarıyı etkileyen temel faktörler hazırlık planlaması, koordinasyon ve iletişim, depolama ve stok yönetimi, ulaşım sistemlerinin güvenilirliği, personel ve ekipman yönetimi, teknoloji kullanımı olarak belirlenmiştir.

Karaca (2023) afet yönetiminde stratejik yaklaşımı ve yapay zeka teknolojilerinin bu süreçlerde nasıl kullanılabileceğini araştırmıştır. Araştırmacıya göre ffetlerin etkilerinin azaltılması ve yönetilmesinde stratejik afet yönetimi kaçınılmazdır. Bu stratejik çerçevenin geliştirilmesinde ve uygulanmasında yapay zeka teknolojilerinden yararlanmak, kaynak kullanımının etkinliğini artıracaktır. Afetlerin gerçekleşme olasılığı yapay zeka algoritmaları ile öngörülebilir. Tehlike haritaları, risk skorlamaları ve erken uyarı sistemleri geliştirilebilir. Arama kurtarma robotları, afet bölgelerinin dronlarla taranması ve müdahale planlarının yapay zeka destekli optimize edilmesi mümkündür. Büyük veri analizi ile hasar tespiti, kaynak tahsisi ve yeniden yapılanma süreçleri hızlandırılabilir.

Diktaş Yerli (2023) 2002–2023 yılları arasında YÖK Ulusal Tez Merkezi'nde kayıtlı 282 lisansüstü çalışmanın verileri incelenmiş, bibliyometrik analiz kapsamında tezlerin yıllara, üniversitelere, ana bilim dallarına, yöntemlerine ve anahtar kelimelerine göre dağılımları incelenmiş; tematik analiz kapsamında ise tez başlıklarından hareketle ana temalar ve alt temalar belirlenmiştir. İncelenen 282 çalışmanın %85'i yüksek lisans, %15'i doktora tezidir. En yoğun tez üretimi 2019, 2020 ve 2021 yıllarında gerçekleşmiştir. Çalışmalarda en sık kullanılan araştırma yöntemi nicel yöntemlerdir. Anahtar kelimeler arasında en çok tekrar edenler "afet", "afet ve/veya kriz yönetimi", "risk" ve "acil durum" olmuştur. Tez başlıkları üzerinden yapılan tematik analiz sonucunda altı ana tema belirlenmiştir. Yönetim temasında afet yönetimi uygulamaları, sorumluluk paylaşımı, afet bilinci ve hazırlık süreçleri; hukuk temasında kentsel dönüşüm ve 6306 Sayılı Kanun kapsamında afet hukuku değerlendirmeleri; eğitim-öğretim temasında afet eğitimi ve afet eğitim programlarının değerlendirilmesi; sağlık temasında afetlerde sağlık hizmetlerinin yönetimi ve sağlık çalışanlarının afet bilinci; psiko-sosyal yaklaşım temasında afetlerin bireyler üzerindeki psikolojik ve sosyal etkileri ile destek

hizmetleri; din temasında afetlere karşı dini tutumların incelenmesi konuları ön plana çıkmıştır.

Araştırmacıya göre sosyal bilimler alanında afet konulu lisansüstü tezlerin sayısının son yıllarda artmakla birlikte, belirli ana bilim dallarında yoğunlaştığını ve bazı alanlarda (örneğin sosyoloji, psikoloji) yeterince çalışma yapılmadığını ortaya koymuştur. Ayrıca, afet olgusunun yalnızca teknik değil, sosyal boyutlarıyla da ele alınmasının gerekli olduğu vurgulanmaktadır. Afetlerin çok boyutlu etkilerine etkin şekilde müdahale edebilmek için, sosyal bilimler perspektifinden yürütülecek disiplinler arası çalışmaların artırılması önerilmektedir.

Selim (2023), blokzincir teknolojisinin afet kriz yönetimi evresinde sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi üzerindeki etkisini değerlendirmektedir. DEMATEL ve ELECTRE yöntemleri kullanılarak yapılan analizde, güvenliğin en önemli kriter olduğu ve kriz yönetimi safhasında özellikle yeniden yapılanma sürecine entegrasyonun kritik olduğu ortaya konulmuştur. Blokzincir teknolojisinin afet alanında şeffaf bilgi paylaşımı, kaynak yönetimi ve süreç güvenilirliğini artırarak lojistik darboğazları azaltmada önemli bir araç olduğu sonucuna varılmıştır

Toraman, Merdivenci ve Tekin (2023), afet lojistiği süreçlerinde kaynak kullanımının optimizasyonu ve sürdürülebilirliğin artırılması amacıyla tersine lojistik uygulamalarının rolünü incelemiştir. Araştırmada özellikle KIZILAY örneği üzerinden, afet sonrası kullanılabilir yardım malzemelerinin —özellikle çadırların— geri kazanımı ve tekrar kullanımı süreçleri ele alınmıştır. Araştırmada, KIZILAY'ın mevcut tersine lojistik süreci detaylı şekilde analiz edilmiştir. Süreçte çadırların kullanımdan sonra toplanması, duruma göre bakım ve onarım süreçlerinden geçirilmesi ve tekrar kullanıma verilmesi için bir model önerilmiştir. Uzman görüşlerine dayanarak önerilen sistemin faydalı, uygulanabilir ve sürdürülebilir olduğu değerlendirilmiştir.

Dindarik ve Atabey-Bölük (2024), depremler başta olmak üzere doğal afetler sonrasında lojistik faaliyetlerin nasıl daha etkin ve sürdürülebilir hale getirilebileceğini tartışmakta, ayrıca afet lojistiğinde dijital dönüşüm ve ileri teknoloji uygulamalarının gelecekteki rolünü ele almaktadır. Özellikle, afet lojistiği uygulamalarının planlama, hazırlık, müdahale ve iyileştirme aşamalarında dijital teknolojilerin entegrasyonu incelenmiştir.

Teknoloji kullanımı açısından; insansız araçlar (dronelar, otonom kamyonlar) ile hızlı hasar tespiti ve acil yardım ulaştırılması, IoT teknolojileri ile gerçek zamanlı lojistik izleme ve kaynak yönetimi, büyük veri ve yapay zeka kullanımı ile afet tahminleri, risk haritaları ve müdahale önceliklendirmesi, RFID ve barkod sistemleri ile afet sonrası malzeme ve yardım takibinin hızlandırılması, CBS ile hasar tespiti, tahliye yollarının belirlenmesi ve afet müdahale ekiplerinin yönlendirilmesi, artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik teknolojileri ile afet senaryolarına yönelik eğitimler ve tatbikatlar yapılması vurgulanmıştır. Araştırmacılara göre afet lojistiği süreçlerinde esneklik, veri odaklı karar alma ve yenilikçi teknolojiler temel belirleyiciler olacaktır. Ancak, teknolojik çözümlerin yanında kurumsal kapasite geliştirme, toplumsal bilinçlendirme ve uluslararası işbirliği de aynı derecede önem taşımaktadır.

Dellaloğlu (2024) afetlerde etkili yönetimin ve korunma yöntemlerinin önemine odaklanmaktadır. Toplumun afet bilincini artırmanın, risklerin azaltılmasında kritik bir rol oynadığı savunulmaktadır. Ayrıca, acil durum planlarının oluşturulması, güvenli alanların belirlenmesi ve koordinasyon mekanizmalarının güçlendirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Toplumsal farkındalık ve bireysel hazırlık düzeyinin afet zararlarını doğrudan etkilediği ifade edilmektedir.

Demirci (2024) Türkiye'nin afet risklerine karşı mevcut yönetim sistemlerini ve risk azaltma stratejilerini analiz etmektedir. 2000-2019 yılları arasında dünya genelinde afetlerin artan etkileri EM-DAT verileriyle desteklenerek sunulmuştur. Çalışmada afet yönetimi dört aşamalı (risk azaltma, hazırlık, müdahale, iyileştirme) bir döngü çerçevesinde ele alınmış; özellikle Türkiye'nin risk azaltmaya öncelik vermesi gerektiği vurgulanmıştır. Sosyal ve ekonomik kırılganlıkların azaltılması için sürdürülebilir kalkınma politikalarının afet yönetimiyle entegre edilmesi önerilmektedir.

Dinsel (2024) Türkiye'nin doğal afet lojistiği süreçleri ve 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri örneklenerek incelenmiştir. Çalışmada afet lojistiği dört temel aşamada (risk azaltma, hazırlık, müdahale, iyileştirme) ele alınmış ve bu aşamalardaki eksiklikler değerlendirilmiştir. Türkiye'nin afet lojistiğinde zaman yönetimi, koordinasyon ve iletişim eksiklikleri nedeniyle ciddi darboğazlar yaşadığı vurgulanmaktadır. Çözüm olarak, afet lojistiği yönetiminde çok aktörlü koordinasyon mekanizmalarının

güçlendirilmesi ve önceden belirlenmiş lojistik merkezlerin aktif hale getirilmesi önerilmiştir.

Ekkazan (2024) derin öğrenme tabanlı segmentasyon teknikleri kullanılarak deprem sonrası uydu görüntülerinden hasarlı bölgelerin tespit edilmesi hedeflenmiştir. 6 Şubat 2023 Türkiye depremleri örnek alınarak Planet Labs verileri kullanılmış ve Mask R-CNN mimarisi gibi gelişmiş algoritmalarla veri işlenmiştir. Çalışma, afet sonrası hasar analizi süreçlerinin hızlandırılabileceğini ve özellikle afet lojistiği planlamasında veri odaklı karar almanın etkinliğini vurgulamaktadır. Derin öğrenmenin doğruluk oranı, sahadaki gözlemsel yöntemlere kıyasla önemli ölçüde yüksek bulunmuştur. Bu da dijital afet yönetim sistemlerinde yapay zeka entegrasyonunun kritik olduğunu göstermektedir.

Karacan (2024) afet yönetiminde İHA'ların kullanım alanlarını ve etkinliğini incelemektedir. Özellikle deprem, sel ve orman yangınları gibi afetlerde İHA'ların arama-kurtarma operasyonlarını hızlandırdığı, durum tespiti ve hasar analizinde kritik rol üstlendiği belirtilmiştir. Çalışmada, İHA kullanımının sağladığı avantajlar arasında düşük maliyet, hızlı veri toplama kapasitesi ve erişilemeyen bölgelere müdahale imkânı öne çıkmaktadır. Bununla birlikte, veri güvenliği, hava sahası düzenlemeleri ve eğitimli operatör eksikliği gibi sınırlılıklara da dikkat çekilmiş, bu sorunların çözümüne yönelik politika önerileri sunulmuştur.

Öztürk (2024) yapay zekâ ve büyük veri teknolojilerinin afet risk yönetiminde nasıl kullanıldığı sistematik bir biçimde incelenmiştir. Uydu görüntüleri, hava durumu verileri, sosyal medya verileri gibi çoklu veri kaynaklarının, yapay zekâ algoritmalarıyla analiz edilerek erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesine nasıl katkı sağladığı örneklerle açıklanmıştır. Çalışma, büyük veri setlerinin doğru analiz edilmesi durumunda, afetlere müdahale süresinin %25 oranında azaltılabileceğini göstermektedir. Ayrıca afet yönetimi süreçlerinde makine öğrenmesi algoritmalarının hasar tespiti, kaynak tahsisi ve risk haritalama alanlarında devrim yarattığı ileri sürülmektedir.

Türkmen (2024) afet yönetimi alanında blokzincir teknolojisinin potansiyel kullanım alanlarını ele almaktadır. Blokzincir teknolojisinin özellikle afet sonrası insani yardım süreçlerinde şeffaflık, izlenebilirlik ve güvenilirlik sağladığı ileri sürülmektedir. Çalışma, blokzincir tabanlı sistemlerin afet sonrası bağış yönetimi, tedarik zinciri optimizasyonu

ve kimlik doğrulama süreçlerinde kullanılarak mevcut uygulamalara kıyasla %30 daha yüksek verimlilik sağladığını göstermektedir. Bununla birlikte, teknik altyapı eksikliği ve düzenleyici çerçeve yetersizliği gibi zorluklara da işaret edilmiştir.

Adalı (2025) büyük depremlerin yüzey deformasyonlarını tespit etmek için Sentinel-1 uydu verileri ve Diferansiyel İnterferometrik Radar (DInSAR) yöntemleri kullanılarak web tabanlı bir bilgi arayüzü geliştirilmiştir. 2023 Kahramanmaraş depremleri gibi olaylar analiz edilerek, yüzey değişimlerinin doğru ve hızlı şekilde modellenebileceği gösterilmiştir. Uydu tabanlı sistemlerin afet yönetiminde kritik bir veri kaynağı sunduğu ortaya konulmuştur.

Demiralay (2025) afet yönetiminde toplumsal dayanıklılık kavramının, çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleriyle nasıl değerlendirilebileceğini incelemektedir. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ve TOPSIS gibi yöntemler kullanılarak, afetlere karşı dirençli toplumların oluşturulmasına katkı sağlayacak stratejiler belirlenmiştir. Sendai Çerçevesi'nden hareketle toplumun afetlere hazırlıklı hale getirilmesi hedeflenmiştir.

Karahan (2025) afet risklerinin değerlendirilmesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknolojilerinin etkin kullanımını tartışmaktadır. Deprem, heyelan ve sel riskleri için coğrafi verilerin katmanlaştırılması ve analiz edilmesi ile risk haritalarının üretilebileceği gösterilmiştir. Özellikle kent planlaması ve afet yönetimi politikalarının CBS tabanlı risk analizlerine dayanmasının, kayıpları azaltmada stratejik bir yaklaşım olduğu savunulmuştur.

Kılıç (2025) Türkiye'de erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesi ve afet yönetimine olan katkılarını analiz etmiştir. Deprem, sel ve yangın gibi afetlerde erken uyarı sistemlerinin kritik olduğu, bu sistemlerin zamanında tahliye ve kaynak planlaması yapılmasına imkân verdiği ortaya konulmuştur. Ayrıca, afet zararlarının azaltılmasında erken uyarının etkinliği örnek olaylarla desteklenmiştir.

Topuz (2025) afet lojistiğinde yeni nesil teknolojilerin (yapay zekâ, blokzincir, IoT, drone'lar) kullanımını incelemektedir. Özellikle afet sonrası yardım zincirinin hızlandırılmasında yapay zekâ destekli rota optimizasyon sistemlerinin ve blokzincir

tabanlı şeffaf bağış yönetimi platformlarının kritik rol oynadığı vurgulanmaktadır. Tezde, Türkiye'de afet lojistiği için geliştirilen örnek senaryolar da sunulmuştur.

Yıldırım (2025) afet yönetiminde büyük veri kullanımının etkinliğini değerlendirmektedir. Uydu görüntüleri, sensör verileri ve sosyal medya verilerinin birlikte analiz edilmesiyle afetlere daha hızlı müdahale edilebildiği gösterilmiştir. Ayrıca, yapay zekâ algoritmalarıyla afet hasar tahminlerinin doğruluğunun artırıldığı ve kaynak tahsisinin optimize edildiği ifade edilmiştir.

Afet ve insani yardım lojistiği hakkında 2020 yılına kadar yaklaşık 900 çalışma yapılmış özellikle 2016-2019 yılları arasında yapılan çalışma sayısının yoğunluğunun arttığı belirtilmiştir. 2018 yılında 174, 2017 yılında 129 ve 2016 yılında 155 çalışma yapılarak diğer yıllarda yapılan çalışma sayılarının üzerine çıkmıştır. Bununla birlikte bu çalışmalara yapılan toplam atıf sayısı 8753 adet olmuş ve bu sayı yapılan çalışmaların niteliklerinin de yüksek olduğunu ortaya çıkarmıştır (Erturgut ve Yılmaz, 2019: 114).

Erturgut ve Yılmaz (2019) yapmış olduğu çalışma neticesinde afet ve insani yardım lojistiği hakkında yapılan çalışmaların yayınlayan alanların ayrımı ile ilgili olarak bu konuda en çok içerik sağlayan alanlar sırasıyla işletme ve ekonomi, işletme, yöneylem araştırması ve yönetim Bilimi ve mühendislik olarak ortaya çıkmıştır. Yapılan çalışmada Afet ve İnsani Yardım Lojistiği alanında yayın yapan yazarlardan P. Tatham: 39, B. Vıtoriano: 16, Wassenho ve Van: 16, J. Goentzel: 15, G. Tirado: 15, WJ. Gutjahr: 13 kez atıf almıştır.

Afet ve insani yardım lojistiği konularında 2000'li yıllarda en çok çalışma yapan ülkeler sırasıyla toplam 286 makale ile ABD, ikinci olarak 74 çalışma sayısı ile Türkiye, toplamda 71 makale çalışması ile Fransa ve 61 çalışmayla Avustralya gelmektedir. Yapılan araştırmada ayrıca ABD en çok ortak çalışmaya yapılan ülke olarak belirlenmiş olup bu durum afet ve insani yardım lojistiği konusunda alana yön veren ülke olarak Amerika Birleşik Devletleri'ni ön plana çıkarmaktadır (Erturgut ve Yılmaz, 2019: 116). Türkiye açısından ise ülkemizde çok sayıda yaşanılan felaketlerin temellendirilmesi adına ve sonrasında bu acıların tekrarlanmaması ya da etkilerinin azaltılması adına akademik anlamda çalışmaların bu yüzyılda artmış olduğunu göstermektedir.

Afet ve insani yardım lojistiği konularında yapılan çalışmaların kurumlara göre dağılım ise şu şekildedir; afet ve insani yardım lojistiği hakkında en çok yayın yapan kurumlarda ilk sırada 52 çalışma ile Endüstri mühendisliği bölümü gelmektedir. Endüstri mühendisliği açık ara en çok çalışma yapan kurum olmuştur. INSEAD (Institut Europeen D'administration des Affaires) 26 çalışma ile ikinci sırada gelmektedir. Tahran Üniversitesi 15 makale ile üçüncü sırada bulunmaktadır. 14 çalışma ile Finlandiya Ekonomi Okulu takip etmektedir. Kurumlar arası ortak çalışma açısından incelendiğinde ise INSEAD en yüksek yoğunluğa sahip olan okul olarak karşımıza çıkarak afet ve insani yardım lojistiği konusunda öncü kurum olarak rol aldığını belirtilebilir (Erturgut ve Yılmaz, 2019: 118).

