

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İŞLETME ANABİLİM DALI

DOKTORA PROGRAMI

**GEÇİCİ BARINMA MERKEZİ YER SEÇİMİ İÇİN BÜTÜNLEŞİK BİR YAKLAŞIM:
TRABZON İLİ ÖRNEĞİ**

DOKTORA TEZİ

Aylin OFLUOĞLU

TEMMUZ-2023

TRABZON

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İŞLETME ANABİLİM DALI

DOKTORA PROGRAMI

**GEÇİCİ BARINMA MERKEZİ YER SEÇİMİ İÇİN BÜTÜNLEŞİK BİR YAKLAŞIM:
TRABZON İLİ ÖRNEĞİ**

DOKTORA TEZİ

Aylin OFLUOĞLU

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Birdoğan BAKİ

TEMMUZ-2023

TRABZON

ONAY

Aylin OFLUOĞLU tarafından hazırlanan “Geçici Barınma Merkezi Yer Seçimi İçin Bütünleşik Bir Yaklaşım: Trabzon İli Örneği” adlı bu Çalışma, 13.09.2023 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oybirliği / ~~oyçokluğu~~ ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından İşletme Anabilim Dalı Doktora Programı’nda **doktora tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyesi		Karar		İmza
Unvanı - Adı ve Soyadı	Görevi	Kabul	Ret	
Prof. Dr. Mehmet TANYAŞ	Başkan	☐	☐	
Prof. Dr. Birdoğan BAKİ	Danışman	☐	☐	
Prof. Dr. Selçuk PERÇİN	Üye	☐	☐	
Prof. Dr. Eren ÖZCEYLAN	Üye	☐	☐	
Doç. Dr. Gökhan ÖZÇELİK	Üye	☐	☐	

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduklarını onaylarım.

Prof. Dr. Tülay İLHAN NAS
Enstitü Müdürü

BİLDİRİM

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca KTÜ - Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu'na uygun olarak hazırlanan bu Çalışmada yararlanılan kaynakların tümüne eksiksiz atıf yapıldığını, aksinin ortaya çıkması durumunda her tür yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

Aylin OFLUOĞLU
20/07/2023

ÖNSÖZ

Dünyada ve ülkemizde son yıllarda oldukça fazla yaşanan sel afeti, canlılara, yerleşim yerlerine, tarım arazilerine zarar vermekte ve etkilediği yerde yürütülen sosyo-ekonomik faaliyetlerin aksamasına neden olmaktadır. Ülkeler açısından ciddi can ve mal kayıplarına neden olan sel afetinin etkilerinin azaltılmasında ve yardım faaliyetlerinin yürütülmesinde etkin afet lojistiği yönetimi önemli rol oynamaktadır. Afetten etkilenen nüfusa yerleşim yeri, tıbbi yardım ve yiyecek temin eden geçici barınma merkezlerinin nerelere kurulması gerektiği afet lojistiği kapsamında stratejik öneme sahiptir. Çalışmanın amacı da afetten etkilenen insanların günlük yaşamlarını devam ettirebilecekleri alternatif geçici barınma merkezi kuruluş yerlerinin belirlenmesine yönelik bir yaklaşım önererek Trabzon ili için bir uygulama yapmaktır.

Çalışmada ilk olarak yüksek lisans sürecinden başlayıp doktora sürecinin tamamlanmasına kadar her konuda yardım ve destekleri ile beni yönlendiren ve beni bilgilendiren, her türlü sorunda varlığıyla güven hissettiren, sadece akademik olarak değil her alanda bana büyük katkı sağlayan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Birdoğan BAKİ'ye teşekkürü en içten saygılarımla arz ederim. Tezin değerlendirilmesinde destek olan tez jürisi sayın hocam Prof. Dr. Selçuk PERÇİN'e çok teşekkür ederim. Ayrıca çalışmanın bütününde bana her türlü desteği veren, tezin şekillenmesinde ve değerlendirilmesinde bana destek olan tez jürisi saygıdeğer hocam Sayın Doç. Dr. Gökhan ÖZÇELİK'e teşekkürü bir borç bilirim. Çalışmanın uygulama kısmında yardım ve desteklerini benden esirgemeyen, değerli vakitlerini benimle paylaşan saygıdeğer hocam Sayın Prof. Dr. Volkan YILDIRIM'a ve değerli hocam Dr. Öğretim Üyesi Barış ÖZKAN'a katkılarından dolayı şükranlarımı sunarım. Yine bu süreçte her türlü katkı ve desteği sağlayan Trabzon İl AFAD Müdürlüğü'ne çok teşekkür ederim.

Tez yazım süresi boyunca hep bana destek olan, her sorunumda yardımına koşan uzman Harita Mühendisi Hazal URAL'a, benden sabır ve yardımlarını esirgemeyen aileme ve hep yanımda olan, beni her zaman motive eden eşim Yılmaz OFLUOĞLU'na çok teşekkür ederim.

Temmuz, 2023

Aylin OFLUOĞLU

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	IV
İÇİNDEKİLER	V
ÖZET.....	IX
ABSTRACT	X
TABLOLAR LİSTESİ.....	XI
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	XII
GRAFİKLER LİSTESİ.....	XIII
KISALTMALAR LİSTESİ	XIV
GİRİŞ	1-3

BİRİNCİ BÖLÜM

1. AFET YÖNETİMİ VE AFET LOJİSTİĞİ	4-23
1.1. Tanımlar ve Kavramlar	4
1.1.1. Afet Kavramı.....	4
1.1.2. Afet Türleri	4
1.1.2.1. Doğa Kaynaklı (Doğal) Afetler.....	5
1.1.2.2. İnsan ya da Teknoloji Kaynaklı Afetler	8
1.1.3. Afet Yönetimi	10
1.1.4. Afet Lojistiği	12
1.1.4.1. Afet Lojistiği Faaliyetleri	13
1.1.4.2. Afet Lojistiği ile İşletme Lojistiği Arasındaki Farklar	17
1.2. Afet Lojistiği Kapsamında Barınma Merkezi Yer Seçimi	18
1.2.1. Barınma Merkezi Türleri.....	19
1.2.2. Afet Sonrası Geçici Barınma Merkezi Standartları	21

İKİNCİ BÖLÜM

2. BARINMA MERKEZİ YER SEÇİMİNE İLİŞKİN LİTERATÜR ARAŞTIRMASI ..24-54

2.1. Barınma Merkezi Yer Seçimi ile İlgili Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanıldığı Çalışmalar	26
2.1.1. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanıldığı Çalışmalar.....	26
2.1.2. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin İstatistiksel Yöntemlerle Birlikte Kullanıldığı Çalışmalar	29
2.1.3. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Matematiksel Yöntemlerle Birlikte Kullanıldığı Çalışmalar	30
2.1.4. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Çok Kriterli Karar Verme Teknikleriyle Birlikte Kullanıldığı Çalışmalar	32
2.1.4.1. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) / Analitik Ağ Süreci (ANP) Yöntemleriyle Birlikte Kullanıldığı Çalışmalar	32
2.1.4.2. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Diğer Çok Kriterli Karar Verme Teknikleriyle Birlikte Kullanıldığı Çalışmalar	37
2.1.5. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Bulanık Mantıkla Birlikte Kullanıldığı Çalışmalar	40
2.1.6. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Yapay Zeka Teknikleriyle Birlikte Kullanıldığı Çalışmalar	41
2.1.7. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin İki veya Daha Fazla Yöntemle Birlikte Kullanıldığı Çalışmalar	42
2.2. Barınma Merkezi Yer Seçimi ile İlgili Matematiksel Modellerin Kullanıldığı Çalışmalar	45
2.2.1. Matematiksel Programlama Yönteminin Kullanıldığı Çalışmalar	45
2.2.2. Medyan ve Kapsama Modellerinin Kullanıldığı Çalışmalar	47
2.3. Barınma Merkezi Yer Seçimi ile İlgili Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinin Kullanıldığı Çalışmalar	47
2.4. Barınma Merkezi Yer Seçimi ile İlgili Bulanık Mantık Kullanılan Çalışmalar	49
2.5. Barınma Merkezi Yer Seçimi ile İlgili Sezgisel/Meta Sezgisel Yöntemlerin Kullanıldığı Çalışmalar	50
2.6. Barınma Merkezi Yer Seçimi ile İlgili Karma Yöntemlerin Kullanıldığı Çalışmalar.....	51
2.7. Literatür Araştırmasına Yönelik Genel Değerlendirme ve Araştırma Boşluğu	52

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. ÇALIŞMADA KULLANILAN YÖNTEMLER	55-72
3.1. Analitik Hiyerarşi Süreci	55
3.2. Coğrafi Bilgi Sistemleri	58
3.2.1. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Bileşenleri	60
3.2.1.1. Donanım	60
3.2.1.2. Yazılım	60
3.2.1.3. Veri	61
3.2.1.4. İnsan	61
3.2.1.5. Yöntemler	62
3.2.2. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Kullanılan Veri Modelleri	62
3.2.2.1. Vektörel Veri Modelleri	62
3.2.2.2. Hücresel Veri Modelleri	63
3.2.3. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Afet Yönetimi	64
3.3. TOPSIS	65
3.4. Hedef Programlama	67
3.4.1. Genel Hedef Programlama Modeli	68
3.4.2. Hedef Programlama Türleri	69
3.4.2.1. Önceliksiz (Ağırlıklı) Hedef Programlama	69
3.4.2.2. Öncelikli Hedef Programlama	70
3.4.2.3. Minmax Hedef Programlama	71
3.4.3. Hedef Programlamada Normalizasyon	72

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. UYGULAMA	73-102
4.1. Araştırmanın Önemi ve Amacı	73
4.2. Uygulama Süreci	74
4.2.1. Problemin Belirlenmesi	74
4.2.2. Geçici Barınma Merkezi Yer Seçim Kriterlerinin Belirlenmesi	75

4.2.3. Kriterlerle İlgili Verilerin Toplanması	81
4.2.4. AHP Yöntemi Kullanılarak Yer Seçim Kriterlerinin Ağırlıklandırılması	81
4.2.5. Coğrafi Bilgi Sistemine İlgili Verilerin Aktarılması	83
4.2.5.1. Çalışma Alanı.....	83
4.2.5.2. Verilerin Analizi	83
4.2.5.3. Sonuç Haritasının Elde Edilmesi.....	94
4.2.6. TOPSIS Yöntemi ile Alternatif Yerlerin Sıralanması	97
4.2.7. Duyarlılık Analizi	99
4.2.8. Hedef Programlama ile Geçici Barınma Merkezi Kuruluş Yerlerinin Değerlendirilmesi	100
SONUÇ ve ÖNERİLER	103
KAYNAKÇA	110
EKLER	133
ÖZGEÇMİŞ	163

ÖZET

Dünyada ve ülkemizde yaşanan en önemli afetler arasında yer alan sel afeti, önemli can ve mal kayıplarına neden olmaktadır. Sel afeti doğal afet sınıfında yer alsa da insan faaliyetleri, iklim değişikliği gibi sebepler etkilerinin daha da artmasına neden olmaktadır. Trabzon ili de jeolojik, topografik yapısı ve iklim özellikleri sebebiyle özellikle sel afetinin sıklıkla yaşandığı ve büyük risk oluşturduğu şehirler arasında yer almaktadır. Afet risk ve etkilerinin azaltılmasında önemli rol oynayan afet lojistiği yönetimi kapsamında uygun geçici barınma merkezi kuruluş yeri seçimi, insani yardım faaliyetlerinin etkin biçimde yürütülmesini sağlamaktadır.

Bu noktadan hareketle tezde, Trabzon ili için Coğrafi Bilgi Sistemlerine dayalı Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) Tekniği ile Hedef Programlama kullanılarak afetten etkilenen insanların günlük yaşamlarını devam ettirebilecekleri alternatif geçici barınma merkezi kuruluş yerlerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Önerilen dört aşamalı yaklaşımın ilk aşaması, geçici barınma merkezi yer seçim kriterlerinin belirlenmesi ve AHP yöntemi kullanılarak kriter ağırlıklarının hesaplanmasıdır. İkinci aşama kriterlere ilişkin konumsal verilerin Coğrafi Bilgi Sistemlerine aktarılması ve uygun analizlerin yapılarak alternatif geçici barınma alanlarının belirlenmesidir. Üçüncü aşama TOPSIS yöntemi kullanılarak belirlenen alternatif alanlar içerisinde öncelik sıralaması ve Duyarlılık Analizi yapılmasıdır. Dördüncü aşama ise Hedef Programlama yöntemi kullanılarak geçici barınma merkezlerinin Trabzon ili için belirlenen uygun yerlerden hangisine kurulacağına karar verilmesidir.

Elde edilen sonuçlara göre Heyelan Riski Olan Alanlara Uzaklık ve Hidrometeorolojik Tehlikeler kriterleri analiz kapsamında en önemli kriterlerdir. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde yapılan analizler sonucu üretilen uygunluk haritasında 24 adet alternatif geçici barınma alanı tespit edilmiştir. TOPSIS yöntemi kullanılarak elde edilen sıralama sonuçlarına göre ilk üç sırada yer alan alternatiflerin Yomra ilçesi Sancak mahallesinde, Sürmene ilçesi Çamburnu mahallesinde, Akçaabat ilçesi Dürbinar mahallesinde yer aldığı görülmüştür. Kriter ağırlıkları değiştirilerek 13 farklı senaryonun ele alındığı Duyarlılık analizinde senaryoların çoğunlukla örtüştüğü görülmüştür. Ağırlıklı Hedef programlama sonuçlarına göre ise alternatiflerin Trabzon ilinin batısı için Akçaabat ilçesi Dürbinar mahallesinde, Trabzon ilinin orta kesimi için Yomra ilçesi Sancak mahallesinde, Trabzon ilinin doğusu için de Çaykara ilçesi Ataköy mahallesinde yer aldığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Coğrafi Bilgi Sistemleri, Çok Kriterli Karar Verme, Geçici Barınma Merkezi, Hedef Programlama, Sel

ABSTRACT

The flood, which is among the most important disasters in the world and in Turkey, causes significant loss of life and poverty. Although the flood disaster is in the category of natural disasters, the reasons such as human activities, climate changes, etc. increase the effects of it. Due to its geological, topographic structure and climatic characteristics, Trabzon is among the cities, where floods happen frequently and pose a great risk. Within the scope of disaster logistics management, that plays an important role in reducing the risks and effects of disasters, the selection of the appropriate temporary shelter locations ensures the effective execution of humanitarian relief operations.