Mermertaş (2024) Web of Science (WoS) ve Scopus veri tabanlarında "humanitarian logistics" anahtar kelimesini kullanarak 2013–2023 yılları arasında yapılan bilimsel yayınları sistematik olarak analiz etmiştir. Bibliyometrik analiz yöntemi kullanılarak yayın sayıları, atıf eğilimleri, üretken yazarlar, çalışmalara katkı yapan ülkeler ve kurumlar ile en sık kullanılan anahtar kelimeler değerlendirilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre; insani yardım lojistiğine yönelik yayınlarda özellikle 2021 yılında belirgin bir artış yaşanmıştır. Çalışmaların atıf sayıları ise 2016–2017 döneminde zirve yapmıştır. En üretken yazarlar arasında Khan, M., Kovacs, G., ve Tatham, P. yer almıştır. Ancak yayın başına en yüksek atıf ortalamasına Alborez, P. sahiptir. İnsani yardım lojistiği çalışmaları en çok işletme, yönetim, muhasebe, mühendislik ve yöneylem araştırması disiplinlerinde yoğunlaşmıştır. En çok yayın yapan ülkeler arasında İngiltere, ABD, Hollanda ve Çin bulunmaktadır. İngiltere'nin hem yayın hem de atıf sayısında lider olduğu görülmüştür. Anahtar kelime analizinde "supply chain", "disaster management", "natural disaster" ve "COVID-19" kavramları ön plana çıkmıştır.

Çalışmada ayrıca Türkiye özelinde insani yardım lojistiği alanında yapılan tezler, makaleler ve konferans bildirileri taranarak, ülkemizdeki akademik gelişmeler de kapsamlı bir şekilde ele alınmıştır. Türkiye'de de bu alandaki ilginin 2015 sonrası özellikle artış gösterdiği ve en çok yüksek lisans tezlerinde işlendiği görülmüştür.

Çalışmanın bundan sonraki bölümünde afet ve insani yardım lojistiğinin ülkemizdeki gelişimini göstermek adına konunun yıllara göre ele alınışı ve ele alan kurumlara daha

detaylı olarak yer verilecektir. YÖK Ulusal Tez Merkezine "Afet Yönetimi", "Afet Lojistiği" ve "İnsani Yardım Lojistiği" yazılarak elde edilen çalışma sayıları Tablo 9'da gösterilmektedir.

Tablo 9. Ulusal Tez Merkezinde Yer Alan Çalışmalar (Öztürkel, 2021)

Konu	Adet
Afet Yönetimi	344
Afet Lojistiği	24
İnsani Yardım Lojistiği	19

Aşağıdaki tabloda tezlerin yıllara göre dağılımı gösterilmiştir.

Tablo 10. Tezlerin Yıllara Göre Dağılımı (Öztürkel, 2021)

Yıl	Adet
2001	1
2002	1
2003	2
2004	5
2005	4
2006	4
2007	8
2008	9
2009	9
2010	12
2011	10
2012	14
2013	13
2014	19
2015	24
2016	18
2017	19
2018	32
2019	79
2020	44
2021	5
2022	19
2023	27
2024	10

Yapılan çalışma sonucunda ülkemizde en çok çalışma yapılan yılın 2019 olduğu ortaya çıkmaktadır. 2019 yılı aynı zamanda bu afet ve insani yardım lojistiği kavramlarının tüm dünyada en çok çalışma yapılan dönemi olması bir başka dikkat çeken noktadır.

Türkiye'de afet ve insani yardım lojistiği konusu hakkında yapılan ilk tez çalışması 2001 yılında gerçekleştirilmiştir. Ülkemiz 20. Yüzyıl boyunca birçok doğal afet yaşamış olmasına rağmen akademik anlamda bu konuda yapılan çalışmanın 2001 yılına kalması geç kalınmış bir durum olarak görünebilir. Ancak 2001 yılından önce gerçekleşen 1999 depremi doğal afetler konusunda ülkemiz araştırmacılarının bu yöne doğru kaymasına neden olmuş ve yeni yüzyılla beraber alanda çalışma sayıları artmıştır.

Afet yönetimi, insani yardım lojistiği konuları hakkında en çok çalışma yapan üniversiteler sırasıyla İstanbul Teknik Üniversitesi, Gümüşhane Üniversitesi ve Dokuz Eylül Üniversitesidir. Bu alanlarda en çok çalışma yapılan şehirler ise sırasıyla İstanbul, Ankara, İzmir, Gümüşhane ve Çanakkale şehirleridir. Ankara, İstanbul ve İzmir'de birçok üniversite olması sebebiyle çok fazla çalışma yapılması normal olarak karşılanırken Gümüşhane ve Çanakkale'de yalnızca tek bir devlet üniversitesi olmasına rağmen afet yönetimi konusunda bünyelerinde bulunan afet yönetimi bölümleri sebebiyle çok önemli olup literatüre büyük katkı sağlamışlardır. Alan ile alakalı tezlerin yayınlandığı enstitüler ise en çok Fen Bilimleri olarak karşımıza çıkarken ikinci sırada Sosyal Bilimler Enstitüsü yer almaktadır.

Yaman ve Çakır (2018) tarafından vurgulanan dijitalleşme süreci, afet lojistiğinde etkin bilgi yönetimi ve operasyonel hızın artırılması açısından kritik fırsatlar sunmaktadır. Bilgi ve iletişim teknolojilerinin afet yönetimine entegrasyonu sayesinde, risk bölgeleri önceden tespit edilmekte, lojistik operasyonlar için ihtiyaç analizi yapılmakta ve müdahale planları daha doğru biçimde oluşturulabilmektedir. Bu durum, afet lojistiğinde hazırlık aşamasının güçlenmesini sağlamakta ve afet anında kaynakların doğru yer ve zamanda kullanılmasına imkân tanımaktadır.

Yaman ve Çakır'ın (2018) işaret ettiği gibi, teknolojik altyapıdaki kırılganlıklar afet lojistiğinin sürdürülebilirliği açısından önemli riskler doğurmaktadır. Özellikle elektrik ve iletişim altyapısının zarar gördüğü durumlarda, akıllı lojistik sistemlerinin devre dışı kalabileceği öngörülmelidir. Bu nedenle afet lojistiği planlamalarında alternatif iletişim

ağları (örneğin uydu iletişim sistemleri) ve manuel müdahale senaryoları da hazır bulundurulmalıdır. Ayrıca, yerel yönetimlerin afet lojistiği kapasitesinin güçlendirilmesi ve veri paylaşım protokollerinin AFAD ile entegre şekilde yapılandırılması, lojistik darboğazların önlenmesi için kritik öneme sahiptir. Son olarak, akıllı mobil uygulamaların afet zamanında halkın doğru bilgiye ulaşmasını sağlaması, hem afet lojistiğinde ihtiyaç belirleme sürecini hızlandırmakta hem de toplumsal dayanıklılığı artırmaktadır.

5. YÖNTEM

Doğal afet lojistiğinde yeni nesil teknolojilerin kullanımını değerlendirmek amacıyla yürütülen bu araştırmada, nitelikli uzman görüşlerine dayalı olarak çok kriterli karar verme (ÇKKV) tekniklerinden yararlanılmıştır. Çalışmada, afet yönetimi süreçlerinde farklı teknolojilerin göreli önemini ve birbirleriyle olan etkileşim düzeylerini sistematik bir biçimde ortaya koyabilmek için AHP ve DEMATEL yöntemleri bir arada kullanılmıştır. Bu yöntemlerin seçimi, hem kriterlerin bireysel önceliklendirilmesi hem de aralarındaki neden-sonuç ilişkilerinin kavramsal bir ağ içinde analiz edilmesini mümkün kıldığı için tercih edilmiştir.

Araştırma, İzmir ili örnekleminde afet yönetimi, insani yardım lojistiği ve teknoloji entegrasyonu alanlarında deneyimli uzmanlardan elde edilen veriler temelinde yürütülmüştür. Veri toplama süreci, yapılandırılmış anketler aracılığıyla gerçekleştirilmiş, analizler ise matematiksel tutarlılığı sağlamak amacıyla AHP ve DEMATEL metodolojilerinin adım adım uygulanmasıyla tamamlanmıştır. Bu bölümde, araştırmanın modeli, evren ve örneklem özellikleri, veri toplama süreci ve veri çözümleme teknikleri detaylı bir şekilde açıklanarak, çalışmanın bilimsel geçerliliği ve güvenilirliği desteklenmiştir.

5.1 Araştırma Modeli

Bu çalışma, doğal afet lojistiği süreçlerinde yeni nesil teknolojilerin etkinliğini değerlendirmek amacıyla tasarlanmış nicel bir araştırmadır. Çalışmada çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ve Karar Verme Deneme ve Değerlendirme Laboratuvarı (DEMATEL) yöntemleri birlikte kullanılmıştır. Bu yöntem kombinasyonu, hem kriterlerin göreli önem ağırlıklarının belirlenmesine hem de kriterler arasındaki neden-sonuç ilişkilerinin sistematik olarak ortaya konulmasına imkân tanımaktadır. Araştırma modeli, afet lojistiğinde kritik teknolojilerin hem bireysel katkı düzeylerini hem de birbirleri üzerindeki etkileşimlerini bütüncül bir şekilde analiz etmeye yöneliktir.

Bu araştırmanın metodolojik çerçevesi, doğal afet lojistiğinde kullanılan yeni nesil teknolojilerin çok kriterli karar verme teknikleriyle sistematik biçimde analiz edilmesini esas almaktadır. İlk aşamada, kapsamlı bir literatür taraması gerçekleştirilmiş ve afet yönetimi uygulamalarında öne çıkan teknolojiler belirlenmiştir. Bu teknolojilerin değerlendirilmesinde üç temel boyut esas alınmıştır: risk yönetimi kapasitesi, kriz anı müdahale etkinliği ve sistem içindeki etkileşim rolleri. Ardından, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemi kullanılarak afet türlerinin (deprem, sel, orman yangını) oluşturduğu lojistik risklerin ve krizlerin göreli önem düzeyleri uzman görüşleriyle ağırlıklandırılmıştır. Bu adımda amaç, çalışmanın önceliklendirme sürecine temel oluşturacak bağlamsal risk yapısını ortaya koymaktır.

İkinci aşamada, belirlenen teknolojilerin birbirleriyle olan ilişkileri DEMATEL yöntemiyle analiz edilmiş ve her bir teknolojinin sistemde neden-sonuç yapısındaki yeri belirlenmiştir. Nedensel etki düzeyi belirli bir eşik değerin üzerinde kalan teknolojiler, ikinci bir AHP uygulaması ile tekrar değerlendirilmiş; bu sayede hem sistemsel etkisi yüksek hem de operasyonel önemi fazla olan teknolojiler ön plana çıkarılmıştır. Son aşamada, ilk AHP'den elde edilen risk ve kriz türü ağırlıkları ile ikinci AHP'den gelen teknoloji ağırlıkları çarpılarak nihai karar matrisi oluşturulmuştur. Bu matrise dayalı olarak İzmir ili özelinde, mevcut afet yapısı ve kurumsal kapasite dikkate alınarak teknolojilerin uygulanabilirliği analiz edilmiştir. Böylece yalnızca teorik sıralama değil, aynı zamanda yerel bağlama duyarlı bir karar destek modeli geliştirilmiştir.

Araştırma modelinin genel akışı şu şekilde özetlenebilir:

(1) Araştırma Tasarımı ve Yöntemsel Kurgu (genel yaklaşım ve karar problemi tanımı)
(2) Literatür Temelli Teknoloji Belirleme ve Kriter Seti Oluşturma
(3) AHP Yöntemi ile Risk ve Kriz Türlerinin Göreli Önemi
(4) DEMATEL Yöntemi ile Teknolojiler Arası Nedensel İlişki ve Etki Haritası
(5) İkinci AHP ile Teknoloji Önceliklendirmesi (eşik değer gerekçesiyle)
(6) İzmir İli Bağlamında Teknoloji Değerlendirme Matrisi (afet türü bazlı)
(7) Çok Boyutlu Karar Destek Tablosu ve Yorum.

Araştırmada incelenen teknoloji kriterleri, afet yönetimi sürecinin iki kritik evresi dikkate alınarak yapılandırılmıştır: Risk yönetimi teknolojileri ve kriz yönetimi teknolojileri. Risk yönetimi kapsamında değerlendirilen kriterler şunlardır: Yapay Zekâ Destekli Afet Tahmin Sistemleri, IoT Tabanlı İzleme Sistemleri, Büyük Veri ile Risk Haritalama, Dijital İkiz Teknolojisi ve CBS ile Risk Haritalarıdır. Kriz yönetimi kapsamında ise Uydu Görüntüleme Sistemleri, İnsansız Hava Araçları (Drone'lar), Mobil Uydu Haberleşme Sistemleri, Blockchain Tabanlı Yardım Yönetim Sistemleri, Otonom Robot Sistemleri ve Yapay Zekâ Destekli Müdahale Analizleri yer almaktadır.

Bu yaklaşım sayesinde sadece hangi teknolojilerin daha öncelikli olduğu değil, aynı zamanda hangi teknolojilerin diğerlerini tetikleyici veya destekleyici rol üstlendiği de kapsamlı bir şekilde ortaya konulmuştur. Böylelikle afet lojistiği süreçlerinin dijitalleşmesine yönelik stratejik teknoloji planlamasına katkı sağlanması hedeflenmiştir.

Teknolojilere ilişkin yapılan literatür incelemesi Tablo 11'de sunulmaktadır.

Tablo 11. Teknolojiler ve Literatür İncelemesi

Teknoloji	Eser	
Yapay Zekâ Destekli Afet Tahmin Sistemleri	Liu vd., 2016 Öztürk, 2017 Tapia vd., 2020	Sakurai ve Murayama, 2021 Partigöç, 2022 İşbir ve Kaya, 2022
IoT Tabanlı İzleme Sistemleri	Kaçar, 2019 Zhou vd., 2020 Memiş ve Babaoğlu, 2020	Küçük, Bayılmış, Sönmez ve Dadak, 2023 Dindarik ve Atabey-Bölük, 2024
Büyük Veri ile Risk Haritalama	Öztürk, 2017 Yaman ve Çakır, 2018 Özçelik, 2019	Kapucu ve Sadiq, 2021 Dadak, 2023 Yıldırım, 2025
Dijital İkiz Teknolojisi	Doğan, Şahin ve Karaarslan, 2021	Yıkıcı, 2023
CBS ile Risk Haritaları	Moe ve Pathranarakul, 2006 Batty, 2018 Zhou vd., 2020	Kobayashi vd., 2022 Shestakov vd., 2022 Can, 2021
Uydu Görüntüleme Sistemleri	Roscosmos, 2022 Kawamoto vd., 2023 Yıldırım, 2025	
İnsansız Hava Araçları (Drone'lar)	Liberatore vd., 2013 Değirmen, Çavdur ve Sebatlı, 2018	Karacan, 2024
Mobil Uydu Haberleşme Sistemleri	Basher, 2006 Memiş ve Babaoğlu, 2020 Zhou vd., 2020	World Bank, 2023 HCLTech, 2024
Blockchain Tabanlı Yardım Yönetim Sistemleri	Tapscott ve Tapscott, 2017 Tapia vd., 2020	Selim, 2023 Türkmen, 2024

	Memiş ve Babaoğlu, 2020	UNDP, 2024
Otonom Robot Sistemleri	Değirmen, Çavdur ve Sebatlı, 2018	Dindarik ve Atabey-Bölük, 2024
Yapay Zekâ Destekli Müdahale Analizleri	Öztürk, 2017 Dadak, 2023	Karaca, 2023 Dindarik ve Atabey-Bölük, 2024

5.2 Evren ve Örneklem

Bu araştırmanın evreni, doğal afet yönetimi, insani yardım lojistiği, kriz yönetimi ve afet teknolojileri alanlarında uzmanlaşmış profesyonellerden oluşmaktadır. Hedef evren, başta İzmir ili olmak üzere Türkiye genelinde afet lojistiği ve teknoloji entegrasyonu süreçlerinde görev yapan akademisyenler, kamu kurumları temsilcileri (örneğin AFAD, belediyeler), özel sektör yöneticileri (örneğin lojistik firmaları, teknoloji sağlayıcıları) ve sivil toplum kuruluşları çalışanlarını kapsamaktadır.

Örneklem, afet yönetimi alanında en az beş yıl deneyime sahip ve teknoloji uygulamaları hakkında bilgi sahibi olan uzmanlar arasından seçilmiştir. Bu kriter, katılımcıların afet lojistiği süreçlerinde yeni nesil teknolojilerin kullanımı konusunda bilinçli yargılar geliştirebilmeleri açısından belirleyici olmuştur. Ayrıca, katılımcıların İzmir bölgesindeki afet yönetimi dinamiklerine aşina olmaları tercih sebebi olmuştur. Bu doğrultuda, araştırmaya katılan uzmanlardan afet risk yönetimi, müdahale koordinasyonu, insani yardım lojistiği, veri yönetimi ve teknoloji entegrasyonu gibi alanlarda doğrudan saha deneyimi veya yönetsel sorumluluk sahibi olmaları beklenmiştir.

Örneklem alma yöntemi olarak amaçlı örnekleme tekniği tercih edilmiştir. Amaçlı örnekleme, belirli bir bilgi, deneyim veya özellik setine sahip bireylerin seçilmesi yoluyla derinlemesine ve nitelikli veri elde edilmesine imkân tanıyan bir yöntemdir (Palinkas vd., 2015). Bu çalışmada, uzman paneline katılacak bireyler önceden belirlenmiş yeterlilik kriterleri doğrultusunda seçilmiş ve bu kişilere doğrudan ulaşılmıştır. Ayrıca, örneklem genişliğini artırmak amacıyla kartopu örnekleme yönteminden de sınırlı ölçüde yararlanılmış; ilk aşamada ulaşılan uzmanlardan, uygun gördükleri diğer meslektaşlarını araştırmaya önermeleri talep edilmiştir.