From this viewpoint, in the thesis, it is aimed to determine the alternative temporary shelter locations for Trabzon, in which disaster victims can continue their daily lives, using Geographical Information Systems based Multicriteria Decision Making technique and Goal Programming. The first step of the proposed 4-stage approach is to identify the temporary shelter location selection criteria and to calculate the criteria weights with AHP method. The second stage is to transfer the spatial data related to the criteria to the Geographical Information Systems and to determine the temporary shelter location alternatives by making the appropriate analyzes. The third stage is priority ranking using TOPSIS among the determined alternatives and making Sensitivity Analysis. The next step is to decide on where to establish temporary shelters among the appropriate locations in Trabzon by Goal Programming.

According to the results, Distance to Landslide Risk Areas and Hidrometeorological Hazards are the most important criteria within the scope of the analysis. In suitability map, that was produced as a result of analyzes made in the Geographical Information Systems, 24 alternative temporary shelter locations were determined. According to the ranking results obtained by TOPSIS method, it was seen that the first three alternatives are located in Sancak district of Yomra, Çamburnu district of Sürmene and Dürbinar district of Akçaabat. In Sensitivity Analysis, in which 13 different scenarios were handled by changing the criteria weights, it was seen that the scenarios overlapped mostly. According to the Weighted Goal Programming results, it was seen that the alternatives are located in Dürbinar district of Akçaabat for the west of Trabzon, in Sancak district of Yomra for the middle part of Trabzon and in Ataköy district of Çaykara for the east of Trabzon.

Keywords: Geographical Information Systems, Multicriteria Decision Making, Temporary Shelter Location, Goal Programming, Flood

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo Nr.	Tablo Adı	Sayfa Nr.
1	Oluşum Hızına Göre Afet Türleri.....	5
2	Doğa Kaynaklı Afet Türleri.....	6
3	İnsan ya da Teknoloji Kaynaklı Afet Türleri.....	9
4	Türkiye’deki Büyük Endüstriyel Kazalar	10
5	Afet Lojistiği ile İşletme Lojistiği Arasındaki Farklar	18
6	İkili Karşılaştırmalarda Yararlanılan Temel Ölçek.....	56
7	Eleman Sayısına Göre Rassal İndeks Değerleri.....	58
8	Geçici Barınma Merkezi Kuruluş Yeri Seçim Kriterleri	76
9	Geçici Barınma Merkezi Yer Seçim Kriter Ağırlık Oranları.....	82
10	Konumsal Veri Listesi	84
11	Yer Seçimi İçin Ana Kriter ve Alt Kriter Ağırlıkları.....	89
12	Sınıflandırılmış Bölgelerin Alan Büyüklükleri.....	94
13	Trabzon İli Geçici Barınma Merkezi Alternatifleri CBS Değerleri ve Sıralamaları	96
14	Alternatif Geçici Barınma Alanları ve Büyüklükleri.....	97
15	Alternatiflerin Kriterlere Göre Uygunluk Değerleri	98
16	Alternatiflerin Sıralandırılması	99
17	Duyarlılık Analizi İçin Kriter Ağırlıkları.....	99

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil Nr.	Şekil Adı	Sayfa Nr.
1	1989-2019 Yılları Arasında Dünyada Oluşan Afetler	7
2	2010-2021 Yılları Arasında Türkiye’de oluşan Meteorolojik Afetler	8
3	2000-2021 Yılları Arasında Oluşan İnsan ya da Teknoloji Kaynaklı Afet Sayısı	9
4	Afet Yönetimi Döngüsü	11
5	Yardım Zinciri Yapısı	13
6	Afet Yönetim Sürecinde Yürütülen Afet Lojistiği Faaliyetleri	14
7	Karar Verme Problemlerinin AHP Açısından Hiyerarşik Gösterimi	56
8	Grafik ve Grafik Olmayan (Öznitelik) Verileri	61
9	Vektörel Verilerin Grafikselsel Gösterimi	63
10	Hücrel Veri Yapısı	63
11	Vektör ve Hücrel Yapıda Verilerin Görüntülenmesi	64
12	Uygulama Adımları	75
13	Çalışma Alanı-Trabzon İli	83
14	Kriterlere Ait Ağırlıklandırılmış Haritalar	85
15	Yasaklı Alanlar İçin Uygunluk Haritaları	86
16	Kriterler İçin Uygunluk Haritası	88
17	Yasaklı Alanlar İçin Uygunluk Haritası	88
18	Kriterler ve Yasaklı Alanlar İçin Ağırlıklandırılmış ve Sınıflandırılmış Uygunluk Haritaları	88
19	Trabzon İli Geçici Barınma Merkezleri Ağırlıklandırılmış Uygunluk Haritası	95
20	Trabzon İli Geçici Barınma Merkezleri Sınıflandırılmış Uygunluk Haritası	95
21	Trabzon İli Geçici Barınma Merkezleri Alternatif Alanlar	96
22	Hedef Programlama Modeli Sonucu Elde Edilen Geçici Barınma Merkezi Alternatifleri	102

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik Nr.	Grafik Adı	Sayfa Nr.
1	Geçici Barınma Merkezi Yer Seçim Kriter Ağırlıkları.....	82
2	Duyarlılık Analizi Sonuçları.....	100



KISALTMALAR LİSTESİ

ADREM	: Academy of Disaster Reduction and Emergency Management
AEE	: Accessibility, Economy, And Efficiency - Erişilebilirlik, Ekonomi ve Verimlilik
AFAD	: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
AHP	: Analytic Hierarchy Process - Analitik Hiyerarşi Süreci
ANP	: Analytic Network Process - Analitik Ağ Süreci
BM	: Birleşmiş Milletler
CASPER	: Capacity-Aware Shortest Path Evacuation Routing - Kapasiteye Duyarlı En Kısa Yol Tahliye Rotalama
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
CRED	: Centre for Research on the Epidemiology of Disasters - Afetlerin Epidemiyolojisi Araştırma Merkezi
CRITIC	: Criteria Importance Through Intercriteria Correlation – Kriterler Arası Korelasyon Yoluyla Kriterlerin Önem Tespiti
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
DEM	: Digital Elevation Model - Dijital Yükselti Modeli
EDAS	: Evaluation based on Distance from Average Solution- Ortalama Çözüm Uzaklığına Dayalı Değerlendirme
ELECTRE	: Elimination Et Choix Traduisant La Realite
EM-DAT	: Emergency Event Database - Uluslararası Acil Durum Veritabanı
GPS	: Global Positioning System - Global Konumlama Sistemleri
IDMC	: International Displacement Monitoring Center
IFRC	: International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies - Uluslararası Kızılay Kızılhaç Dernekleri Federasyonu
IOM	: International Organization for Migration
KM	: Karar Matrisi
MABAC	: Multi-Attributive Border Approximation Area Comparison - Çok Nitelikli Sınır Yakınlık Alanı Kıyaslaması
MCDA	: Multi-Criteria Design Analysis - Çok Kriterli Tasarım Analizi
MCE	: Multiple Criteria Evaluation - Çoklu Kriterli Değerlendirme
MGM	: T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MIVES	: Model for Sustainable Assessment
MOORA	: Multi-objective Optimization By Ratio Analysis - Oransal Analize Dayalı Çok Amaçlı Optimizasyon Yöntemi

NRCS-CN	: The National Resources Conservation Service-Curve Number - Ulusal Kaynakları Koruma Hizmet Eğrisi Numarası
NSGA-III	: Non-dominated Sorting Genetic Algorithm - Baskılanamayan Sıralamalı Genetik Algoritma
OWA	: Ordered Weighted Averaging - Sıralı Ağırlıklı Ortalama
PAHO	: Pan American Health Organization
PROMETHEE	: Preference Ranking Organization Method For Enrichment Evaluations
SWARA	: Stepwise Weight Assessment Ratio Analysis - Aşamalı Ağırlık Değerlendirme Oran Analizi
TOPSIS	: Technique For Order Preference By Similarity To An Ideal Solution – İdeal Çözüme Benzerlik Bakımından Sıralama Performansı Tekniği
TUREF TM39	: Turkish National Reference Frame - Türkiye Ulusal Referans Çerçevesi
VIKOR	: Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje - Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaşık Çözüm
WHO	: World Health Organization
WLC	: Weighted Linear Combination - Ağırlıklandırılmış Doğrusal Kombinasyon

GİRİŞ

Son yıllarda dünya genelinde farklı ülkelerde çok sayıda kişinin yaşamını yitirmesine ve ciddi ekonomik kayıplara neden olan doğal afetler yaşanmaktadır. Uluslararası acil durum veritabanı olan EM-DAT (Emergency Event Database) verilerine göre 2021 yılında, toplam 315 meteorolojik ve jeolojik kökenli afet meydana gelmiştir. Bu afetlerde 10.492 kişi yaşamını yitirmiş, 101,8 milyon kişi bu afetlerden etkilenmiş ve bu afetler toplam yaklaşık 252,1 milyar \$ ekonomik kayba neden olmuştur (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters - Afetlerin Epidemiyolojisi Araştırma Merkezi [CRED]-2021). 2022 yılı verilerine bakıldığında ise yaşanan 387 doğal afette en az 30.704 kişi yaşamını yitirmiş, 185 milyon kişi bu afetlerden etkilenmiş ve yaklaşık 223,8 milyar \$ ekonomik zarara sebep olmuştur (CRED-2022a). Veriler, 2022 yılında en çok sellerin yaşandığını ve fırtınadan sonra en fazla zarara sebep olan afet olduğunu göstermektedir (CRED-2022a). EM-DAT verilerine göre 2022 yılında yaşanan afetlerin 176 tanesini seller, 108 tanesini fırtınalar oluşturmaktadır (CRED-2022a). 2022 yılında afetten ölen insan sayısının yüksek sıcaklıklardan sonra (16.416) en fazla sellerden (7.954) kaynaklı olduğu belirtilmiştir (CRED-2022a). Ayrıca 2022 yılında 57,1 milyon kişi sel kaynaklı afetlerden etkilenmiştir (CRED-2022a).

Türkiye’de 2021 yılı, meteorolojik afetlerin en fazla yaşandığı yıl olmuştur ve en fazla yaşanan meteorolojik karakterli doğa kaynaklı afetin fırtınadan (393 olay) sonra şiddetli yağış/sel (283 olay) olduğu görülmüştür (Doğan vd., 2022a: 28). 2022 yılı meteorolojik afet dağılımına bakıldığında ise %33,6 ile en fazla yaşanan meteorolojik afetin şiddetli yağış/sel olduğu görülmektedir (Meteoroloji Genel Müdürlüğü [MGM], 2023). Doğal afetlerden çoğunlukla heyelan ve su baskınlarının yaşandığı Doğu Karadeniz Bölgesi’nde özellikle Trabzon ilinde, sıklıkla yaşanan seller sonucunda çok sayıda kişi yaşamını yitirmiş veya yaralanmış; binalar, ulaşım ağları ve tarım arazileri zarar görmüştür (Trabzon İl AFAD Müdürlüğü, 2016). Yerleşim yerlerinin içerisinde geçen derelerin sel koruma yapılarının yeterli olmaması, üzerlerinin kapatılarak yol, vb. amaçlarla kullanılması, moloz, vb. malzemelerin dökülerek daraltılması, menfezlerin yeterli boyutta olmaması ve gelen malzemelerin temizlenmemesi, Trabzon’da özellikle yapı ve nüfus yoğunluğu yüksek olan yerleşim yerlerinde sel riskini arttırmaktadır. Ayrıca sahil kesiminden geçen Karadeniz sahil yolunun kot olarak yüksek tutulması sel sularının denize ulaşmasını engellemekte ve selin etkisini daha da arttırmaktadır (Trabzon İl AFAD Müdürlüğü, 2021: 59).

Başarılı bir yardım operasyonunun gerçekleştirilmesinde kritik öneme sahip olan afet lojistiği, acil durumlarda etkilenen insanların acil ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla gerekli yiyecek, bilgi ve hizmet akışının etkin yönetimine odaklanmaktadır (Trivedi ve Singh, 2017a: 827). Afet sonrası afetten etkilenen insanlara yerleşim yeri, tıbbi yardım ve yiyecek temin eden geçici barınma

merkezleri (Bayram vd., 2015: 147), afet lojistiğinin önemli bir parçasıdır. Afet sonrası yeniden inşa aşaması sona erene kadar evleri hasar gören ya da evleri yıkılan insanların günlük yaşamlarını devam ettirebilecekleri geçici barınma merkezi kuruluş yeri seçimi stratejik öneme sahiptir (Kılıcı vd., 2015: 324).