Araştırma kapsamında toplam 20 uzman ile veri toplanmıştır. Katılımcıların meslek dağılımları incelendiğinde, %40'ının kamu sektöründe, %35'inin özel sektörde, %25'inin ise akademik veya sivil toplum kuruluşlarında görev aldığı görülmektedir. Katılımcıların

ortalama mesleki deneyim süresi 12 yıl olup, afet lojistiği ve teknoloji uygulamaları konusunda önemli saha tecrübelerine sahip oldukları belirlenmiştir.

5.3 Veriler ve Toplanması

Araştırmada verilerin toplanması amacıyla yapılandırılmış iki farklı anket formu kullanılmıştır. Bunlardan ilki, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemine uygun olarak tasarlanan ikili karşılaştırma formudur. Bu formda, afet lojistiği süreçlerinde kullanılan on farklı teknoloji kriteri arasındaki göreli önem derecelerinin belirlenmesi amacıyla katılımcılardan her iki kriteri birbiriyle karşılaştırarak tercihte bulunmaları istenmiştir. İkili karşılaştırmalar için Saaty'nin (1980) geliştirdiği 1–9 arası ölçek kullanılmıştır. İkinci veri toplama aracı ise Karar Verme Deneme ve Değerlendirme Laboratuvarı (DEMATEL) yöntemine uygun olarak geliştirilmiş ilişki yoğunluk matrisi formudur. Bu formda, her bir kriterin diğer kriterler üzerindeki etki derecesi 0 (etkisiz) ile 4 (çok yüksek etki) arasında puanlanmıştır.

Veri toplama süreci Şubat 2025 ile Mart 2025 tarihleri arasında yürütülmüştür. Katılımcılara anket formları çevrim içi ortamda (Google Forms) ve e-posta üzerinden gönderilmiş, ayrıca bazı uzmanlarla birebir görüşmeler sırasında basılı form kullanılarak veri toplanmıştır. Çevrim içi form kullanımı, katılımcılara zaman ve mekân esnekliği sağlamış, katılım oranını artırmıştır. Birebir görüşmeler ise özellikle kavramların açıklığa kavuşturulması ve doğru veri elde edilmesi açısından önemli katkı sağlamıştır.

Anket formu ile birlikte, katılımcılara çalışmanın amacı, kullanacağı yöntemler, veri gizliliği esasları ve katılımın gönüllülük esasına dayandığı konusunda bilgilendirme yapılmıştır. Katılımcı onamı, formun ilk sayfasında yer alan "Bilgilendirilmiş Onam Metni" aracılığıyla alınmıştır. Ayrıca, çalışmanın etik boyutları gözetilerek, katılımcıların kimlik bilgilerinin gizli tutulacağı, elde edilen verilerin yalnızca akademik amaçlarla kullanılacağı taahhüt edilmiştir.

Veri toplama sürecinde bazı katılımcılardan formların tam ve doğru şekilde doldurulması konusunda destek alınması gerekmiştir. Özellikle AHP anketinde yer alan ikili karşılaştırmaların yüksek sayıda olması, bazı katılımcılar için zaman alıcı olmuştur. Bu durumu minimize etmek için, öncesinde örnek karşılaştırmalar ve kılavuz açıklamalar

sunulmuş, anket formu mümkün olduğunca sadeleştirilmiştir. Ayrıca, DEMATEL formunda kavram karmaşası yaşanmaması için, her bir kriter kısa açıklamalarla desteklenmiştir.

Toplanan veriler, anket formu yanıtları dijital ortamda derlenerek Excel tablolarına aktarılmış ve veri analizine hazır hâle getirilmiştir. Verilerin analiz sürecinde, eksik veya tutarsız doldurulmuş formlar tespit edilmiş; AHP analizinde tutarlılık oranı %0.10'un üzerinde olan (CR > 0.10) yanıtlar analize dahil edilmemiştir. Böylelikle, veri kalitesinin yüksek tutulması sağlanmıştır.

5.4 Verilerin Çözümlenmesi ve Yorumlanması

Araştırmada toplanan veriler iki aşamalı bir analiz sürecinden geçirilmiştir. İlk aşamada AHP yöntemi ile teknoloji kriterlerinin göreli ağırlıkları hesaplanmış, ikinci aşamada ise DEMATEL yöntemi kullanılarak kriterler arasındaki etkileşim ağı ve neden-sonuç ilişkileri ortaya konulmuştur. Bu çift aşamalı analiz yaklaşımı, afet lojistiği süreçlerinde hangi teknolojilerin öncelikli olduğunu ve bu teknolojilerin birbirleri üzerindeki etki düzeylerini bütüncül bir şekilde değerlendirme imkânı sağlamıştır.

AHP analiz sürecinde, öncelikle katılımcıların ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. Her bir katılımcının formunda 10 kriter için 45 ikili karşılaştırma yapılmıştır. İkili karşılaştırmaların tutarlılık oranı (Consistency Ratio, CR) hesaplanmış ve CR değeri %10'un üzerinde olan yanıtlar geçersiz sayılarak analize dahil edilmemiştir (Saaty, 1980). Böylece, karar vericilerin mantıksal tutarlılık düzeyleri kontrol edilmiştir. Tutarlı formlar kullanılarak ortalama ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuş ve her kriterin ağırlık değeri elde edilmiştir. Hesaplamalar Microsoft Excel ve Super Decisions yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ağırlık değerleri, kriterlerin afet lojistiği süreçlerindeki göreli önemini ifade etmektedir.

DEMATEL analiz sürecinde ise, katılımcıların verdiği etki puanları kullanılarak doğrudan ilişki matrisi oluşturulmuştur. Bu matris normalize edilerek toplam etkiler matrisi hesaplanmıştır. Ardından her bir kriter için "neden" ve "sonuç" değerleri (D+R ve D–R) elde edilmiştir. D+R değeri kriterin sistemdeki toplam etki düzeyini, D–R değeri ise kriterin sistemde neden (sebep) mi yoksa sonuç (etki) mi ağırlıklı olduğunu

göstermektedir (Fontela ve Gabus, 1976). Analiz sonuçlarına göre kriterler neden-sonuç gruplarına ayrılmış ve sistemin etkileşim ağı görselleştirilmiştir.

Veri analizi sürecinde aşağıdaki teknik adımlar izlenmiştir.

AHP:

- İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması
- Normalizasyon ve ağırlık vektörlerinin hesaplanması
- Tutarlılık oranı (CR) kontrolü
- Kriter ağırlıklarının belirlenmesi

DEMATEL:

- Doğrudan ilişki matrisinin oluşturulması
- Normalize edilmiş matrisin elde edilmesi
- Toplam etki matrisinin hesaplanması
- D+R ve D–R değerlerinin yorumlanması
- Neden ve sonuç kriterlerinin ayrıştırılması

İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması, normalizasyon ve ağırlık hesaplamalarında Microsoft Excel, AHP analizinin otomatik hesaplamaları ve CR oranı tespiti Super Decisions ve DEMATEL analizinde matris işlemleri ve grafik üretiminde SPSS hazır programlarından yararlanılmıştır.

Veri güvenilirliğini artırmak amacıyla, özellikle AHP analizinde tutarlılık oranlarının kontrolü yapılmış ve yalnızca geçerli veriler analizlere dahil edilmiştir. DEMATEL analizinde ise anormal yüksek sapmalı puanlar için ortalama değer alma yöntemi uygulanarak uç değerlerin etkisi minimize edilmiştir. Böylece analiz sonuçlarının iç tutarlılığı ve geçerliliği desteklenmiştir.

6. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde, araştırma kapsamında elde edilen AHP ve DEMATEL analiz bulgularının derinlemesine değerlendirilmesi ve mevcut literatürle karşılaştırılması amaçlanmıştır. Tartışma, yalnızca bulguların betimsel olarak aktarılması değil, aynı zamanda bu bulgulara bilimsel bağlamda anlam kazandırılması sürecidir. Bu bağlamda, araştırmanın sunduğu sonuçların literatürdeki benzer çalışmalarla hangi noktalarda örtüştüğü, hangi açılardan ayrıştığı ve bu farklılıkların olası nedenleri ayrıntılı bir şekilde analiz edilecektir.

Tartışmanın odak noktası, afet lojistiği süreçlerinde kullanılan yeni nesil teknolojilerin önem dereceleri ve bu teknolojilerin sistem içindeki nedensel etkileşim ağlarıdır. Elde edilen bulgular, afet yönetimi literatüründe son yıllarda artan şekilde tartışılan dijitalleşme, yapay zekâ, büyük veri, coğrafi bilgi sistemleri ve otonom sistemler gibi kavramlarla ilişkilendirilerek değerlendirilecektir. Bu kapsamda, çalışmanın özgün katkıları da belirgin bir şekilde ortaya konulacaktır.

Afet lojistiği gibi karmaşık ve dinamik bir alanda teknoloji seçimi ve entegrasyonu, yalnızca bireysel araçların performansı ile değil, bu araçların sistemik etkileşimleri ve karşılıklı bağımlılıkları ile şekillenmektedir. Dolayısıyla, çalışmanın AHP ve DEMATEL yöntemleriyle ortaya koyduğu bulgular, hem karar destek sistemlerinin geliştirilmesi hem de stratejik afet yönetimi planlaması için önemli teorik ve pratik çıkarımlar sunmaktadır.

6.1 Bulgular

6.1.1 AHP analizi bulguları

Bu bölümde, afet lojistiği süreçlerinde kullanılan teknolojilerin göreli önem düzeyleri AHP yöntemiyle analiz edilmiştir. Veri toplama sürecinde 20 uzmanın katılımı sağlanmış olup, tutarlılık oranı (CR) %10'un altında olan 17 katılımcının verileri analize dahil edilmiştir. Katılımcı bazlı CR oranları ve geçerlilik durumları Tablo 12'de sunulmuştur.

Tablo 12. CR Oranları ve Geçerlilik Durumu

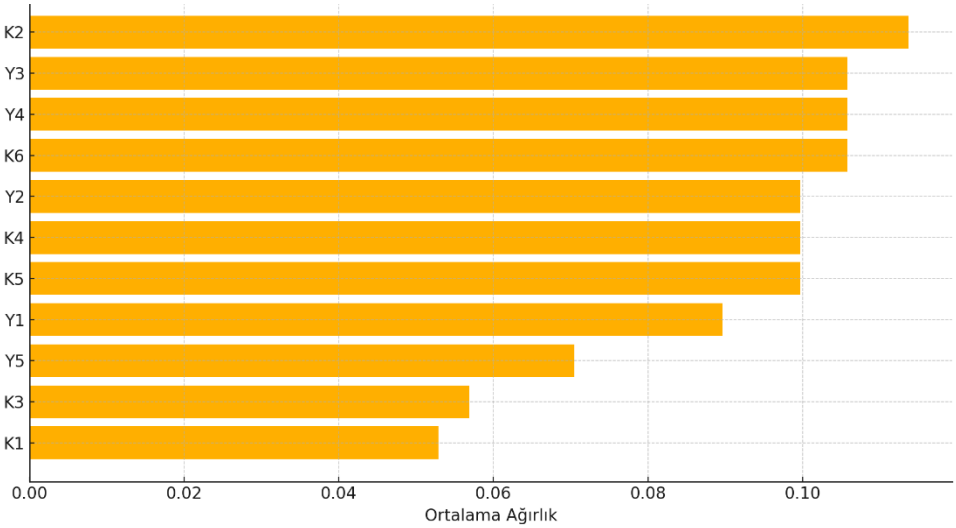
Katılımcı No	CR Oranı	Geçerli mi?
17	0,0732015	Evet
20	0,064320008	Evet
3	0,086095532	Evet
5	0,057445745	Evet
9	0,05687079	Evet
16	0,047240017	Evet
19	0,059916798	Evet
1	0,053720762	Evet
8	0,036177957	Evet
10	0,032138053	Evet
2	0,061864116	Evet
4	0,069961823	Evet
7	0,059859913	Evet
6	0,039495739	Evet
15	0,082462068	Evet
16	0,056795208	Evet
18	0,075306472	Evet
11	0,145065961	Hayır
14	0,205158871	Hayır
12	0,200671783	Hayır

Tablo 13'te, her bir kriterin ortalama önem ağırlıkları gösterilmektedir. Elde edilen sonuçlara göre, en yüksek öneme sahip teknoloji kriteri K2: İnsansız Hava Araçları (Drone'lar) (%11.4) olmuştur. Bunu sırasıyla Y3: Büyük Veri ile Risk Haritalama, Y4: Dijital İkiz Teknolojisi ve K6: Yapay Zeka Destekli Müdahale Analizleri takip etmektedir. En düşük öneme sahip kriter ise K1: Uydu Görüntüleme Sistemleri olarak belirlenmiştir.

Tablo 13. Kriterlerin Önem Ağırlıkları

Kriter	Kriter Adı	Ortalama Ağırlık
K2	İnsansız Hava Araçları (Drone'lar)	0,1137
Y3	Büyük Veri ile Risk Haritalama	0,1058
Y4	Dijital İkiz Teknolojisi	0,1058
K6	Yapay Zeka Destekli Müdahale Analizleri	0,1058
Y2	IoT Tabanlı İzleme Sistemleri	0,0997
K4	Blockzincir Tabanlı Yardım Yönetimi	0,0997
K5	Otonom Robot Sistemleri	0,0997
Y1	Yapay Zeka Destekli Afet Tahmin Sistemleri	0,0896
Y5	CBS ile Risk Haritaları	0,0705
K3	Mobil Uydu Haberleşme Sistemleri	0,0568
K1	Uydu Görüntüleme Sistemleri	0,0529

Kriterlerin öncelik derecelerini görsel olarak Şekil 4'te sunmaktadır. Grafik incelendiğinde, ilk dört kriterin diğerlerine kıyasla daha belirgin bir şekilde öne çıktığı görülmektedir. Bu durum, afet lojistiğinde hızlı veri toplayabilen, gerçek zamanlı izleme ve müdahale destek kapasitesine sahip teknolojilerin öncelikli tercih edildiğini göstermektedir.



Şekil 4. AHP Ağırlıklarına Göre Kriterlerin Öncelikleri

Ayrıca, kriterler arasında kümelenme eğilimleri de gözlemlenmiştir. Özellikle K2, Y3 ve Y4 gibi teknolojiler birinci öncelikli grup oluştururken, Y2, K4 ve K5 gibi teknolojiler orta düzeyde, K1 ve K3 gibi teknolojiler ise görece düşük öncelikli grup içinde yer almıştır. Bu sonuçlar, teknoloji seçiminin operasyonel verimlilik ve müdahale hızına doğrudan bağlı olduğunu göstermektedir.

6.1.2 DEMATEL analizi bulguları

Afet lojistiği süreçlerinde kullanılan teknolojiler arasındaki karşılıklı etkileşim ağını ve nedensel ilişkileri belirlemek amacıyla DEMATEL yöntemi uygulanmıştır. Analiz, her katılımcının doğrudan ilişki matrislerinin normalize edilmesi ve bu matrislerin ortalamasının alınması yoluyla gerçekleştirilmiştir. Ortalama doğrudan etki matrisi Tablo 14'te sunulmaktadır.

Tablo 14. Ortalama Doğrudan Etki Matrisi

	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Y1	X	0,0768	0,0454	0,0594	0,0421	0,0639	0,0771	0,0864	0,0593	0,0593	0,0591
Y2	0,0666	X	0,0510	0,0687	0,0959	0,0705	0,0705	0,0686	0,0700	0,0602	0,0604
Y3	0,0472	0,0560	X	0,0953	0,0670	0,0533	0,0688	0,0451	0,0565	0,0647	0,0578
Y4	0,0769	0,0587	0,0474	X	0,0977	0,0670	0,0615	0,0490	0,0639	0,0791	0,0566
Y5	0,0584	0,0680	0,0597	0,0569	X	0,0792	0,0717	0,0806	0,0707	0,0983	0,0578
K1	0,0898	0,0584	0,0505	0,0463	0,0678	X	0,0767	0,0770	0,0750	0,0783	0,0612
K2	0,0671	0,0658	0,0569	0,0852	0,0758	0,0441	X	0,0842	0,0625	0,0479	0,0526
K3	0,0977	0,0506	0,0624	0,0649	0,0644	0,0533	0,0597	X	0,0541	0,0604	0,0673
K4	0,0737	0,0586	0,0602	0,0383	0,0423	0,0820	0,0717	0,0866	X	0,0472	0,0583
K5	0,0488	0,0600	0,0807	0,0539	0,0701	0,0638	0,0774	0,0651	0,0807	X	0,0490
K6	0,0562	0,0529	0,0540	0,0927	0,0465	0,0598	0,0486	0,0857	0,0783	0,0739	X

Tablo 15'te her bir kriter için toplam etki (D+R) ve neden-sonuç (D–R) değerleri verilmiştir. Toplam etki değeri (D+R), bir kriterin sistem üzerindeki genel etkisini ölçerken, neden-sonuç değeri (D–R), bir kriterin sistemde neden mi yoksa sonuç mu rolünde olduğunu belirlemektedir.

Tablo 15. Kriterler Toplam Etki ve Neden/Sonuç Değerleri

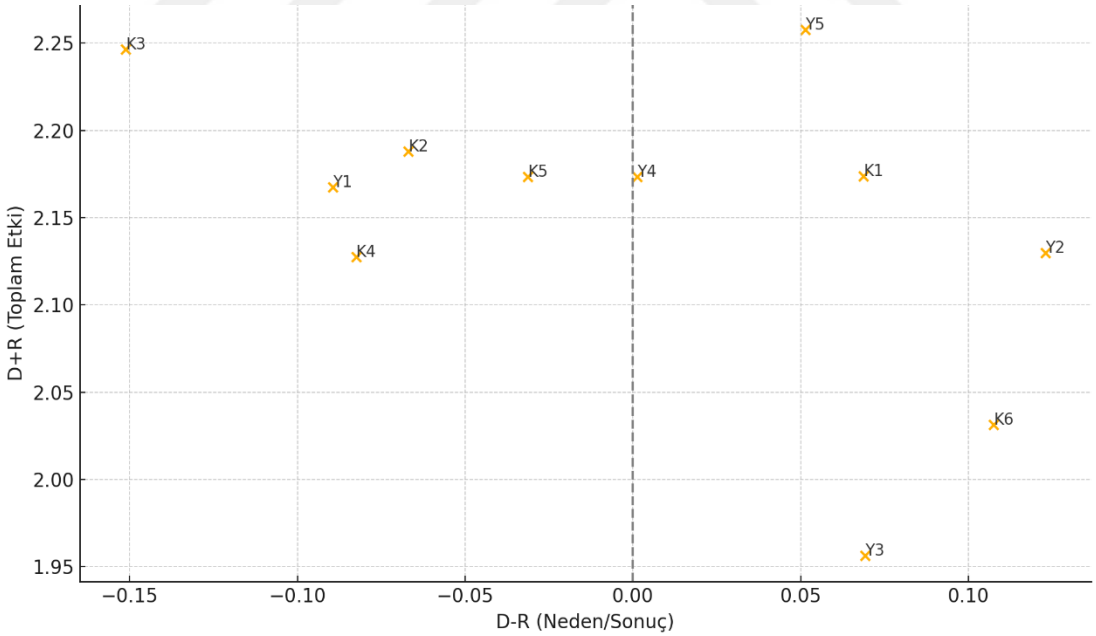
Kriter	Kriter Adı	D+R (Toplam Etki)	D-R (Neden/Sonuç)
Y5	CBS ile Risk Haritaları	2,2576	0,0515
K3	Mobil Uydu Haberleşme Sistemleri	2,2465	-0,1512
K2	İnsansız Hava Araçları (Drone'lar)	2,1879	-0,0669
K1	Uydu Görüntüleme Sistemleri	2,1736	0,0688
K5	Otonom Robot Sistemleri	2,1735	-0,0313
Y4	Dijital İkiz Teknolojisi	2,1735	0,0013
Y1	Yapay Zeka Destekli Afet Tahmin Sistemleri	2,1675	-0,0894
Y2	IoT Tabanlı İzleme Sistemleri	2,1298	0,1229
K4	Blockzincir Tabanlı Yardım Yönetimi	2,1275	-0,0825
K6	Yapay Zeka Destekli Müdahale Analizleri	2,0315	0,1076
Y3	Büyük Veri ile Risk Haritalama	1,9565	0,0693

Elde edilen bulgulara göre, en yüksek toplam etkiye sahip kriter Y5: GIS ile Risk Haritaları olmuştur. Bunu sırasıyla K3: Mobil Uydu Haberleşme Sistemleri, K2: İnsansız Hava Araçları ve K1: Uydu Görüntüleme Sistemleri takip etmektedir. Bu sonuçlar,

coğrafi veri yönetiminin ve haberleşme altyapısının afet lojistiği süreçlerinde merkezi bir rol oynadığını göstermektedir.

Neden-sonuç analizi açısından bakıldığında, Y2: IoT Tabanlı İzleme Sistemleri ve K6: Yapay Zeka Destekli Müdahale Analizleri kriterlerinin pozitif D–R değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Bu durum, söz konusu kriterlerin sistemde neden rolü üstlendiğini ve diğer kriterleri etkileyen bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Öte yandan, K3: Mobil Uydu Haberleşme Sistemleri ve Y1: Yapay Zeka Destekli Afet Tahmin Sistemleri gibi kriterler negatif D–R değerleri ile daha çok sonuç unsuru olarak konumlanmıştır.

Neden-sonuç grafiği, kriterlerin sistem içindeki rolleri Şekil 5'te sunulmaktadır. Grafikte, x-ekseni neden-sonuç değerlerini, y-ekseni toplam etki değerlerini göstermektedir. Pozitif x değerleri, kriterlerin neden (etkileyen) rolünde olduğunu; negatif x değerleri ise sonuç (etkilenen) rolünde olduğunu göstermektedir. Y2 ve K6 gibi kriterlerin sağ üst bölgede yer alması, hem etkili hem de kritik öneme sahip teknolojiler olduklarını ortaya koymaktadır.



Şekil 5. DEMATEL Yöntemiyle Neden-Sonuç Analizi

Çalışmada DEMATEL yöntemiyle gerçekleştirilen analiz, afet lojistiği süreçlerinde kullanılan teknolojilerin yalnızca bireysel öncelik düzeylerini değil, aynı zamanda bu

teknolojiler arasındaki nedensel ilişkileri de ortaya koymuştur. Bu yapı, sistem içi bağımlılıkları anlamada ve teknoloji stratejisi oluşturmada kritik bir zemin sağlamaktadır.

6.2 Tartışma

6.2.1 AHP analizi bulgularının değerlendirilmesi

AHP yöntemi ile elde edilen bulgular, afet lojistiğinde teknoloji kullanımının öncelik sıralamasına ilişkin önemli sonuçlar ortaya koymuştur. Her bir kriter, ayrı ayrı incelenerek mevcut literatür ile karşılaştırılmış, benzerlikler ve farklılıklar analiz edilmiştir.

İHA'lar, elde edilen bulgulara göre afet lojistiği süreçlerinde en yüksek öneme sahip teknoloji kriteri olmuştur. Bu sonuç, Erdelj ve Natalizio (2016)'nın afet bölgelerinde İHA kullanımının hızlı keşif, hasar tespiti ve yardım ulaştırma gibi operasyonel avantajları vurgulayan çalışmalarıyla doğrudan örtüşmektedir. Türkiye'de yapılan benzer çalışmalar da (ör. Kurtuluş, 2021) afet lojistiğinde İHA'ların esnekliği ve erişim kabiliyeti sayesinde özellikle deprem sonrası operasyonlarda kritik rol oynadığını göstermiştir. İHA'ların, kentsel yoğunluk içeren bölgelerde hızlı veri toplama avantajı sağlaması, İzmir gibi bir bölge için bu bulgunun özellikle geçerli olmasına neden olmuştur.

Çalışmada ikinci sırada gelen kriter Büyük Veri ile Risk Haritalama olmuştur. Literatürde, büyük veri teknolojilerinin afet yönetiminde kritik rol oynadığına dair geniş bir kabul bulunmaktadır. Guikema ve Goffelt (2016), afet öncesi risk analizlerinde ve afet anı müdahalelerinde büyük veri temelli öngörülerin karar destek sistemlerini güçlendirdiğini belirtmiştir. Türkiye bağlamında da, AFAD (2023) raporu, büyük veri analitiğinin afet planlamasında kullanımının arttığını vurgulamaktadır. Ancak saha uygulamalarında büyük veri kullanımının hâlâ kurumsal kapasite ve veri yönetimi standartlarıyla sınırlı olduğu gözlemlenmektedir (Demirtaş ve Özkan, 2022).

Dijital İkiz Teknolojisi'nin üçüncü sırada yer alması, afet lojistiğinde simülasyon ve modelleme araçlarının giderek daha fazla önem kazandığını göstermektedir. Özellikle Madni ve diğerleri (2019), dijital ikizlerin afet yönetiminde senaryo analizi ve kaynak optimizasyonu için devrim niteliğinde fırsatlar sunduğunu ileri sürmüştür. Türkiye'de

henüz dijital ikiz uygulamaları afet yönetimi sahasında sınırlı olmakla birlikte, TÜBİTAK MAM gibi kuruluşların ilgili pilot projeleri bulunmaktadır.

Yapay Zeka (YZ) Destekli Müdahale Analizleri'nin yüksek bir öneme sahip olması, afet lojistiğinde otomatik karar destek sistemlerine duyulan ihtiyacın bir yansımasıdır. Literatürde Tang vd.(2021), afet sonrası müdahale planlamasında yapay zekâ algoritmalarının olay yeri analizi ve kaynak tahsisi optimizasyonu sağladığını göstermiştir. Ancak çalışmamızın bulguları, yapay zekânın daha çok "müdahale destek" ve "analitik destek" sağladığını, doğrudan anlık operasyonlarda IoT veya İHA kadar aktif rol almadığını göstermektedir.

IoT teknolojileri, afet alanlarının gerçek zamanlı izlenmesi ve dinamik risk haritalarının güncellenmesi konusunda stratejik öneme sahiptir. UNDRR (2022) raporunda, IoT tabanlı sistemlerin erken uyarı ve acil müdahale verimliliğini %30'a kadar artırabileceği belirtilmiştir. Türkiye'deki mevcut afet izleme sistemleri (örneğin AKOM) IoT entegrasyonuna başlamış olmakla birlikte, bu teknolojinin ölçeklendirilmesi gerektiği görülmektedir.

Blockzincir teknolojisinin afet yardım süreçlerinde şeffaflık ve güvenlik sağlama potansiyeli, uluslararası çalışmalarda vurgulanmaktadır (Kshetri, 2018). Ancak AHP bulgularında bu kriterin orta sıralarda yer alması, Blockzincirin henüz afet lojistiği uygulamalarında yaygın kullanılmadığını ve kullanıcı güveninin tam oluşmadığını göstermektedir. Özellikle ulusal bağlamda, Blockzincir tabanlı yardım dağıtım projelerinin sınırlı olması, bu teknolojinin öncelikli olarak algılanmamasına neden olmuştur.

CBS teknolojileri afet yönetimi literatüründe klasik ancak vazgeçilmez bir araç olarak kabul edilmektedir. Zhang vd.(2019), CBS uygulamalarının afet öncesi hazırlık ve afet anı kaynak koordinasyonunda kritik rol oynadığını göstermiştir. AHP sonuçlarına göre Y5'in orta düzeyde öneme sahip olması, CBS'nin stratejik planlama aşamasında güçlü, ancak anlık müdahalelerde daha sınırlı bir araç olarak algılandığını düşündürmektedir.

Uydu görüntüleme sistemleri ile mobil uydu haberleşme sistemlerinin düşük öneme sahip bulunması, özellikle İzmir gibi kentsel yoğunluklu bir bölgede düşük irtifa teknolojilerin

(İHA'lar, IoT) operasyonel avantajlarının daha belirgin olmasıyla açıklanabilir. Ayrıca literatürde (Wentz et al., 2020**)** uydu görüntülerinin afetin ilk saatlerinde veri gecikmesi yaşayabileceği ve çözünürlük limitasyonları nedeniyle saha operasyonlarında İHA'lara kıyasla daha az etkili olduğu belirtilmiştir.

Otonom robotlar afet müdahalesinde yeni bir sınır olarak görülmekle birlikte, AHP bulgularında orta öncelikli bir konuma sahiptir. Murphy (2014**),** arama kurtarma robotlarının özellikle deprem enkazlarında kullanıldığını belirtmiştir. Ancak saha uygulamalarında maliyet, eğitim ve operasyonel zorluklar nedeniyle yaygınlık sınırlıdır.

6.2.2 DEMATEL analizi bulgularının değerlendirilmesi

DEMATEL sonuçlarına göre CBS ile Risk Haritalama (Y5) kriteri, toplam sistem etkisi bakımından en yüksek değere sahip bulunmuştur. Bu bulgu, Zhang vd.(2019) ve AFAD (2023) raporlarında vurgulanan, afet öncesi planlama ve müdahale koordinasyonunda mekânsal veri yönetiminin stratejik önemiyle tamamen uyumludur. Literatürde CBS'nin afet öncesinde risk bölgelerinin belirlenmesi, tahliye rotalarının optimizasyonu ve kaynak tahsisi gibi süreçlerde temel bir altyapı sunduğu belirtilmiştir (Goodchild, 2018). Çalışmamızda GIS'in sistemin diğer teknolojilerine yüksek etkide bulunması, sahadaki operasyonların veri temelli yönlendirilmesine olan ihtiyacı göstermektedir.

IoT Tabanlı İzleme Sistemleri (Y2), D–R değerine göre sistemde belirgin bir neden faktörü olarak tanımlanmıştır. Bu bulgu, UNDRR (2022) ve Li ve Tzeng (2009) tarafından afetlerde erken uyarı sistemlerinin başarısının büyük ölçüde gerçek zamanlı veri akışına bağlı olduğu yönündeki literatürle tam uyum göstermektedir. Ayrıca, İkeda vd. (2017) çalışmasında IoT destekli izleme sistemlerinin afet alanında olayları erken tespit ederek müdahale hızını artırdığı belirtilmiştir. Bu doğrultuda, çalışmamızın bulguları, izleme sistemlerinin diğer teknolojilerin (İHA, Yapay Zeka) performansını tetikleyen temel bir mekanizma olduğunu açıkça göstermektedir.

Yapay Zeka Destekli Müdahale Analizleri (K6) de yüksek D–R değeriyle sistemde bir diğer neden kriteri olarak belirlenmiştir. Bu sonuç, afet anında toplanan büyük hacimli verilerin (IoT sensör verileri, İHA görüntüleri, sosyal medya akışları vb.) etkin bir şekilde işlenmesi ve eyleme dönüştürülebilir bilgiye çevrilmesi ihtiyacını vurgulayan literatürle

örtüşmektedir (Tang et al., 2021). Ancak çalışmamızın özgün katkısı, yapay zekanın yalnızca tahmin değil, anlık müdahale desteği süreçlerinde de sistem üzerinde güçlü bir belirleyici etki yarattığını ortaya koymasıdır.

Mobil Uydu Haberleşme Sistemleri (K3), D–R analizinde sistemin sonuç faktörlerinden biri olarak tanımlanmıştır. Bu bulgu, özellikle afet sonrası haberleşme altyapısının zarar gördüğü durumlarda uydu haberleşmesinin kurtarıcı bir araç olarak devreye girdiğini gösteren çalışmaları (Wentz et al., 2020) desteklemektedir. Literatürde, uydu haberleşmesi genellikle diğer erken müdahale teknolojileri (örneğin IoT tabanlı izleme) ile entegrasyonun ardından devreye giren bir destek mekanizması olarak tanımlanmıştır.

İlginç bir bulgu olarak, Yapay Zeka Destekli Afet Tahmin Sistemleri (Y1) de sistemde sonuç faktörü olarak konumlanmıştır. Literatürde yapay zekanın afet risk modellemelerinde kullanımı sıklıkla vurgulansa da (Forman ve Gass, 2001), çalışmamızın verileri yapay zekâ tabanlı tahmin araçlarının doğrudan sahadaki müdahale sistemleri üzerinde anlık bir etki yaratmaktan çok, uzun vadeli stratejik yönlendirme sağladığını göstermektedir.

DEMATEL analizinde, sistemin ana omurgasını oluşturan IoT → Yapay Zeka → CBS hattı belirginleşmiştir. Bu yapı, Chen vd.(2020) tarafından tanımlanan "veri-toplama–analiz–mekânsal uygulama" afet yönetim döngüsü modeline büyük ölçüde benzerlik göstermektedir. Çalışma, afet lojistiği süreçlerinde teknolojilerin birbirinden izole değil, çok katmanlı ve karşılıklı bağımlı bir sistem içinde çalıştığını doğrulamaktadır.

6.2.3 AHP ve DEMATEL bulgularının birlikte değerlendirilmesi

Bu araştırmanın bulguları, afet lojistiği süreçlerinde teknoloji kullanımına ilişkin bireysel önem dereceleri ile sistem içi etkileşim yapısının eşzamanlı analiz edilmesinin ne kadar kritik olduğunu açık bir şekilde ortaya koymuştur. Bu bulgular, afet lojistiği süreçlerinde yalnızca bireysel teknoloji seçiminin değil, aynı zamanda sistemik etkileşimlerin de dikkate alınması gerektiğini açıkça göstermektedir. AHP yöntemiyle teknolojilerin göreli önemi belirlenirken, DEMATEL yöntemi ile bu teknolojiler arasındaki karşılıklı etkileşimlerin ve sistem üzerindeki etkilerinin anlaşılması sağlanmıştır.

AHP analizinde en yüksek öneme sahip kriterler olarak İnsansız Hava Araçları (K2), Büyük Veri ile Risk Haritalama (Y3), Dijital İkiz Teknolojisi (Y4) ve Yapay Zeka Destekli Müdahale Analizleri (K6) belirlenmiştir. DEMATEL analizinde ise özellikle IoT Tabanlı İzleme Sistemleri (Y2) ve Yapay Zeka Destekli Müdahale Analizleri (K6) gibi kriterlerin sistemde neden faktörleri olduğu, CBS ile Risk Haritaları (Y5) kriterinin ise toplam sistem etkisi bakımından kritik bir konumda bulunduğu ortaya çıkmıştır.

Bu iki analiz birlikte ele alındığında, afet lojistiğinde yüksek bireysel öneme sahip bir teknolojinin her zaman sistemin neden faktörü olmayabileceği görülmektedir. Örneğin, İHA'lar (K2) bireysel önemde öne çıkarken, sistem üzerinde belirleyici bir tetikleyici etkiden çok, operasyonel destek işlevi görmektedir. Buna karşın, IoT sistemleri (Y2) gibi teknolojiler, sistemin diğer öğelerini harekete geçiren temel yapı taşları olarak rol oynamaktadır. Bu bulgu, Li ve Tzeng (2009)'un çok kriterli karar verme sistemlerinde yalnızca önem düzeyine değil, sistemik etkiye de odaklanılması gerektiğine dair önerileriyle birebir örtüşmektedir.

7. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu araştırmanın temel amacı, doğal afet lojistiği süreçlerinde kullanılan yeni nesil teknolojilerin göreli önem düzeylerini ve birbirleriyle olan etkileşim yapılarını belirlemek olmuştur. Çalışmada bu amaç doğrultusunda AHP ve DEMATEL yöntemleri birlikte kullanılarak, hem teknolojilerin önceliklendirilmesi hem de aralarındaki nedensel ilişkilerin analizi gerçekleştirilmiştir. Böylece, afet lojistiği teknolojilerinin sadece operasyonel düzeyde değil, sistemsel bağlamda da değerlendirilmesi sağlanmıştır.

Çalışmada öncelikle, afet lojistiği literatüründe sıklıkla tartışılan teknoloji kategorileri belirlenmiş; Yapay Zekâ destekli afet tahmin sistemleri, IoT tabanlı izleme sistemleri, Büyük Veri analitiği ile risk haritalama, Dijital İkiz teknolojisi, CBS, Uydu Görüntüleme sistemleri, Mobil Uydu Haberleşme teknolojileri, Blockchain tabanlı yardım yönetimi, Otonom Robot Sistemleri ve İHA gibi çeşitli teknolojiler çalışmanın analiz çerçevesine dahil edilmiştir.