Afet yönetimi kapsamında kurumların en fazla dikkate aldıkları konu, afetten etkilenenler için uygun geçici barınma merkezi kuruluş yerlerinin belirlenmesidir (Jahangiri vd., 2020: 58). Uygun olmayan geçici barınma merkezi kuruluş yerleri, geç teslimat, ikincil tehlike, masraf, çevre kirliliği gibi problemlere neden olmaktadır (Johnson, 2007a: 37). Afet sonrası afetten etkilenen insanlara yerleşim yeri, tıbbi yardım, yiyecek temin eden ve insanları olası tehlikelere karşı koruyan uygun geçici barınma merkezi kuruluş yeri seçimi, afet yönetiminde afet sonrası tahliye planının etkinliğini arttırması açısından önemlidir. Trabzon'un en fazla sel riski taşıyan şehirler arasında olması, olası bir sel afeti sonrası afetten etkilenen insanlar için gerekli yardım faaliyetlerinin etkin biçimde yürütülmesini sağlayacak geçici barınma merkezi kuruluş yerlerini zorunlu hale getirmiştir. Uygun geçici barınma merkezi kuruluş yerinin seçimi ile sağlanacak hizmetler, afet sonrası oluşabilecek can kayıplarının, ekonomik zararların, sosyal ve psikolojik etkilerin azalmasını sağlayacaktır. Bu noktadan hareketle tezin amacı, Trabzon ili için Coğrafi Bilgi Sistemlerine (CBS) dayalı ÇKKV teknikleri yardımıyla Hedef Programlama kullanılarak afetten etkilenen insanların günlük yaşamlarını devam ettirebilecekleri alternatif geçici barınma merkezi kuruluş yerlerinin belirlenmesidir. Bu amaçla tez kapsamında ilk olarak ilgili literatür incelenerek ve Trabzon İl AFAD Müdürlüğü yetkilileri ile görüşülerek ilgili geçici barınma merkezi yer seçim kriterleri belirlenmiştir. Belirlenen kriterlere ilişkin konumsal veriler çeşitli kurumlardan temin edilmiş ve Coğrafi Bilgi Sistemlerine aktararak uygun analizler gerçekleştirilmiştir. Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemi uygulanarak kriterlerin ağırlıkları hesaplanmış, böylelikle uygun geçici barınma merkezi yer seçimi üzerindeki etkisi ortaya konmuştur. Hazırlanan katmanlar Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Ağırlıklandırılmış Bindirme (Weighted Sum) analizine tabi tutulmuş ve sonunda Trabzon ili geçici barınma merkezleri kuruluş yerlerine ilişkin uygunluk haritası elde edilmiştir. Uygunluk haritası sonucunda elde edilen alternatif alanlar içerisinde bir öncelik sıralaması yapmak amacıyla ÇKKV Tekniklerinden TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Sonrasında ilgili kriterlerin önem ağırlıkları değiştiğinde en uygun geçici barınma merkezi için belirlenen alternatiflerdeki sıralama değişikliklerini görmek amacıyla Duyarlılık Analizi yapılmıştır. Daha sonra uygunluk haritası sonucunda elde edilen alternatif alanların hangilerinde geçici barınma merkezlerinin kurulması gerektiğine karar verebilmek amacıyla Hedef Programlama yöntemi kullanılmıştır.

Tezin birincil bölümünde ilk olarak afet, afet türleri, afet yönetimi, afet lojistiği kavramlarına ait genel bilgilere yer verilmiştir. Yer seçiminin afet lojistiği kapsamındaki önemine değinildikten sonra tezin de konusunu oluşturan geçici barınma merkezlerinin kuruluş yerlerinin seçimine ilişkin

bilgiler aktarılmıştır. Bu kapsamda barınma merkezi türleri ile ulusal ve uluslararası geçici barınma merkezi kurulum standartları ele alınmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde kullanılan yöntemlere göre afet durumunda kurulacak barınma merkezleri yer seçimine ilişkin literatür araştırması kullanılan yöntemlere göre sınıflandırılarak verilmiştir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde kullanılan yöntemler hakkında bilgiler verilmiştir. İlk olarak ilgili literatür ve uzman görüşlerinden faydalanılarak belirlenen kriter ağırlıklarının hesaplanması amacıyla kullanılan AHP yöntemi açıklanmıştır. Kriter ağırlıklarının AHP yöntemi ile belirlenmesinin ardından Trabzon ili için uygun geçici barınma merkezlerinin yerlerinin belirlenmesi amacıyla kullanılan Coğrafi Bilgi Sistemlerine ilişkin bilgiler aktarılmıştır. Belirlenen uygun geçici barınma merkezlerinin kendi içinde sıralandırılması için ÇKKV tekniklerinden TOPSIS yöntemine yer verilmiştir. Son olarak geçici barınma merkezlerinin Trabzon ili için belirlenen uygun yerlerden hangisine kurulacağına karar verilmesi amacıyla kullanılan Hedef Programlama yöntemiyle ilgili bilgiler aktarılmıştır.

Çalışmanın dördüncü bölümünü çalışmanın amacı, uygulama süreci ve uygulamaya ilişkin bulgular oluşturmaktadır. Çalışmanın amacı açıklandıktan sonra çalışmanın 4 aşamadan oluşan uygulama süreci verilmiştir. Uygulama sürecinin ilk aşamasında geçici barınma merkezi kuruluş yeri seçim kriterlerinin belirlenmesi, verilerin elde edilmesi, belirlenen kriterlerin ağırlıklandırılması işlemleri gerçekleştirilmiştir. İkinci aşamada Coğrafi Bilgi Sistemlerine ilgili verilerin aktarılması ve Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak Trabzon ili için uygun geçici barınma merkezi kuruluş yerlerinin belirlenmesi işlemleri yer almaktadır. Üçüncü aşamada belirlenen uygun alanların sıralandırılması işlemi ile kriterlerin önem ağırlıkları değiştiğinde en uygun geçici barınma merkezi için belirlenen alternatiflerde meydana gelen sıralama değişikliklerini görmek amacıyla Duyarlılık Analizi yapılmıştır. Dördüncü aşamada geçici barınma merkezlerinin Trabzon ili için belirlenen uygun yerlerden hangisine kurulacağına karar verilmesi işlemleri yer almaktadır. Uygulama süreci tamamlandıktan sonra uygulamaya ilişkin bulgular verilmiştir.

Çalışmanın son bölümünü gerçekleştirilen uygulamaya ilişkin bulgulara dayalı sonuçlar ve öneriler kısmı oluşturmaktadır.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. AFET YÖNETİMİ VE AFET LOJİSTİĞİ

1.1. Tanımlar ve Kavramlar

Bu bölümde afet, afet türleri, afet yönetimi, afet lojistiği kavramları literatür incelenerek açıklanmıştır.

1.1.1. Afet Kavramı

Bilimsel ve teknolojik gelişmelere rağmen insanoğlu tarafından engellenemeyen doğal afetler, her zaman hayatımızın bir parçası olmuştur (Tavana vd., 2018: 21). İlgili literatür incelendiğinde kurumların ya da organizasyonların kendi kullanım ve ihtiyaçlarına göre ortaya çıkan afet ile ilgili farklı tanımlara rastlanmıştır.

Uluslararası Kızılay Kızılhaç Dernekleri Federasyonu (International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies [IFRC]) afeti, toplumun kendi kaynaklarını kullanarak baş etme becerisini aşan insani, maddi, ekonomik ve çevresel kayıplara neden olan, toplumun ya da bir topluluğun faaliyetlerini kesintiye uğratan ani, felaket getiren olay olarak tanımlamıştır (IFRC, 2020).

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) Açıklamalı Afet Yönetimi Terimleri Sözlüğü'nde afet, "Toplumun tamamı veya belli kesimleri için fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplar doğuran, normal hayatı ve insan faaliyetlerini durduran veya kesintiye uğratan, etkilenen toplumun baş etme kapasitesinin yeterli olmadığı doğa, teknoloji veya insan kaynaklı olay" olarak açıklanmıştır (AFAD, Açıklamalı Afet Yönetimi Terimleri Sözlüğü, 2014: 23).

1.1.2. Afet Türleri

Sistemin bütününe fiziksel olarak etkileyen ve onun önceliklerini, amaçlarını tehdit eden kesinti olarak tanımlanan afeti Van Wassenhove (2006: 476), ani başlayan doğal (depremler, hortumlar, kasırgalar), yavaş gelişen doğal (kıtık, kuraklık and açlık), insan kaynaklı ani başlayan (terör saldırıları, kimyasal sızıntı), insan kaynaklı yavaş gelişen (politik kriz, mülteci, krizi) şeklinde sınıflandırmıştır. Oluşum hızına göre afet türleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1: Oluşum Hızına Göre Afet Türleri

	Ani Başlayan	Yavaş Gelişen
Doğal Afetler	Deprem	Salgın hastalık
	Tsunami	Kuraklık
	Volkanik faaliyet	Kıtlık
	Kitle hareketi (Kaya düşmesi, heyelan)	Yüksek sıcaklık
	Sel	Yoksulluk
	Tropikal fırtına	
İnsan Kaynaklı Afetler	Savaş	Çevresel kirlilik
	Teknolojik kazalar	Çölleşme
	Tren/Bot/otobüs kazaları	Ormansızlaşma
	Ayaklanma	Krizler

Kaynak: Yadav ve Barve, 2015: 214.

Shaluf (2007: 704), afetleri insan kontrolü olmadan doğa kaynaklı oluşan doğal afetler (deprem, sel, volkanik patlama, vb.); insan kararları sonucu oluşan insan kaynaklı afetler (savaş, sosyo-teknik afetler, vb.) ve hem insan hatası hem de doğal güçler sonucu oluşan karma afetler olarak sınıflandırmıştır.

Uluslararası acil durum veritabanında (EM-DAT) afetler, doğa kaynaklı ve insan ya da teknoloji kaynaklı afetler olmak üzere iki ana grupta sınıflandırılmıştır (EM-DAT, 2020a).

1.1.2.1. Doğa Kaynaklı (Doğal) Afetler

İnsan yaşamı üzerinde önemli etkiye sahip olan doğa kaynaklı afetler, Birleşmiş Milletler (BM) tarafından “toplumun sosyo-ekonomik ve sosyo-kültürel faaliyetlerini önemli ölçüde aksatan, can ve mal kayıplarına neden olan fakat yerel imkânlar ile baş edilemeyen doğa olayları” şeklinde tanımlanmıştır (Kadioğlu, 2012: 3). Tablo 2’de gösterildiği şekilde doğal afetler, jeofiziksel, meteorolojik, hidrolojik, iklimsel, biyolojik ve dünya dışı (uzaysal) olmak üzere altı ana sınıfa ayrılmıştır.

Tablo 2: Doğa Kaynaklı Afet Türleri

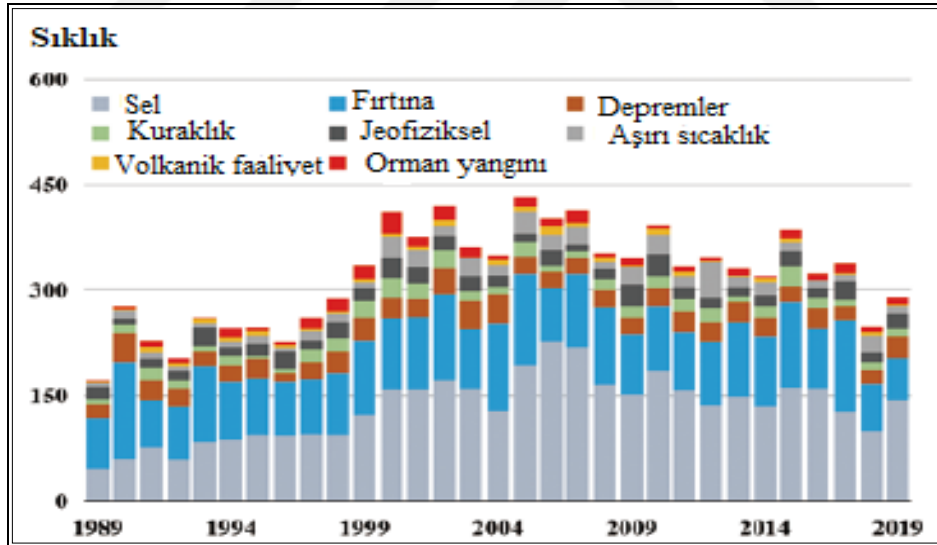
Afet Grubu	Afet Alt Grubu	Ana Afet Türü	Afet Alt Türü	Afet Alt-Alt Türü
Doğal Afet	Jeofiziksel	Deprem	Yer hareketi	
			Tsunami	
		Kitle hareketi (Kuru)	Kaya düşmesi	
			Toprak kayması	
		Volkanik faaliyet	Kül yağıışı	
			Çamurlu akıntı	
			Volkanik akıntı	
			Lav akıntısı	
Doğal Afet	Meteorolojik	Fırtına	Ekstra tropikal fırtına	
			Tropikal fırtına	
			Konvektif fırtına	Dereko
				Dolu
				Yıldırımlı, gök gürlemeli fırtına
				Yağmur
				Kasırga
				Kum fırtınası
				Gel-git kabarması
				Rüzgar
				Şiddetli fırtına
		Aşırı sıcaklık	Soğuk dalgası	
			Sıcak dalgası	
			Sert kış koşulları	Kar/Buz
				Buzlanma/Don
		Sis		
Doğal Afet	Hidrolojik	Sel	Kıyı seli	
			Nehir seli	
			Aniden gelen sel	
			Buz yığılması seli	
		Toprak kayması	Çığ (Kar, yığıntı, çamur seli, kaya düşmesi)	
		Dalga hareketi	Aşırı büyük dalga	
			Su yüzeyi salınımı	
Doğal Afet	İklimsel	Kuraklık		
		Buzul gölü kırılması		
		Yangın	Orman yangını	
			Kara yangını (çalılık, otlak)	
Doğal Afet	Biyolojik	Salgın hastalık	Virüs hastalığı	
			Bakteriyel hastalık	
			Paraziter hastalık	
			Mantarsı hastalık	
			Mantarsı hastalık	
			Bulaşıcı Süngerimsi Ensefalopati	
		Böcek istilası	Çekirge	
			Ağustos böceği	
		Hayvan ölümleri		
		Çarpma	Havada patlama	
Doğal Afet	Dünya dışı	Uzay iklimi	Enerji yüklü parçacıklar	
			Jeomanyetik fırtına	
			Şok dalgası	

Kaynak: EM-DAT, 2020a.