AHP analizi bulgularına göre, afet lojistiği süreçlerinde İHA'lar en yüksek öneme sahip teknoloji olarak belirlenmiştir. Bunu Büyük Veri ile Risk Haritalama, Dijital İkiz Teknolojisi ve Yapay Zeka Destekli Müdahale Analizleri takip etmektedir. Bu bulgu, sahada hızlı veri toplama, anlık durum değerlendirme ve operasyonel esneklik sağlayan teknolojilerin öncelikli tercih edildiğini göstermektedir.

DEMATEL yöntemiyle gerçekleştirilen analiz, teknolojiler arasındaki sistemik ilişkileri açığa çıkarmıştır. Bulgular, özellikle IoT Tabanlı İzleme Sistemleri ve Yapay Zekâ Destekli Müdahale Analizlerinin sistemde neden faktörleri olarak önemli roller üstlendiğini, CBS ile Risk Haritalama teknolojisinin ise sistem üzerinde en yüksek toplam etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Böylece afet lojistiğinde teknolojilerin sadece bireysel performanslarının değil, sistem üzerindeki etkilerinin ve karşılıklı bağımlılıklarının da stratejik önemde olduğu anlaşılmıştır.

Sonuç olarak, bu çalışma; afet lojistiği için teknoloji seçimi ve entegrasyonu konusunda daha sistemik, bütüncül ve ileri düzeyde bir karar destek perspektifi sunarak, mevcut bilgi birikimine anlamlı bir katkı sağlamıştır.

İzmir ili, Türkiye'nin afet riski açısından en kırılgan metropollerinden biridir. Özellikle Batı Anadolu Fay Zonu üzerinde yer alması, onu başta deprem olmak üzere birçok doğal tehlikeye açık hale getirmektedir. Türkiye Diri Fay Haritası'na göre İzmir çevresinde aktif fay zonlarının yoğunluğu oldukça yüksektir ve bu fayların oluşturabileceği maksimum moment büyüklüğü M7,0 ve üzeri seviyelere ulaşabilmektedir (MTA, 2023). Özellikle Seferihisar, Gülbahçe, Tuzla ve İzmir Fayları üzerinde yapılan paleosismolojik çalışmalar, bu bölgelerde tarihsel dönemlerde yıkıcı depremlerin yaşandığını göstermektedir (Emre et al., 2018).

2020 yılında gerçekleşen Seferihisar açıklarında meydana gelen Mw 6.9 büyüklüğündeki deprem, yalnızca İzmir'in sismik kırılganlığını değil, aynı zamanda kentsel yapı stokunun ve lojistik müdahale kapasitesinin yetersizliklerini de gözler önüne sermiştir (Karatay ve Özdemir, 2021). Bu deprem sonucunda 117 vatandaşın hayatını kaybetmesi, 1000'den fazla kişinin yaralanması ve çok sayıda yapının ağır hasar alması, İzmir'in yüksek deprem riskiyle karşı karşıya olduğunu açıkça ortaya koymuştur. Yapılan saha incelemeleri, hasar gören binaların büyük bölümünün 1998 öncesi inşa edildiğini ve mühendislik hizmetlerinden yoksun olduğunu ortaya koymuştur (Bayraktar et al., 2021).

İzmir'in afetselliği yalnızca depremlerle sınırlı değildir. Coğrafi konumu ve topoğrafik yapısı itibariyle kent aynı zamanda tsunami, sel, taşkın ve fırtına gibi diğer doğal afet türlerine de açıktır. 2020 İzmir depremi sonrası Seferihisar kıyılarında oluşan tsunami, Türkiye'de nadir gözlemlenen bu afet türüne dair ciddi bir farkındalık yaratmıştır. AFAD (2023) tarafından yayımlanan "Tsunami Tehlike ve Risk Haritası" çalışmasında, İzmir kıyılarında tsunami etkisinin özellikle Seferihisar, Karaburun ve Urla ilçelerinde yoğunlaşabileceği belirtilmiştir. Bu bağlamda, İzmir'in kıyı yerleşimlerinde tsunami uyarı sistemlerinin tesis edilmesi, kentsel planlama açısından stratejik bir öncelik olarak değerlendirilmelidir (Tan ve Yalçıner, 2020).

Sel ve taşkın olayları da İzmir'in afetselliğinde önemli bir yere sahiptir. Özellikle 2021 ve 2022 yıllarında Karabağlar, Buca, Konak ve Bayraklı ilçelerinde yaşanan aşırı yağış kaynaklı su baskınları, altyapı yetersizlikleriyle birleşerek büyük kent içi kaosa yol açmıştır (İBB, 2022). Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) verilerine göre İzmir, yıllık ortalama 700–1000 mm arasında yağış almakta; bu yağışların özellikle kısa sürede yoğun

olarak düşmesi, drenaj sistemlerinin yetersiz olduğu bölgelerde su taşkınlarına neden olmaktadır. Küresel iklim değişikliğine bağlı olarak artan ekstrem meteorolojik olaylar, İzmir'in sel ve taşkın riskini gelecekte daha da büyütecektir (Demirtaş ve Özkan, 2022).

Yangın riski ise İzmir'in kırsal ve ormanlık alanlarında sık karşılaşılan bir tehlikedir. 2021 yılında Kemalpaşa, Menderes ve Aliağa ilçelerinde yaşanan büyük orman yangınları, özellikle kırsal mahallelerin tahliyesi ve yardım ulaştırılması açısından afet lojistiğinin etkinliğini test etmiştir. Yangın yönetimi süreçlerinde, zamanında uyarı verilmesi, müdahale ekiplerinin yönlendirilmesi ve lojistik destek mekanizmalarının koordinasyonu kritik rol oynamaktadır (Orman Genel Müdürlüğü, 2021). Ne var ki İzmir'de orman yangınları ile kent merkezini ilgilendiren afet müdahale süreçleri hâlen farklı kurumsal yapıların ayrı protokolleri ile yürütülmektedir. Bu durum, afetlerin karmaşıklaştığı durumlarda yönetimsel eşgüdümü zorlaştırmaktadır.

İzmir ili çoklu afet türlerine açık, karmaşık jeolojik ve meteorolojik riskleri aynı anda barındıran bir kenttir. AFAD tarafından hazırlanan İzmir İl Afet Risk Azaltma Planı (İRAP) da bu durumu teyit etmekte ve dört ana tehlike grubunu öncelikli olarak sıralamaktadır: deprem, sel, fırtına ve orman yangını (AFAD, 2022). Ancak, bu tehlikelerin çoğu, zaman içinde değişkenlik gösterebilecek nitelikte olduğu için yalnızca geçmiş verilerle değil, dinamik izleme ve modelleme sistemleriyle de sürekli takip edilmelidir. Dolayısıyla İzmir'in afetselliği, yalnızca fiziksel tehlikelerin çokluğu ile değil, aynı zamanda bu tehlikelerin hızlı ve öngörülemeyen dönüşüm potansiyeliyle de şekillenmektedir.

İzmir'in afetselliğini artıran en temel yapısal faktörlerden biri, kentsel dokunun düzensizliği ve zeminsel kırılganlıkla iç içe geçmiş olmasıdır. İzmir, Ege Denizi kıyısında, kıyı–ova–dağ etkileşim alanında konumlanmış; hem fay hatlarına hem de alüvyon zemin yapılarına doğrudan maruz kalan bir kenttir. Jeolojik araştırmalar, özellikle Bayraklı, Bornova ve Buca gibi ilçelerin alüvyon zemin üzerine kurulmuş olduğunu ve zemin büyütme etkisine açık sahalarda ciddi yapısal hasar riski taşıdığını ortaya koymaktadır (Şimşek ve Erdoğan, 2021). 2020 depreminde en ağır yapısal hasarın Bayraklı'da meydana gelmesi, yalnızca binasal nitelikler değil, zemin koşullarının da afet etkisini büyüttüğünü kanıtlamaktadır (Bayraktar et al., 2021).

Kentsel büyüme sürecinde planlama eksiklikleri ve hızlı yapılaşma İzmir'de "afetle bütünleşmiş kentleşme" şeklinde nitelendirilebilecek bir tabloyu doğurmuştur (Özdemir, 2020). Yapılan çalışmalarda, 1980 sonrası hızla genişleyen gecekondu alanlarının, mevcut zemin koşulları göz önüne alınmadan yapılaşmaya açıldığı; yapı ruhsatı ve denetim mekanizmalarının yetersiz olduğu tespit edilmiştir (Yılmaz ve Aydın, 2022). Bu durum, özellikle Buca, Karabağlar ve Gaziemir gibi ilçelerde yoğun nüfusun, yetersiz altyapı ile birleşerek afetlere karşı yüksek kırılganlık yarattığı alanların ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Kentsel mekânda coğrafi risklerin mekânsal dağılımı da önemli bir sorun alanıdır. İzmir'in doğusunda yer alan dağlık alanlar heyelan ve orman yangını riski taşırken, batıdaki deniz kıyısındaki yerleşimler (Karşıyaka, Mavişehir, Alsancak, Seferihisar) deniz seviyesi yükselmesi, kıyı taşkını ve tsunami gibi risklere maruz kalmaktadır. Tan ve Yalçiner (2020), yaptıkları tsunami modellemelerinde Mavişehir ve Karşıyaka kıyılarında dalga boyunun 1,5–2,0 metreye ulaşabileceğini, düşük rakımlı bölgelerde kıyıdan 400 metre içeriye kadar su baskınlarının yaşanabileceğini göstermiştir. Ayrıca, bu bölgelerdeki yoğun konutlaşma ve kıyıya yakın büyük alışveriş merkezleri, tsunami kaynaklı tahliye ve lojistik sorunları açısından kritik zayıflıklar oluşturmaktadır.

İzmir'in fiziki coğrafyası, kentsel lojistik planlamayı da karmaşıklaştırmaktadır. Kentin ortasından geçen yüksek eğimli sırtlar, dar sokak yapısı ve gelişigüzel büyümüş yerleşim alanları, afet anında hem arama-kurtarma ekiplerinin erişimini zorlaştırmakta hem de afet sonrası yardım malzemesi ulaştırılmasını sınırlamaktadır. Örneğin, Bornova ilçesi içinde yer alan Eğridere Mahallesi gibi yerleşimlerde hem yol genişliği hem de taşıt girişi bakımından ciddi sınırlamalar mevcuttur (İBB, 2022). Bu tür mahallelerde olası afet senaryoları altında lojistik gecikme riski çok yüksektir.

Kentsel riskler, sadece yapılaşma yoğunluğu ile değil, aynı zamanda alt yapı sistemlerinin kapasitesi ile de yakından ilişkilidir. Su, kanalizasyon ve elektrik şebekelerinin büyük bölümü 1970–1990 yılları arasında döşenmiş olup, deprem etkisine karşı modern dayanıklılık standartlarını karşılamamaktadır (İZSU, 2020). Sel riskinin yüksek olduğu Konak ve Balçova gibi bölgelerde, yağmur suyu drenaj kapasitesi, artan iklim değişikliği

etkileriyle birlikte yetersiz kalmakta ve sokak bazlı taşkınlara neden olmaktadır (Demirtaş ve Özkan, 2022).

Ayrıca İzmir, gece ile gündüz arasında ciddi nüfus mobilitesi yaşayan bir şehirdir. Özellikle Konak, Alsancak ve Bornova bölgelerinde gündüz nüfusu üç katına kadar çıkmakta; bu da afet anında tahliye, barınma ve ulaşım planlamalarını oldukça karmaşık hale getirmektedir. Gündüz hareketliliğinin yoğun olduğu bölgelerde afet sonrası müdahale ve koordinasyon süreçleri daha fazla hazırlık gerektirmekte, bu hazırlığın mekânsal düzlemde senaryolarla modellenmesi gereklilik arz etmektedir (Karatay ve Özdemir, 2021).

Tüm bu nedenlerle, İzmir'in kentsel yapısı ve coğrafi karakteri, afet yönetimi açısından entegre bir risk planlaması gerektirmektedir. Mevcut yapı stoğunun envanterlenmesi, riskli alanlarda kentsel dönüşüm projelerinin hızlandırılması ve yüksek riskli bölgelerin dijital ikiz teknolojileri ile modellenerek lojistik simülasyonlara açılması, kısa ve orta vadede öncelikli stratejik adımlar olarak değerlendirilmelidir.

İzmir ili, akıllı şehir vizyonu çerçevesinde çeşitli dijital altyapı yatırımları gerçekleştirse de, afet lojistiğine özgü sistemlerin sistematik kullanımı hâlen sınırlı düzeydedir. Bu bağlamda çalışmada analiz edilen 11 teknoloji, İzmir'in afet yönetimi yapısı çerçevesinde uygulama durumu açısından değerlendirilmiştir.

Uydu görüntüleme sistemleri, afet sonrası hasar tespiti ve bölgesel değerlendirmelerde önemli rol oynayabilecek potansiyele sahip olmasına rağmen İzmir'de bu teknolojinin aktif ve sürekli kullanımına ilişkin kurumsal bir yapı henüz oluşturulmamıştır. 2020 depreminde sınırlı sayıda uydu görüntüsü ile hasar analizleri yapılmış; ancak çözünürlük, yorumlama kapasitesi ve veri erişim hızları bakımından operasyonel etkinlik sağlanamamıştır (Bayraktar et al., 2021).

İHA, özellikle arama-kurtarma faaliyetlerinde ve yüksek yapılı bölgelerde durum tespiti amacıyla kullanıma uygundur. İzmir Büyükşehir Belediyesi İtfaiye ve Arama Kurtarma birimlerinde belirli sayıda İHA yer almakta, ancak bu kullanım hâlen sınırlı ve olay bazlıdır. Operatör yeterliliği, uçuş izinleri ve görsel veri yorumlama altyapısı gibi

eksiklikler, bu teknolojinin kurumsallaşmasını engellemektedir (Karatay ve Özdemir, 2021).

Mobil uydu haberleşme sistemleri, afet anlarında geleneksel iletişim hatlarının zarar görmesi durumunda hayati önem taşımaktadır. İzmir'de bu tür cihazlar, yalnızca AFAD tarafından sınırlı sayıda kullanılmakta olup belediye düzeyinde bağımsız bir uydu haberleşme sistemi bulunmamaktadır. Bu da, yerel ekiplerin afet anında merkezi otoriteye bağlı kalmasına neden olmaktadır.

Blockchain tabanlı yardım yönetimi sistemleri, afet sonrası bağış ve yardım malzemelerinin izlenebilir ve şeffaf şekilde yönetilmesini sağlayan ileri teknolojilerdendir. Ancak İzmir'de, hatta Türkiye genelinde bu teknolojiye dayalı bir yardım yönetimi altyapısı bulunmamaktadır. Mevcut sistemler hâlen manuel ve kayıt dışı işlemlerle yürütülmekte, veri güvenliği ve hesap verilebilirlik bakımından açıklar oluşturmaktadır.

Otonom robot sistemleri, insan erişiminin zor olduğu enkaz veya riskli alanlarda kullanılmak üzere geliştirilen teknolojilerdir. İzmir'de bu teknoloji henüz saha uygulamalarına girmemiştir. Üniversiteler bünyesinde bazı araştırma projeleri bulunsa da, kurumsal yapıların bu robotik sistemleri müdahale planlarına dahil ettikleri bir uygulama örneği mevcut değildir.

Yapay zekâ destekli müdahale analizleri, afet anında çok değişkenli verilerin analizini sağlayarak karar vericilere senaryo bazlı yönlendirme sunabilir. İzmir'de bu tür bir sistem kurulmamış, müdahale kararları ağırlıklı olarak manuel süreçlere dayalı olarak yürütülmektedir. AI tabanlı algoritmaların arama kurtarma, trafik yönlendirme veya kaynak tahsisi gibi operasyonlara entegre edilmemesi önemli bir eksikliktir.

Büyük veri ile risk haritalama teknolojileri, farklı veri setlerini bir araya getirerek afet öncesi risk analizlerini güçlendirebilir. İzmir'de coğrafi bilgi altyapısı gelişmiş olsa da, bu altyapıların büyük veri ile bütünleşik çalıştığı dinamik bir risk değerlendirme sistemi oluşturulmamıştır. Hâlen statik risk haritaları ve geçmiş veri analizleri kullanılmaktadır (Demirtaş ve Özkan, 2022).

Dijital ikiz teknolojisi, kentsel yapıların sanal kopyası üzerinde senaryo modellemelerine olanak tanır. İzmir Büyükşehir Belediyesi'nin dijital kent ikizi vizyonu bulunmakla birlikte, afet lojistiği bağlamında çalışan bir dijital ikiz modeli henüz hayata geçirilmemiştir. Olası afet senaryoları altında yapı davranışlarını, tahliye süreçlerini ve müdahale yollarını test edebilecek bir sistem ihtiyacı devam etmektedir.

IoT tabanlı izleme sistemleri, çevresel verilerin gerçek zamanlı toplanmasını sağlayarak erken uyarı sistemlerine katkı sunmaktadır. İzmir'de sel riski olan bölgelerde bazı sensör uygulamaları başlatılmıştır; ancak bu verilerin afet yönetim sistemlerine entegrasyonu henüz sağlanmamıştır. Ayrıca erken uyarı çıktıları kurumsal müdahale planlarına otomatik olarak entegre edilmemektedir.

CBS İzmir'de en yaygın kullanılan teknolojilerden biridir. Belediyeye bağlı birimlerde aktif olarak kullanılmakta; altyapı planlaması, bina stokları ve ulaşım ağı haritalama gibi alanlarda fayda sağlamaktadır. Ancak afet lojistiği planlamasına doğrudan entegre çalışan dinamik GIS tabanlı karar destek sistemleri henüz oluşturulmamıştır.