Özellikle son yıllarda küresel ısınma sonucu yaşanan iklimsel değişikliklerden kaynaklı jeofiziksel afetlerin, aşırı sıcaktan kaynaklı afetlerin, kuraklığın, orman ve otlak yangınlarının yaşanan doğal afetler içindeki oranının arttığı gözlenmektedir (EM-DAT, 2020b). Şekil 1, 1989-2019 yılları arasında dünyada oluşan doğal afetlerin yıllara göre dağılımını göstermektedir. Akdeniz Havzası'nda bulunan Türkiye'de küresel iklim değişikliği sonucu su kaynakları azalmakta, sıcak hava dalgaları, kuraklık ve seller artmakta, bunun sonucunda tarımda verimlilik azalmaktadır (Kadıoğlu, 2012: 18).

İklimsel değişiklikler, sanayileşme, nüfusun artması, kentsel kalkınma, altyapının yetersiz olması, kıyı kesimlerindeki çevresel bozulmalar, insanların doğaya zarar vermesi gibi faktörlerle birleşerek bu afetlerin oluşma riskini arttırmaktadır (Kadıoğlu, 2012: 10). Türkiye'de, iklim değişikliğinden kaynaklanan seller, depremler kadar ekonomik kayba yol açmıştır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2018: 142). Önümüzdeki yıllarda da küresel iklim değişikliği sonucu yaşanacak afetlerin, özellikle seller ve kuraklık, sayısında artış olacağı öngörülmektedir. Bu kapsamda etkin afet yönetimi afet risklerinin ve etkilerinin azaltılabilmesi açısından oldukça önemli rol oynamaktadır.

Şekil 1: 1989-2019 Yılları Arasında Dünyada Oluşan Afetler

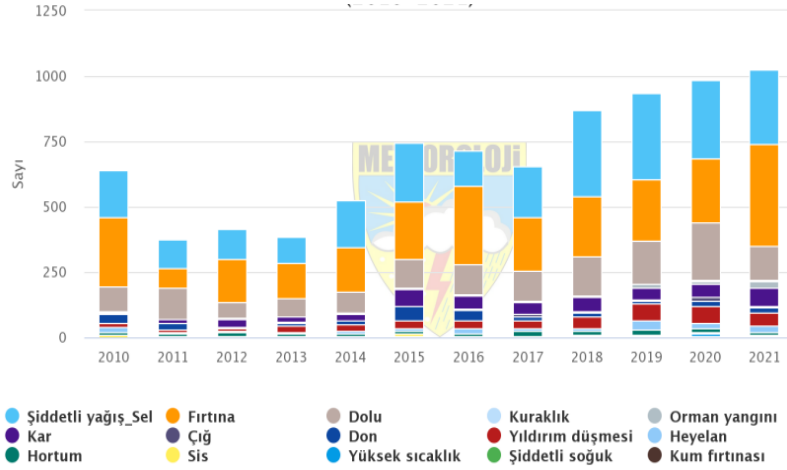


Kaynak: Academy of Disaster Reduction and Emergency Management (ADREM) vd., 2020: 34.

Doğa kaynaklı afetler büyük miktarlarda can ve mal kaybına neden olmaktadır. EM-DAT verilerine göre 2022 yılında yaşanan doğal afetlerde 30.704 kişi hayatını kaybetmiş, 185 milyon kişi bu afetlerden etkilenmiş, bu afetler 223,8 milyar \$ ekonomik kayba neden olmuştur (CRED, 2022a). 1989-2019 yılları arasında dünya genelinde oluşan toplam 9.921 adet büyük doğal afetin yıllık yaklaşık %60'ı sel ve fırtınalardan kaynaklanmaktadır (ADREM vd., 2020: 33). Coğrafi olarak farklı özelliklere sahip Türkiye'de de meteorolojik ve hidrolojik afetler kapsamında yer alan fırtına ve seller sıklıkla yaşanmakta, önemli ölçüde can ve mal kayıpları meydana gelmektedir

(Kadıoğlu, 2012: 14). Şekil 2’de gösterildiği üzere 2010-2021 yılları arasında ülkemizde toplam 8.274 Oil doğa kaynaklı afet görülmüştür. Bunlar arasında 2645 olay ile fırtına afeti ilk sırada yer almaktadır. İkinci sırada ise 2.586 olay ile şiddetli yağış/sel afeti bulunmaktadır.

Şekil 2: 2010-2021 Yılları Arasında Türkiye’de oluşan Meteorolojik Afetler



Kaynak: Doğan vd., 2022b: 7.

Doğa kaynaklı afetler, ayrıca insanları yaşadıkları yerlerden daha güvenli alanlara göç etmek zorunda bırakmaktadır. Bu durum milyonlarca insanı etkilemekte, ülke ekonomilerine de ciddi ekonomik zararlar getirmektedir. 2021 yılında Dünya genelinde oluşan doğa kaynaklı afetlerden kaynaklanan yer değiştirme olaylarının afet türlerine göre dağılımına bakıldığında sel ve fırtınalar, %94’lük oran (22,3 milyon) ile en fazla yer değiştirme olaylarına yol açan afetlerdir (International Displacement Monitoring Center [IDMC], 2022: 15).

Sonuç olarak seller, afetler içinde en fazla can ve mal kaybına neden olmaları ve küresel iklim değişikliklerinden en fazla etkilenmeleri sebebiyle uygulanan afet politikalarında deprem afetinin yanı sıra üzerinde daha fazla durulması gereken afet türü olarak karşımıza çıkmaktadır.

1.1.2.2. İnsan ya da Teknoloji Kaynaklı Afetler

Sanayileşme ve teknoloji sonucu oluşan kazalar ya da zararlı veya patlayıcı maddelerin beklenmeyen ve kontrol edilemeyen yayılımı olarak ele alınan teknolojik afetler, 2000 yılından itibaren EM-DAT veri tabanında rapor edilen afetlerin %41’lik kısmını oluşturmaktadır. Tablo 3’te gösterildiği şekilde insan ya da teknoloji kaynaklı afetler; endüstriyel kazalar, nakliye kazalar ve müteferrik kazalar olmak üzere üç ana grupta sınıflandırılmıştır. 1900-2020 yılları arasında doğal afetlerde ölen/afet oranı 2.083, etkilenen/afet oranı 526.807 iken; insan ya da teknoloji kaynaklı afetlerde ölen/afet oranı 42, etkilenen/afet oranı 915’tir. Bu durum insan ya da teknoloji kaynaklı afetlerin konumsal ve zamansal olarak daha dar ölçekli olması ile açıklanabilir (CRED, 2020b).

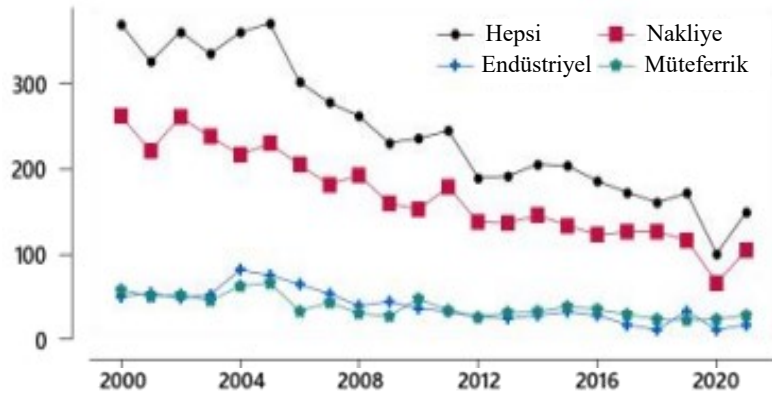
Şekil 3’te 2000-2021 yılları arasında türlerine göre insan ya da teknoloji kaynaklı afet sayıları gösterilmiştir. 2000-2021 yılları arasında insan ya da teknoloji kaynaklı afetlerden etkilenen kişi sayısı 2.638.985 iken 63,178 milyar \$ ekonomik kayba neden olmuştur (CRED-2022b).