Yapay zekâ destekli afet tahmin sistemleri, geçmiş veri setlerine ve çevresel parametrelere dayalı olarak afetlerin zaman, yer ve büyüklük düzeyinde öngörülmesine imkân tanır. İzmir'de bu alanda kurumsal bir sistem bulunmamaktadır. Meteorolojik uyarılar dışında yerel veriyle çalışan bir yapay zekâ tahmin altyapısı geliştirilmemiştir.

Bu doğrultuda bu çalışma, afet lojistiğinde teknoloji kullanımına yönelik iki önemli boşluğu doldurmuştur. Mevcut literatürde teknolojilerin bireysel performansları sıklıkla incelenmekte, ancak birbirleriyle olan ilişkiler genellikle göz ardı edilmektedir. Bu çalışma, DEMATEL yöntemi ile teknolojiler arasındaki nedensel ağ yapısını ortaya koyarak önemli bir özgün katkı sağlamıştır. AHP ve DEMATEL bulgularının entegre edilmesiyle geliştirilen sistemik teknoloji seçimi yaklaşımı, yalnızca hangi teknolojilerin önemli olduğu değil, hangi teknolojilerin sistem üzerinde stratejik rol oynadığı bilgisini de karar vericilere sunmaktadır.

Bu katkılar, Türkiye'nin afet yönetimi kapasitesinin geliştirilmesi ve teknoloji yatırımlarının daha verimli yönlendirilmesi açısından hem teorik hem de pratik düzeyde değer taşımaktadır.

Araştırmanın önemli bir çıktısı, afet lojistiği planlamasında teknoloji seçiminin sadece bireysel performansa değil, aynı zamanda sistemik rol ve etkileşimlere göre yapılması gerektiğini göstermesidir. Bu yaklaşım**,** Forman ve Gass (2001) tarafından geliştirilen çok kriterli karar destek sistemlerinin temel ilkeleriyle uyumludur.

Önerilen yaklaşım aşağıda yer almaktadır:

- **Neden Teknolojiler (Öncelikli Yatırım):** IoT Tabanlı İzleme Sistemleri, Yapay Zeka Destekli Müdahale Analizleri.
- **Destekleyici Teknolojiler (Operasyonel Etkinlik):** İnsansız Hava Araçları, Büyük Veri, Dijital İkiz.
- **İkincil Teknolojiler (Tamamlayıcı Rol):** Blockchain, Mobil Uydu Haberleşme Sistemleri, Uydu Görüntüleme Sistemleri.

Bu çalışmanın bulguları doğrultusunda hem uygulayıcılar hem politika yapıcılar için çeşitli öneriler geliştirilmiştir. Araştırmada elde edilen sonuçlar, yapay zekâ ve IoT tabanlı teknolojilerin afet lojistiği sistemlerinin tetikleyici bileşenleri olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda, afet yönetimi kurumlarının teknoloji yatırımı yaparken yalnızca operasyonel fayda değil, sistem içindeki stratejik rolü de dikkate almaları gerekmektedir. Planlama süreçlerinde IoT, yapay zekâ ve CBS gibi tetikleyici teknolojilere öncelik verilmelidir. Teknolojiler arası etkileşimlerin dikkate alındığı sistemik yaklaşımlar, sınırlı kaynakların daha etkili kullanımını sağlayacaktır. Özellikle kamu kurumlarının stratejik planlarında, izleme, analiz ve yönlendirme teknolojilerine öncelik verilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Doğal afet lojistiği sistemlerinde kullanılacak teknolojilerin yalnızca edinilmesi değil, sistem entegrasyonu ve saha kullanım eğitimleri de çok aşamalı projelendirilmelidir. İHA, robot sistemler ve Blockchain gibi yenilikçi teknolojilerin etkin kullanımında bu entegrasyon kritik rol oynamaktadır.

Saha uygulamaları açısından değerlendirildiğinde, teknolojilerin yalnızca edinilmesi değil, aynı zamanda entegrasyonu, saha testi ve kullanıcı eğitimi gibi boyutları da dikkate alınmalıdır. Örneğin, İHA teknolojilerinin doğal afet alanında verimli kullanılabilmesi için uçuş izinleri, operatör yeterlilikleri ve veri entegrasyon süreçlerinin iyi planlanması

gerekir. Benzer şekilde, Blockchain teknolojisinin şeffaf yardım dağıtımı gibi kritik alanlarda kullanılabilmesi için pilot uygulamalara ve düzenleyici çerçeveye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda, afet teknolojilerinin benimsenmesi çok aşamalı ve disiplinlerarası bir süreç olarak ele alınmalıdır.

Ayrıca, afet lojistiği sürecinde veri paylaşımı ve birlikte çalışabilirlik temel meselelerden biridir. Çeşitli kurumlar arasında veri paylaşım protokolleri standartlaştırılmalı, güvenli ve açık veri altyapısı oluşturulmalıdır. Böylece teknolojilerin birlikte çalışması mümkün olacak ve sistemsel sinerji artacaktır. Bu durum yalnızca operasyonel verimliliği değil, aynı zamanda zamanında ve etkili müdahaleyi de mümkün kılacaktır.

Bu çalışma, doğal afet lojistiği süreçlerinde kullanılan teknolojilerin önem düzeyleri ve etkileşim yapıları hakkında kapsamlı bir değerlendirme sunmuş olmakla birlikte, belirli sınırlamalara sahiptir. Bu sınırlamalar doğrultusunda, gelecekte gerçekleştirilecek çalışmalara yönelik çeşitli öneriler geliştirilmiştir.

İlk olarak, çalışmada AHP ve DEMATEL yöntemleri kullanılmıştır. Ancak doğal afet lojistiği gibi çok boyutlu ve dinamik sistemlerde, farklı yöntemsel yaklaşımların kullanılması yeni içgörüler sağlayabilir. Özellikle Analitik Ağ Süreci (ANP) gibi daha karmaşık çok kriterli karar verme yöntemlerinin, bulanık mantık temelli Fuzzy AHP veya Fuzzy DEMATEL gibi modellerle desteklenmesi, belirsizliklerin daha doğru yönetilmesine imkân verebilir. Ayrıca, Interpretive Structural Modeling (ISM) gibi yapısal analiz teknikleri ile teknoloji etkileşim ağlarının daha derinlikli olarak modellenmesi gelecek araştırmalara değerli katkılar sunabilir.

Doğal afet lojistiği sistemlerinin doğası gereği zamanla değişkenlik göstermesi, dinamik modelleme yaklaşımlarının önemini artırmaktadır. Bu bağlamda, sistem dinamiği ve çok ajanlı simülasyon gibi zaman boyutunu dikkate alan yöntemlerin kullanılması önerilmektedir. Böylelikle, afet öncesi, afet anı ve afet sonrası olmak üzere farklı zaman dilimlerinde teknolojilerin etkileri daha gerçekçi biçimde analiz edilebilir ve müdahale stratejileri daha isabetli şekilde geliştirilebilir.

Bu çalışmada teknolojilerin sistem içindeki rollerine odaklanılmış, ancak teknoloji olgunluk seviyeleri (Technology Readiness Levels – TRL) dikkate alınmamıştır. Oysa

farklı teknolojilerin saha kullanımına uygunluk düzeyleri önemli farklılıklar gösterebilmektedir. Gelecek araştırmalarda, her teknolojinin olgunluk düzeyine göre ayrıştırılması, teknoloji seçimi ve entegrasyonu süreçlerinde daha gerçekçi ve uygulanabilir stratejiler geliştirilmesine olanak sağlayacaktır. Böylece hem mevcut kullanılabilir teknolojilere odaklanmak hem de geliştirilmesi gereken alanları belirlemek mümkün olacaktır.

Araştırmanın uygulama sahası İzmir ili ile sınırlı kalmış ve kentsel afet senaryosu temel alınmıştır. Oysa doğal afet lojistiği uygulamaları, afet türüne, bölgesel özelliklere ve kültürel bağlama göre önemli farklılıklar gösterebilmektedir. Bu nedenle, gelecekteki çalışmaların farklı afet türlerini (deprem, sel, yangın, heyelan gibi) dikkate alarak çeşitli bölgesel senaryolar üzerinde uygulanması önerilmektedir. Ayrıca, kırsal alanlar, dağlık bölgeler ve az gelişmiş altyapıya sahip bölgelerde afet lojistiği teknolojilerinin etkinliğinin incelenmesi, teknoloji stratejilerinin bölgeye özgü biçimlendirilmesine katkı sağlayacaktır.

Büyük veri, IoT ve yapay zekâ tabanlı uygulamalar, afet yönetimi literatüründe giderek daha fazla ilgi görmekte; ancak bu teknolojilerin özellikle afet müdahale süreçlerine olan katkıları çoğu zaman teorik düzeyde ele alınmaktadır. Gelecek çalışmalarda, bu teknolojilerin gerçek zamanlı veri üretme, analiz etme ve karar destek sağlama performanslarının daha sistematik biçimde araştırılması büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, büyük veri analitiği ile afet sahasından anlık olarak toplanan verilerin karar vericilere nasıl aktarıldığı, hangi algoritmaların müdahale hızını ve doğruluğunu artırdığı, IoT sensörlerinin risk tespiti üzerindeki etkisi gibi değişkenler nicel yöntemlerle değerlendirilmelidir. Yapay zekâ destekli sistemlerin, olay anı müdahale planlamalarında ne ölçüde öngörü sağlayabildiği, kaynak tahsisi, tahliye planlaması ve yardım dağıtımı gibi kritik operasyonel süreçlerde ne tür kazanımlar sunduğu, sayısal modellemeler ve vaka analizleri ile ayrıntılı biçimde ortaya konulmalıdır. Bu tür çalışmalar, veri odaklı teknolojilerin sadece potansiyel vaatleri değil, gerçek saha koşullarındaki performanslarını da nesnel olarak değerlendirme fırsatı yaratacaktır.

Türkiye'nin afet yönetimi yapısı, özgün bir kentsel dokunun, karmaşık bir coğrafi risk profilinin ve çok aktörlü bir yönetişim sisteminin birleşiminden oluşmaktadır. Bu yapısal

özellikler, Türkiye'de uygulanacak afet lojistiği teknoloji modellerinin de yerel koşulları dikkate alarak tasarlanmasını zorunlu kılmaktadır. Yabancı kaynaklı modellerin doğrudan aktarılması, çoğu zaman hem operasyonel düzeyde uyumsuzluklara hem de teknolojilerin beklenen etkiyi gösterememesine neden olmaktadır. Bu nedenle, yerel veri setlerine, bölgesel afet senaryolarına ve kurumlar arası işleyişe dayalı olarak geliştirilecek özgün stratejik modeller, hem teknolojik yatırımların daha verimli yapılmasına hem de uygulamaların sürdürülebilirliğine katkı sağlayacaktır. Türkiye'deki büyükşehirlerin afet altyapısı, kırsal bölgelerdeki iletişim ağları ve kurumlar arası veri paylaşım protokolleri gibi faktörler, modellemenin her aşamasında dikkate alınmalı; sadece teknolojik yeterlilik değil, uygulama ortamı gerçekliği de stratejik planlamaya dâhil edilmelidir. Böylece, afet lojistiği sistemleri yalnızca teknik olarak değil, aynı zamanda bağlamsal olarak da sağlam temellere oturtulmuş olacaktır.

Son olarak, bu çalışmada teknoloji seçimi uzman görüşlerine dayalı bireysel önceliklendirme üzerinden değerlendirilmiştir. Ancak doğal afet lojistiği uygulamaları çok sayıda paydaşın katılımını gerektirmektedir. Gelecek araştırmaların, çok paydaşlı karar verme yaklaşımlarına (Multi-Criteria Group Decision Making) dayalı modeller geliştirmesi, farklı kurumların, yerel yönetimlerin, sivil toplum kuruluşlarının ve özel sektör temsilcilerinin önceliklerini birlikte analiz etmesi önerilmektedir. Böylelikle, afet lojistiği sistemlerinde paydaşlar arası uyum artırılabilir ve teknoloji yatırımlarının etkisi daha da güçlendirilebilir.

KAYNAKÇA

Abon, C., David, C. ve Tabios, G. (2012). Community-based monitoring for flood early warning system. *Disaster Prevention and Management an International Journal*, 21(1), 85-96. https://doi.org/10.1108/09653561211202728.

Adalı, S. (2025). *Yapay Açıklıklı Radar Verileri Temelinde Web Tabanlı Deprem Bilgi Arayüzü Geliştirilmesi* (Yayın no. 921395) [Yüksek Lisans Tezi, Gebze Teknik Üniversitesi] https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

AFAD. (2022). İzmir İl Afet Risk Azaltma Planı (İRAP). *Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı*.

AFAD. (2023). *Türkiye Afet Risk Azaltma Planı*. Ankara: AFAD Yayınları.

AFAD. (2023). Türkiye Tsunami Tehlike Haritaları. Erişim Tarihi: 11.12.2024 https://www.afad.gov.tr/turkiye-deprem-tehlike-haritasi Adresinden alındı.

AFAD. (2023). Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP). Erişim Tarihi:15.12.2024 https://www.afad.gov.tr/turkiye-afet-mudahale-plani Adresinden alındı.

Akyürek, Ö. (2022). Monitoring volcanic eruptions with geographical information systems and remote sensing methods: the case study of cumbre vieja volcano (spain). *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 8(2), 280-291.

Alexander, D.E. (2002). *Principles of emergency planning and management*. Oxford: Oxford University Press.

Alexander, D.E. (2022). Disaster and Emergency Planning for Preparedness, Response, and Recovery. *Oxford Research Encyclopedia of Natural Hazard Science*. https://doi.org/10.1093/acrefore/9780199389407.013.74

Alruqi, A. (2023). The use of artificial intelligence for disasters. *Open Journal of Applied Sciences*, 13(05), 731-738. https://doi.org/10.4236/ojapps.2023.135058

Altınsoy, U. ve Aksakal, E. (2020). Türkiye'de meydana gelebilecek depremlere karşı afet yönetim sistemi performansının veri zarflama analizi ile değerlendirilmesi. Dümf Mühendislik Dergisi, 11(1), 341-352. https://doi.org/10.24012/dumf.496680

Al-Wathinani, A. (2023). Driving sustainable disaster risk reduction: a rapid review of the policies and strategies in saudi arabia. *Sustainability*, 15(14), 10976. https://doi.org/10.3390/su151410976

Arca, D. (2012). Afet yönetiminde coğrafi bilgi sistemi ve uzaktan algılama. *Karaelmas Science and Engineering Journal*, 2(2), 53-61. https://doi.org/10.7212/zkufbd.v2i2.30

Ayaz, F. (2021). *Afet yönetiminde yapay zekâ ve dijitalleşmenin kullanımı: Türkiye ve dünya uygulamaları üzerine bir inceleme* (Yayın no. 705333) [Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi] https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Balcik, B., Beamon, B. M., Krejci, C. C., Muramatsu, K. M. ve Ramirez, M. (2010). Coordination in humanitarian relief chains: Practices, challenges and opportunities. *International Journal of Production Economics*, 126(1), 22-34. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.09.008

Basher, R. (2006). Global early warning systems for natural hazards: Systematic and people-centred. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 364(1845), 2167–2182. https://doi.org/10.1098/rsta.2006.1819

Batty, M. (2018). Digital twins. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, 45*(5), 817–820. https://doi.org/10.1177/2399808318796416

Bayraktar, A., Sevim, B. ve Altunışık, A. C. (2021). Evaluation of the Structural Damages after the 2020 Samos Earthquake in Izmir. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 21(4), 1453–1467. https://doi.org/10.5194/nhess-21-1453-2021

Becerikliler, U. (2017). Afet ve İnsani yardım Lojistiği (Yayın no. 470213) [Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi]. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Bilici, G. ve Pekküçükşen, Ş. (2023). Afet Lojistiği ve Afet Yönetiminde Karşılaşılan Lojistik Sorunlar. *Uluslararası Akademik Birikim Dergisi*, 6(5), 920–932. https://doi.org/10.5281/zenodo.10441838

Boin, A. ve Bynander, F. (2015). Explaining success and failure in crisis coordination. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, *6*(1), 1–18. https://doi.org/10.1080/19475705.2014.1000396

Boran, N. ve Ulutaşdemir, N. (2023). Acil yardım ve afet yönetimi öğrencilerinin afet farkındalığı ve afetlere yönelik tutumlarının değerlendirilmesi: Gümüşhane ili örneği. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 12(1), 82-89. https://doi.org/10.37989/gumussagbil.1182379

Bostan, S. ve Yaman Yüce, M. (2021). Ayvacık Depremi Üzerinden Afet Lojistiği Konusunda Uzman Görüşleri. *İşletme Bilimi Dergisi (JOBS)*, *9*(3), 519–541. https://doi.org/10.22139/jobs.889228

Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED). (2024). Annual Disaster *Statistical Review 2023: The Numbers and Trends.* Erişim Tarihi: 10.01.2025 https://www.emdat.be Adresinden alındı.

Ceren, A. (2023). Türkiye'de afet yönetimi ve afetlerde teknoloji kullanımının önemi. *RveS - Research Studies Anatolia Journal*, 6(2), 758–771. https://doi.org/10.33723/rs.1217203

Chandes, J. ve Paché, G. (2010). Humanitarian logistics: Meeting the challenge of preparing for sudden-onset disasters. *Supply Chain Forum: An International Journal*, 11(2), 14-25. https://doi.org/10.1080/16258312.2010.11517240

Chaturvedi, M. (2023). Role of mass media veamp; academia in disaster resilience. *Indian Journal of Community Health*, 35(3), 255-257. https://doi.org/10.47203/ijch.2023.v35i03.001

Chen, X., Zhu, Z. ve Chen, J. (2020). Smart disaster response systems: A review and future directions. *Safety Science,* 129(4), 104816. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104816

Comfort, L. K. (2007). Crisis Management in hindsight: Cognition, communication, coordination, and control. *Public Administration Review,* 67(1), 189-197. https://doi.org/10.1111/j.1540-6210.2007.00827.x

Coşandal, M. (2022). The role and importance of information technologies in risk management: the case of Turkey. *Resilience,* 6(1), 145-161. https://doi.org/10.32569/resilience.1033649

Dadak, Ö. (2023). *Akıllı Şehirlerde Acil Durum Yönetimi: Trabzon Akçaabat İlçesi Örneği* (Yayın no. 820001) [Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi]. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Dash, N. ve Gladwin, H. (2007). Evacuation decision making and behavioral responses: Individual and household. *Natural hazards review*, 8(3), 69-77.

Day, J. M., Melnyk, S. A., Larson, P. D., Davis, E. W. ve Whybark, D. C. (2012). Humanitarian and disaster relief supply chains: a matter of life and death. *Journal of Supply Chain Management*, 48(2), 21-36. https://doi.org/10.1111/j.1745-493X.2012.03267.x

Dellaloğlu, A. (2024). Afetlerde Yönetim, Korunma Yöntemleri ve Bilincin Önemi (Yayın no. 917527) [Yüksek Lisans Tezi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi] https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Demiralay, T. (2025). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Afet Yönetiminde Toplumsal Dayanıklılığın Değerlendirilmesi (Yayın no. 920149) [Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi] https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Demirci, K. (2021). İzmir kent yerleşiklerinin temel afet bilgi ve bilinç düzeyinin ölçülmesi. *Afet ve Risk Dergisi*, 4(2), 395–412. https://doi.org/10.35341/afet.992596

Demirtaş, H. ve Özkan, S. (2022). Büyük veri teknolojilerinin afet yönetiminde kullanımı: Türkiye örneği. *Afet ve Risk Dergisi*, 5(1), 24–38. https://doi.org/10.5281/zenodo.6723714

Diktaş Yerli, G. (2023). Sosyal bilimler alanında afet konulu lisansüstü çalışmaların bibliyometrik ve tematik analizi. *Afet ve Risk Dergisi*, 6(3), 961–976. https://doi.org/10.35341/afet.1279328

Dindarik, N. ve Atabey-Bölük, A. (2024). Future of Earthquake-Based Disaster Logistics and Futuristic Approaches. *Journal of Social Sciences and Education*, 7(2), 257–278. https://doi.org/10.53047/josse.1536068

Dinsel, E. (2024). Türkiye'de Doğal Afet Lojistiği - 6 Şubat Depremi İncelemesi (Yayın No. 902192) [Yüksek Lisans Tezi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi]. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Dobie, S., Schneider, J., Kesgin, M. ve Lagiewski, R. (2018). Hotels as critical hubs for destination disaster resilience: an analysis of hotel corporations' csr activities supporting disaster relief and resilience. *Infrastructures*, 3(4), 46. https://doi.org/10.3390/infrastructures3040046

Doğan, G. (2023). Malatya-Battalgazi Örneğinde Acil Toplanma Alanlarının Bütünleşik Afet Yönetim Sistemi Planlama Kriterlerine Göre Değerlendirilmesi (Yayın no. 788925) [Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi]. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Duman, Y. (2023). Erzurum İli Palandöken İlçesinde Afet Lojistik Koordinasyonu: PTT A.Ş. ve AFAD Örneği (Yayın no. 799575) [Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi]. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Ekkazan, M. C. (2024). Derin Öğrenme Tabanlı Bölütleme Yöntemleriyle Deprem Sonrası Uydu Görüntülerinden Hasarlı Bölgelerin Tespiti: 6 Şubat 2023 Türkiye

Depremleri Örneği (Yayın no. 893015) [Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi]. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Ekşi, A. ve Kantarli, İ. C. (2020). Su taşkınlarına karşı stratejik risk yönetimi: İzmir ili örneği. *Journal of Pre-Hospital*, 5(1), 11–27.

EMERCOM of Russia. (2023). Annual Report on Emergency Situations and Disaster Risk Reduction in Russia. Erişim Tarihi: 10.02.2025 https://en.mchs.gov.ru Adresinden alındı.

Emre, Ö., Duman, T. Y., Özalp, S., Elmacı, H., Olgun, Ş., ve Şaroğlu, F. (2018). *Türkiye Diri Fay Haritası.* Ankara: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayınları.

Erdelj, M., ve Natalizio, E. (2016). UAV-assisted disaster management: Applications and open issues. *International Journal of Distributed Sensor Networks,* 12(1), 1–11. https://doi.org/10.1155/2016/8715972

FEMA. (2022). Strategic Plan 2022–2026. Erişim Tarihi: 09.08.2024 https://www.fema.gov Adresinden alındı.

Fontela, E. ve Gabus, A. (1976). The DEMATEL Observer. Geneva: Geneva Research Centre, *Battelle Institute.*

Forman, E. H. ve Gass, S. I. (2001). The analytic hierarchy process—An exposition. *Operations Research,* 49(4), 469–486. https://doi.org/10.1287/opre.49.4.469.11231

Genç, E. ve Atabey, A. (2023). Sel felaketi sırasında afet lojistiği yönetimi kapsamında temel başarı etkenleri: Bartın ili üzerine bir değerlendirme. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi,* 22(47), 805–829. https://doi.org/10.46928/iticusbe.1274881

Goodchild, M. F. (2018). GIS and disaster management. In H. K. Gupta (Ed.), *Encyclopedia of Solid Earth Geophysics* (pp. 411–414). New York: Springer.

Guikema, S. D., ve Goffelt, J. P. (2016). Big data applications in disaster response and recovery. *Natural Hazards Review*, 17(1), 04015005. https://doi.org/10.1061/(ASCE)NH.1527-6996.0000193

Hashem, I. A. T., Yaqoob, I., Anuar, N. B., Mokhtar, S., Gani, A. ve Khan, S. U. (2015). The rise of "big data" on cloud computing: Review and open research issues. *Information Systems, 47*, 98–115. https://doi.org/10.1016/j.is.2014.07.006

IEEE Spectrum. (2023). How AI is reshaping disaster response. Erişim Tarihi: 10.11.2024 https://spectrum.ieee.org Adresinden alındı.

Ikeda, S., Furukawa, A., ve Hosokawa, Y. (2017). IoT-based emergency management system for natural disasters. *Journal of Disaster Research*, 12(6), 1209–1216. https://doi.org/10.20965/jdr.2017.p1209

International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies (IFRC). (2022). Digital Transformation of Humanitarian Assistance. Erişim Tarihi: 01.01.2025 https://www.ifrc.org Adresinden alındı.

İBB – İzmir Büyükşehir Belediyesi. (2022). Kentte sel ve taşkın riskinin azaltılması teknik raporu.

İrdem, İ. ve Mert, E. (2023). Deprem, dirençli kent ve acil afet yönetimi: Türkiye örneği. *Kamu Yönetimi ve Politikaları Dergisi*, 4(2), 241-276.

İsbir, B. ve Kaya, A. (2022). Güvenlik ve acil durum koordinasyon merkezi (gamer) ve yapay zekânın afetlerde uygulanabilirliği. *Afet ve Risk Dergisi*, 5(2), 601-622. https://doi.org/10.35341/afet.1102768

İzmir Büyükşehir Belediyesi. (2022). Akıllı Şehir Strateji Belgesi 2021–2024.

İzmir Su ve Kanalizasyon İdaresi (İZSU). (2020). Altyapı Dayanıklılığı Teknik Raporu.

Kalkan, M. (2023). Analysis of urbanization-oriented disaster policies in Turkey between 1923-2023. Kent Akademisi. https://doi.org/10.35674/kent.1350885

Kamyshanskiy, V., Stepanov, D., Mukhina, I. ve Kripakova, D. (2021). Digital society, artificial intelligence and modern civil law: challenges and perspectives. *SHS Web of Conferences*, 109, 01016. https://doi.org/10.1051/shsconf/202110901016

Kapucu, N. ve Sadiq, A. A. (2021). Disaster resilience and emergency management in the United States. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 62, 102423.

Karaca, M. (2023). Yapay zekâ tabanlı stratejik afet yönetimi: Verilerin tam kullanımı. *Afet ve Risk Dergisi*, 6(4), 1312–1331. https://doi.org/10.35341/afet.1324323

Karaçam, S., Ada, M., Gönen, T. ve Yıldırım, H. (2022). Uşak ilinin afet farkındalığı ve afete karşı hazırlık durum araştırması. *Uşak Üniversitesi Fen Ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(2), 113-125. Https://Doi.Org/10.47137/Usufedbid.1191514

Karatay, M. ve Özdemir, Z. (2021). İzmir depremi sonrası afet yönetimi süreci: müdahale ve lojistik uygulamalar. *Uluslararası Afet ve Risk Dergisi*, 4(2), 65–82.

Kaufmann, K. and Peil, C. (2019). The mobile instant messaging interview (mimi): using whatsapp to enhance self-reporting and explore media usage in situ. *Mobile Media ve Communication*, 8(2), 229-246. https://doi.org/10.1177/2050157919852392

Kawamoto, S., Hashimoto, Y. ve Sakano, T. (2023). Emergency ınternet access using LEO satellite constellations during disasters. *IEEE Access*, 11, 12345-12356. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3245678

Kelman, I. (2020). Disaster by Choice: How Our Actions Turn Natural Hazards into Catastrophes. *Oxford University Press.* https://doi.org/10.1093/oso/9780198841346.001.0001

Kobayashi, H., vd. (2022). Real-time crisis mapping using GIS in Japan. *Natural Hazards*, 110(2), 841–863.

Köse Küçük, M. ve Çavdur, F. (2018). Sosyal yardımlaşma lojistiği: kavramsal bir inceleme. *Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, 10(1), 45-62.

Krichen, M.(2023). Managing natural disasters: An analysis of technological advancements, opportunities, and challenges. *Internet of Things and Cyber-Physical Systems*, 4, 99–109.

Kshetri, N. (2018). Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. *International Journal of Information Management*, 39, 80–89. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2017.12.005

Kumar, R. (2024). Disaster guard ai: a synergistic solution for intelligent disaster management. https://doi.org/10.55524/csistw.2024.12.1.21

Küçük, K., Bayılmış, C., Sönmez, A. F. ve Kaçar, S. (2019). IoT teknolojilerini kullanan afet sonrası yönetim sistemi. *Academic Platform Journal of Engineering and Science, 7*(2), 298–305. https://doi.org/10.21541/apjes.474822

Li, P. (2024). Study of structural damage identification through various convolutional neural network models: exploring the accuracy and efficiency, *Fourth International Conference on Machine Learning and Computer Application (ICMLCA 2023), 2023*, Hangzhou, China. https://doi.org/10.1117/12.3028960

Li, R. ve Tzeng, G. H. (2009). Identification of a threshold value for the DEMATEL method: Application to finding critical factors to improve service quality of airline websites. *Expert Systems with Applications*, 36(3), 6530–6536. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.01.073

Liu, S. B., Palen, L., Sutton, J., Hughes, A. L. ve Vieweg, S. (2016). In search of the bigger picture: The emergent role of big data in disaster response. *Proceedings of the ISCRAM Conference*, 24(4), 153-184.

Madanian, S., Norris, A. ve Parry, D. (2020). Disaster ehealth: scoping review. *Journal of Medical Internet Research*, 22(10), e18310. https://doi.org/10.2196/18310

Madni, A. M., Madni, C. C., ve Lucero, S. D. (2019). Leveraging digital twin technology in model-based systems engineering. *Systems*, 7(1), 7. https://doi.org/10.3390/systems7010007

McKinsey Global Institute. (2024). The role of digital technologies in disaster management. Erişim Tarihi: 25.06.2024 https://www.mckinsey.com Adresinden alındı.

Medel, K., Kousar, R. ve Masood, T. (2020). A collaboration–resilience framework for disaster management supply networks: a case study of the philippines. *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, 10(4), 509-553. https://doi.org/10.1108/jhlscm-09-2019-0066

Memiş, L. ve Babaoğlu, C. (2020). Acil durum ve afet yönetiminde süreç yaklaşımı ve teknoloji. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 13*(4), 776–791. https://doi.org/10.25287/ohuiibf.731103

Mermertaş, F. (2024). İnsani Yardım Lojistiğine Ayrıntılı Bir Bakış ve Bibliyometrik Analiz. *Gaziantep University Journal of Social Sciences, 23*(1), 241–264. https://doi.org/10.21547/jss.1390911

MGM – Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2023). Türkiye İklim Raporları. Erişim Tarihi: 09.10.2024 https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/yillikiklim/2023-iklim-raporu.pdf Adresinden alıdı.

Mızrak, S. (2021). Contribution of risk perception studies in disaster management process. *Afet ve Risk Dergisi*, 4(2), 291-299. https://doi.org/10.35341/afet.992959

Moe, T. L. ve Pathranarakul, P. (2006). An integrated approach to natural disaster management: Public project management and its critical success factors. *Disaster Prevention and Management: An International Journal, 15*(3), 396–413. https://doi.org/10.1108/09653560610669882

Murphy, R. R. (2014). Disaster robotics. Cambridge: MIT Press.

Nakweya, S. (2022). Digital risk management in humanitarian disasters. *Disaster Prevention and Management*, 31(1), 123-138. https://doi.org/10.1108/DPM-03-2021-0072

NASA Earth Science. (2022). Drone Technology in Disaster Response. Erişim Tarihi: 02.10.2024 https://earthdata.nasa.gov Adresinden alındı.

Nurmala, N., Leeuw, S. ve Dullaert, W. (2017). Humanitarian–business partnerships in managing humanitarian logistics. *Supply Chain Management an International Journal*, 22(1), 82-94. https://doi.org/10.1108/scm-07-2016-0262

Ofluoğlu, A., Baki, B. ve Ar, İ. M. (2019). Determining of disaster logistics risks based on literature review. *Journal of Management, Marketing and Logistics (JMML), 6*(1), 1-9. https://doi.org/10.17261/Pressacademia.2019.1029

Oran, F. Ç. ve Akan, B. B. (2021). Pandemi döneminde afet yönetimi açısından risk iletişimine ilişkin bir değerlendirme: Sosyal medya paylaşımları içerik analizi. *Selçuk İletişim Dergisi*, 14(3), 1371–1397.

Orman Genel Müdürlüğü. (2021). *Orman Yangınları Değerlendirme Raporu* 2021. Ankara. Erişim Tarihi: 09.10.2024 https://www.ogm.gov.tr/muglaobm/duyurular/2021-yili-orman-yanginlari-degerlendirme-raporu-430 Adresinden alıdı.

Öz, A. (2024). Sağlık alanında öğrenim gören meslek yüksekokulu öğrencilerinin afet konusundaki bilgi tutum ve davranışları: tanımlayıcı bir araştırma. *Unika Journal of Health Sciences*. https://doi.org/10.47327/unikasaglik.2024.62

Özdemir, A. (2020). Kentsel Dönüşüm ve Deprem Risk Yönetimi: İzmir Örneği. *Planlama Dergisi*, 3(2), 42–56.

Özer, S., ve Zenginer, Ş. (2024). Sınıf ve sosyal bilgiler öğretmen adaylarının doğal afet okuryazarlığı düzeylerinin incelenmesi. *Kapadokya Eğitim Dergisi,* 5(1), 151-171. https://doi.org/10.69643/kaped.1448007

Özkul, B. ve Karaman, A. E. (TMMOB). Doğal Afetler İçin Risk Yönetimi. TMMOB Afet Sempozyumu. Erişim Tarihi: 09.10.2024 https://eskisakarya.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/3906.pdf Adresinden alıdı.

Öztürk, G. (2023). Türkiye'de risk yönetimi bağlamında afete hazırlıkla ilgili yazılan lisansüstü tezlerin incelemesi. *The Journal of International Scientific Researches*, 8(3), 490-498. https://doi.org/10.23834/isrjournal.1350818

Öztürkel, A. (2021). İnsani yardım lojistiği çerçevesinde sosyal yardım lojistiği uygulamaları. *İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 35(2), 150-172.

Palinkas, L. A., Horwitz, S. M., Green, C. A., Wisdom, J. P., Duan, N. ve Hoagwood, K. (2015). Purposeful sampling for qualitative data collection and analysis in mixed method implementation research. *Administration and Policy in Mental Health and Mental Health Services Research*, 42(5), 533–544. https://doi.org/10.1007/s10488-013-0528-y

Partigöç, N. S. (2022). Afet risk yönetiminde yapay zekâ kullanımının rolü. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, *15*(4), 401-411. https://doi.org/10.17671/gazibtd.1067831

Partigöç, N. S. ve Tarhan, Ç. (2019). Dijital çağda afet yönetimi: Dijital bölünme perspektifinden bir inceleme. *Resilience*, 3(2), 301–306. https://doi.org/10.32569/resilience.619192

Pew Research Center. (2020). Emergency Alert Systems and Public Trust. Erişim Tarihi: 09.10.2024 https://pewresearch.org Adresinden alıdı.

Polat, H. (2023). Doğal afetlerin sosyolojik etkileri. *Casess*, 1(1), 35-45. https://doi.org/10.29228/casess.74428

Redd, T., Campbell, J., Brown, J., Kim, S., Ostmo, S., Chan, R., ve Chiang, M. (2018). Evaluation of a deep learning image assessment system for detecting severe retinopathy of prematurity. *British Journal of Ophthalmology*, 103(5), 580-584. https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2018-313156

Reichling, C., Taieb, J., Dérangère, V., Klopfenstein, Q., Malicot, K., Gornet, J. ve Ghiringhelli, F. (2019). Artificial intelligence-guided tissue analysis combined with immune infiltrate assessment predicts stage iii colon cancer outcomes in study. *Gut*, 69(4), 681-690. https://doi.org/10.1136/gutjnl-2019-319292

Reuter, C., Hughes, A. L. ve Kaufhold, M.-A. (2022). Social Media in Disaster Risk Reduction and Crisis Response. I*nternational Journal of Disaster Risk Reduction*, 68, 102713. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102713

Romo-Murphy, E., James, R. ve Adams, M. (2011). Facilitating disaster preparedness through local radio broadcasting. *Disasters*, 35(4), 801-815. https://doi.org/10.1111/j.1467-7717.2010.01234.x

Roscosmos. (2022). Russian Remote Sensing Satellites: Enhancing Disaster Management Capabilities. Erişim Tarihi: 25.06.2024 https://www.roscosmos.ru Adresinden Alındı.

Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83–98. https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2008.017590

Sakurai, M. ve Murayama, Y. (2021). Learning from COVID-19 for enhancing urban resilience. *Sustainability*, 13(3), 819. https://doi.org/10.3390/su13030819

Selim, M. (2023). Blokzincir Teknolojisinin Afet Kriz Yönetimi Evresinde Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi Üzerine Etkileri (Yayın no. 777250) [Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi]. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Seneviratne, K., Baldry, D. ve Pathirage, C. (2010). Disaster knowledge factors in managing disasters successfully. *International Journal of Strategic Property Management, 14*(4), 376–390. https://doi.org/10.3846/ijspm.2010.27

Shestakov, A., Petrov, A. ve Vlasov, V. (2022). Development of Integrated GIS Systems for Emergency Monitoring in Russia. *Journal of Disaster Research*, 17(4), 682–691.

Shibayama, T., vd. (2021). Lessons from the 2011 Great East Japan Earthquake for disaster risk reduction. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 57, 102203.

Soden, R. ve Palen, L. (2021). Infrastructure Resilience and Humanitarian Technology. Information, *Communication ve Society*, 24(8), 1112-1129.

Sood, S. ve Rawat, K. (2021). A scientometric analysis of ict-assisted disaster management. *Natural Hazards*, 106(3), 2863-2881. https://doi.org/10.1007/s11069-021-04512-3

Sorensen, J., Lindell, M., Baker, E. ve Lehman, W. (2020). Community response to hurricane threat: estimates of warning issuance time distributions. *Weather Climate and Society*, 12(4), 837-846. https://doi.org/10.1175/wcas-d-20-0031.1

Sözcü, U. ve Aydınözü, D. (2019). Öğretmen adaylarinin doğal afet okuryazarlik düzeylerinin çeşitli değişkenlere göre incelenmesi. *Lnternational Journal of Geography and Geography Education*, (40), 79-91. https://doi.org/10.32003/iggei.566164

Şahin, Ş. (2019). The Disaster Management in Turkey and Goals of 2023. *Turkish Journal of Earthquake Research, 1*(2), 180–196.

Şener, B. (2023). Depreme dirençli kentler: bursa ili yıldırım ilçesi örneği. *Ağaç ve Orman*, 4(2), 47-57. https://doi.org/10.59751/agacorman.1310296

Şimşek, C. ve Erdoğan, S. (2021). İzmir'de Deprem Tehlikesi ve Zemin Büyütme Etkileri: Bayraklı Örneği. *Yerbilimleri ve Deprem Araştırmaları Dergisi*, 2(1), 13–28.

Tan, K., ve Yalciner, A. C. (2020). Tsunami Hazard and Risk Assessment for the Aegean Coast of Turkey. *Pure and Applied Geophysics*, 177, 4871–4888.

Tanaka, S. (2021). Advances in flood early warning systems in Japan. *Natural Hazards*, 106(1), 467-489. https://doi.org/10.1007/s11069-020-04493-9

Tang, J., Sun, Y., Wu, X., ve Yang, Z. (2021). Artificial intelligence in disaster management: A review. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 53, 102013. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.102013

Tapia, A. H., Moore, K. ve Johnson, N. (2020). Beyond Traditional Humanitarian Aid: Blockchain Applications in Disaster Response. *Journal of International Humanitarian Action*, 5(1), 1-13.

Tapscott, D. ve Tapscott, A. (2017). Blockchain revolution: How the technology behind bitcoin is changing Money. *Business, and the World*. New York: Penguin.

Tarhan, C. (2019). Dijital çağda afet yönetimi: dijital bölünme perspektifinden bir inceleme. *Resilience*, 3(2), 301-306. https://doi.org/10.32569/resilience.619192

Tarhan, Ç., Özgür, A., Teke, İ. ve Komesli, M. (2022). Görüntü işleme entegre afet yönetiminde yapay zeka yöntemi olarak kullanılabilir mi? *Journal of Research in Business*, 7(IMISC2021 Special Issue), 116-131. https://doi.org/10.54452/jrb.1025382

Tatham, P. ve Houghton, L. (2011). The wicked problem of humanitarian logistics and disaster relief aid. *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, 1(1), 15-31. https://doi.org/10.1108/20426741111122394

Thomas, A. (2003). *Humanitarian logistics: Enabling disaster response*. Fritz Institute. Retrieved from Erişim Tarihi: 12.10.2024 https://www.fritzinstitute.org/pdfs/whitepaper/EnablingDisaster Response.pdf Adresinden alındı.

Toprak, A. ve Sunkar, M. (2022). Ağrı ilinde meydana gelen doğal afetlerin mekânsal ve zamansal analizi. *Journal of Geography*, 0(44), 97-113. https://doi.org/10.26650/jgeog2022-978387

Toraman, Y., Merdivenci, F. ve Tekin, M. (2023). Türkiye'de afet lojistiğinde tekrar kullanılabilir yardım malzemelerinin geri kazanım faaliyetleri üzerine bir

araştırma: Tersine lojistik süreçlerinin KIZILAY özelinde incelenmesi. *Afet ve Risk Dergisi*, 6(2), 391–400. https://doi.org/10.35341/afet.1221711

Tu, M., Dall'erba, S. ve Mingque, Y. (2022). Spatial and temporal evolution of the chinese artificial intelligence innovation network. *Sustainability*, 14(9), 5448. https://doi.org/10.3390/su14095448

Tükenmez, Ö. ve Kutlu, Y. (2018). Doğal afet dirençini ölçmeye yönelik bir anket çalişmasinin ilk sonuçlari. *Journal of Awareness*, 3(5), 817-822. https://doi.org/10.26809/joa.2018548691

UNDRR Europe Report. (2023). Disaster Risk Governance Progress Review – Eastern Europe and Central Asia. Erişim Tarihi: 24.12.2024 https://www.undrr.org Adresinden alındı.

UNDRR. (2022a). *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2022*. Erişim Tarihi: 08.07.2024 https://www.undrr.org/publication/global-assessment-report-disaster-risk-reduction-2022 Adresinden alındı.

UNDRR. (2022b). Disaster Risk Reduction Progress Review: Japan. Erişim Tarihi: 11.04.2024 https://www.undrr.org Adresinden alındı.

UNDRR. (2023). Lessons Learned from the 2023 Türkiye-Syria Earthquake. Erişim Tarihi: 20.08.2024 https://www.undrr.org Adresinden alındı.

Van Wassenhove, L. N. (2006). Humanitarian aid logistics: supply chain management in high gear. *Journal of the Operational Research Society*, 57(5), 475-489. https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2602125

Varol, N. ve Kaya, Ç. (2018). Transdisciplinary approach in disaster risk management. *Afet ve Risk Dergisi*, 1(1), 1-8. https://doi.org/10.35341/afet.418307

Wallemacq, P. ve House, R. (2018). Economic losses, poverty ve disasters 1998–2017. UN Office for Disaster Risk Reduction and Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. Erişim Tarihi: 17.08.2024 https://www.unisdr.org/files/61119_credeconomiclosses.pdf Adresinden alındı.

Wentz, E. A., King, A., ve Ruth, M. (2020). Satellite imagery for disaster response: A review. *Remote Sensing*, 12(6), 999. https://doi.org/10.3390/rs12060999

World Bank. (2023). Digital Solutions for Disaster Risk Management. Erişim Tarihi: 19.05.2024 https://www.worldbank.org Adresinden alındı.

World Economic Forum. (2023). Technology and disaster risk reduction: Building resilient communities. Erişim Tarihi: 24.12.2024 https://www.weforum.org Adresinden alındı.

Yaman, M. ve Avdan, Z. (2021). Sulak alanların su çerçeve direktifi kapsamında değerlendirilerek entegre veritabanı modeli tasarımı. *Afyon Kocatepe University Journal of Sciences and Engineering*, 21(5), 1097-1107. https://doi.org/10.35414/akufemubid.946876

Yaman, M. ve Çakır, E. (2018). Dijitalleşen dünyada akıllı afet ve acil durum uygulamaları. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 1124–1138. https://doi.org/10.15869/itobiad.399043

Yıkıcı, A. (2023). Dijital ikiz şehir fenomeni: Dünyadan örnekler ve Türkiye'deki yönelimler. *Kent Akademisi Dergisi*, 16(1), 138–163. https://doi.org/10.35674/kent.1195553

Yılmaz, N., ve Aydın, H. (2022). Plansız kentsel gelişmenin afet riski üzerindeki etkisi: İzmir örneği. *Şehir ve Afet Dergisi*, 6(1), 77–90.

Yılmaz, S. (2020). Sistem Teorisi Bağlamında Bir Stratejik İletişim Yönetimi Model Önerisi, Afet Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (Yayın no. 684140) (AFAD Başkanlık) Örneği [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi]. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Zhang, X., Zhang, H. ve Sun, Q. (2019). GIS-based disaster management and response planning: A review. *Sustainability*, 11(7), 2118. https://doi.org/10.3390/su11072118

EKLER

Ek:1: AHP Soru Formu

AHP Değerlendirme Formu

Afet Lojistiğinde Kullanılan Teknolojilerin Önceliklendirilmesi

Sayın Katılımcı,

Bu form, doğal afet lojistiğinde kullanılan teknolojilerin önem derecelerinin belirlenmesi amacıyla hazırlanmıştır.

Lütfen her iki kriteri karşılaştırarak hangisinin afet lojistiği süreçlerinde daha önemli olduğunu ve önem derecesini aşağıdaki ölçeğe göre belirtiniz.

Ölçek:

1 - Her iki kriter eşit derecede önemli

3 - Bir kriter diğerine göre biraz daha önemli

5 - Bir kriter diğerine göre kuvvetli şekilde önemli

7 - Bir kriter diğerine göre çok kuvvetli şekilde önemli

9 - Bir kriter diğerine göre aşırı derecede önemli

2,4,6,8 - Ara değerler (geçişler için)

Lütfen tercihinizi yaparken her satırı doldurunuz.

Kriter 1	Kriter 2	Daha Önemli Olan	Önem Derecesi (1-9)
Y1. Yapay Zeka Destekli Afet Tahmin Sistemleri	Y2. IoT Tabanlı İzleme Sistemleri		
Y1. Yapay Zeka Destekli Afet Tahmin Sistemleri	Y3. Büyük Veri ile Risk Haritalama		
Y1. Yapay Zeka Destekli Afet Tahmin Sistemleri	Y4. Dijital İkiz Teknolojisi		
Y1. Yapay Zeka Destekli Afet Tahmin Sistemleri	Y5. GIS ile Risk Haritaları		
Y1. Yapay Zeka Destekli Afet Tahmin Sistemleri	K1. Uydu Görüntüleme Sistemleri		
Y1. Yapay Zeka Destekli Afet Tahmin Sistemleri	K2. İnsansız Hava Araçları (Drone'lar)		
Y1. Yapay Zeka Destekli Afet Tahmin Sistemleri	K3. Mobil Uydu Haberleşme Sistemleri		
Y1. Yapay Zeka Destekli Afet Tahmin Sistemleri	K4. Blockchain Tabanlı Yardım Yönetimi		
Y1. Yapay Zeka Destekli Afet Tahmin Sistemleri	K5. Otonom Robot Sistemleri		
Y1. Yapay Zeka Destekli Afet Tahmin Sistemleri	K6. Yapay Zeka Destekli Müdahale Analizleri		
Y2. IoT Tabanlı İzleme Sistemleri	Y3. Büyük Veri ile Risk Haritalama		
Y2. IoT Tabanlı İzleme Sistemleri	Y4. Dijital İkiz Teknolojisi		
Y2. IoT Tabanlı İzleme Sistemleri	Y5. GIS ile Risk Haritaları		
Y2. IoT Tabanlı İzleme Sistemleri	K1. Uydu Görüntüleme Sistemleri		
Y2. IoT Tabanlı İzleme Sistemleri	K2. İnsansız Hava Araçları (Drone'lar)		
Y2. IoT Tabanlı İzleme Sistemleri	K3. Mobil Uydu Haberleşme Sistemleri		
Y2. IoT Tabanlı İzleme Sistemleri	K4. Blockchain Tabanlı Yardım Yönetimi		
Y2. IoT Tabanlı İzleme Sistemleri	K5. Otonom Robot Sistemleri		
Y2. IoT Tabanlı İzleme Sistemleri	K6. Yapay Zeka Destekli Müdahale Analizleri		
Y3. Büyük Veri ile Risk Haritalama	Y4. Dijital İkiz Teknolojisi		
Y3. Büyük Veri ile Risk Haritalama	Y5. GIS ile Risk Haritaları		
Y3. Büyük Veri ile Risk Haritalama	K1. Uydu Görüntüleme Sistemleri		
Y3. Büyük Veri ile Risk Haritalama	K2. İnsansız Hava Araçları (Drone'lar)		
Y3. Büyük Veri ile Risk Haritalama	K3. Mobil Uydu Haberleşme Sistemleri		
Y3. Büyük Veri ile Risk Haritalama	K4. Blockchain Tabanlı Yardım Yönetimi		
Y3. Büyük Veri ile Risk Haritalama	K5. Otonom Robot Sistemleri		
Y3. Büyük Veri ile Risk Haritalama	K6. Yapay Zeka Destekli Müdahale Analizleri		
Y4. Dijital İkiz Teknolojisi	Y5. GIS ile Risk Haritaları		

Kriter 1	Kriter 2	Daha Önemli Olan	Önem Derecesi (1-9)
Y4. Dijital İkiz Teknolojisi	K1. Uydu Görüntüleme Sistemleri		
Y4. Dijital İkiz Teknolojisi	K2. İnsansız Hava Araçları (Drone'lar)		
Y4. Dijital İkiz Teknolojisi	K3. Mobil Uydu Haberleşme Sistemleri		
Y4. Dijital İkiz Teknolojisi	K4. Blockchain Tabanlı Yardım Yönetimi		
Y4. Dijital İkiz Teknolojisi	K5. Otonom Robot Sistemleri		
Y4. Dijital İkiz Teknolojisi	K6. Yapay Zeka Destekli Müdahale Analizleri		
Y5. GIS ile Risk Haritaları	K1. Uydu Görüntüleme Sistemleri		
Y5. GIS ile Risk Haritaları	K2. İnsansız Hava Araçları (Drone'lar)		
Y5. GIS ile Risk Haritaları	K3. Mobil Uydu Haberleşme Sistemleri		
Y5. GIS ile Risk Haritaları	K4. Blockchain Tabanlı Yardım Yönetimi		
Y5. GIS ile Risk Haritaları	K5. Otonom Robot Sistemleri		
Y5. GIS ile Risk Haritaları	K6. Yapay Zeka Destekli Müdahale Analizleri		
K1. Uydu Görüntüleme Sistemleri	K2. İnsansız Hava Araçları (Drone'lar)		
K1. Uydu Görüntüleme Sistemleri	K3. Mobil Uydu Haberleşme Sistemleri		
K1. Uydu Görüntüleme Sistemleri	K4. Blockchain Tabanlı Yardım Yönetimi		
K1. Uydu Görüntüleme Sistemleri	K5. Otonom Robot Sistemleri		
K1. Uydu Görüntüleme Sistemleri	K6. Yapay Zeka Destekli Müdahale Analizleri		
K2. İnsansız Hava Araçları (Drone'lar)	K3. Mobil Uydu Haberleşme Sistemleri		
K2. İnsansız Hava Araçları (Drone'lar)	K4. Blockchain Tabanlı Yardım Yönetimi		
K2. İnsansız Hava Araçları (Drone'lar)	K5. Otonom Robot Sistemleri		
K2. İnsansız Hava Araçları (Drone'lar)	K6. Yapay Zeka Destekli Müdahale Analizleri		
K3. Mobil Uydu Haberleşme Sistemleri	K4. Blockchain Tabanlı Yardım Yönetimi		
K3. Mobil Uydu Haberleşme Sistemleri	K5. Otonom Robot Sistemleri		
K3. Mobil Uydu Haberleşme Sistemleri	K6. Yapay Zeka Destekli Müdahale Analizleri		
K4. Blockchain Tabanlı Yardım Yönetimi	K5. Otonom Robot Sistemleri		
K4. Blockchain Tabanlı Yardım Yönetimi	K6. Yapay Zeka Destekli Müdahale Analizleri		
K5. Otonom Robot Sistemleri	K6. Yapay Zeka Destekli Müdahale Analizleri		

Ekstra Yorumlarınız veya Gözlemleriniz:

.....

Ek:2: DELMATEL Soru Formu

DEMATEL Değerlendirme Formu

Afet Lojistiğinde Kullanılan Teknolojiler Arasındaki Nedensel İlişkilerin Analizi

Sayın Katılımcı,
Bu form, doğal afet lojistiğinde kullanılan teknolojiler arasındaki etkileşimlerin analiz edilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Lütfen her kriterin diğer kriter üzerindeki etkisini 0–4 arası bir değer ile değerlendiriniz.
Puanlama Ölçeği:
0 - Hiç Etki Yok
1 - Düşük Etki
2 - Orta Düzeyde Etki
3 - Yüksek Etki
4 - Çok Yüksek Etki
Önemli Not:
Bir kriterin kendi üzerindeki etkisi ölçülmeyecektir. Bu nedenle kendi kendine etkiler (diagonal hücreler) boş bırakılmalıdır.

Kriter	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Y1	X										
Y2		X									
Y3			X								
Y4				X							
Y5					X						
K1						X					
K2							X				
K3								X			
K4									X		
K5										X	
K6											X

Açıklamalar:
Y1: Yapay Zeka Destekli Afet Tahmin Sistemleri
Y2: IoT Tabanlı İzleme Sistemleri
Y3: Büyük Veri ile Risk Haritalama
Y4: Dijital İkiz Teknolojisi
Y5: GIS ile Risk Haritaları
K1: Uydu Görüntüleme Sistemleri
K2: İnsansız Hava Araçları (Drone'lar)
K3: Mobil Uydu Haberleşme Sistemleri
K4: Blockchain Tabanlı Yardım Yönetimi
K5: Otonom Robot Sistemleri
K6: Yapay Zeka Destekli Müdahale Analizleri

ÖZ GEÇMİŞ

Görkem SÜZEN

Eğitim

2011-2016 Gazi Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme

İş/İstihdam (Varsa)

2020 Türk Silahlı Kuvvetleri- Kara Kuvvetleri Komutanlığı- Üsteğmen