Tablo 3: İnsan ya da Teknoloji Kaynaklı Afet Türleri

Afet Grubu	Afet Alt Grubu	Ana Afet Türü	Afet Alt Türü	Afet Alt-Alt Türü
Teknolojik afet	Endüstriyel kazalar	Kimyasal sızıntı		
		Çökme		
		Patlama		
		Yangın		
		Gaz sızıntısı		
		Zehirlenme		
		Radyasyon		
		Petrol sızıntısı		
		Diğerleri		
Teknolojik afet	Nakliye kazaları	Hava		
		Kara		
		Demiryolu		
		Su		
Teknolojik afet	Müteferrik kazalar	Çökme		
		Patlama		
		Yangın		
		Diğerleri		

Kaynak: EM-DAT, 2020a.

Şekil 3: 2000-2021 Yılları Arasında Oluşan İnsan ya da Teknoloji Kaynaklı Afet Sayısı



Kaynak: CRED, 2022b.

Dünya genelindeki artışa paralel olarak Türkiye’de de teknolojinin gelişmesi, nüfusun hızlı artması, gelişmişlik düzeyi, çevre kirliliği, çarpık kentleşme gibi sebeplerden ötürü insan ya da teknoloji kaynaklı afetlerin sayısı ve sıklığı artmıştır. Tablo 4’te Türkiye’de oluşmuş insan ya da teknoloji kaynaklı afetlere ait bilgiler verilmiştir.

Tablo 4: Türkiye’deki Büyük Endüstriyel Kazalar

Yıl	Yer	Olay	Sonuç
1997	Kırıkkale -MKE	Mühimmat fabrikasında patlama	Şehrin tahliyesi, büyük maddi hasar
1999	İzmit-TÜPRAŞ	Akaryakıt depolama yangını	200 milyon dolar zarar
2002	Kocaeli-AKÇAGAZ	LPG dolum tesisinde yangın ve patlama	3 yaralı, 10 milyon zarar
2004	Mersin-AKTAŞ	Tank tam yüzey yangını	50 m çapında tank kullanılamaz halde
2007	İzmir- ALİAĞA	Boya vernik fabrikası yangını	Büyük maddi hasar
2011	Batman	LPG dolum tesisinde patlama	3 can kaybı, büyük çapta maddi hasar
2012	Afyonkarahisar	Askeri mühimmat deposunda patlama	25 can kaybı

Kaynak: Trabzon İl AFAD Müdürlüğü, 2021: 152.

“Önlem tedaviden iyidir” deyiminden hareketle yaşanabilecek teknolojin afetlerin azaltılmasında afet yönetimi anlayışının benimsenmesi ve afet yönetiminin her evresinin bu kapsamda ele alınması önemli rol oynamaktadır.

1.1.3. Afet Yönetimi

Afet öncesi, sırası ve sonrasında alınması gereken önlemlerin ve yapılması gereken çalışmaların planlanması, yönlendirilmesi, koordine edilmesi, desteklenmesi ve etkin olarak uygulanması, afetlerin önlenmesi ve zararlarının azaltılması açısından oldukça önemlidir.

Bu kapsamda afet yönetimi, afetin etkilerini azaltmak için yürütülen, önlem, hazırlık, müdahale ve iyileştirme çabalarıdır (Rao vd., 2007: 1).

Başka bir tanımda afet yönetimi; önleme, önlem, hazırlık, acil müdahale ve iyileştirmeye yönelik ölçütleri düzeltmek amacıyla afetlerin sistematik gözlem ve analiziyle araştırma yapılan, uygulamalı bir bilim olarak açıklanmıştır (Carter, 2008: XIX).

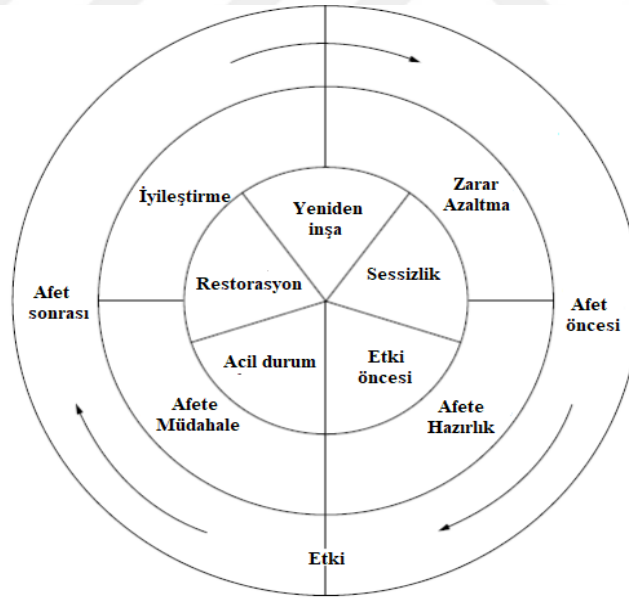
Tanyaş vd. (2013: 5), afet yönetiminin, afet risklerinin yanında aşağıdaki unsurları içerdiğini belirtmişlerdir:

- Zarar verme ihtimali olan olayların olumsuz etkilerini azaltıp, ekonomik yönünü dikkate alarak, felaketlerin oluşumunu azaltıcı önlemlerin planlanması ve yürütülmesi
- Her zaman oluşabilecek afet tehdidine karşı uyarı-hazırlık düzenlemelerinin yapılması, alarm veya uyarı dönemlerinde ve afet etkisinin kötü sonuçlarında, etkin acil durum tepkilerinin düzenlenmesi
- Göçüklerde, sel baskınlarında, kıtlıkta, yavaş seyirli afetlerde, bölge ve bölge halkının durumunun tespit edilerek takip edilmesi, çözüm ve tedbirlerin zamanında uygulanması

- Afet oluştuktan hemen sonra hızlıca hayat kurtarma için acil yardım çalışmalarının uygulanması
- İyileşmeyi hızlandırmak için önlemlerin artırılması ve afet sonrasındaki sürekli gelişmenin teşvik edilmesi.

Doğal ya da insan kaynaklı afetlerle ilgilenen sistematik bir yaklaşım olarak da açıklanan afet yönetimi kapsamında literatür incelendiğinde afet yönetimi evreleriyle ilgili farklı gruplandırmalar yapıldığı görülmüştür (Ahmadi vd., 2015: 145). Kimi kaynaklarda afet yönetimi döngüsü afete hazırlık, afete müdahale ve iyileştirme olmak üzere üç unsurdan oluşmaktadır (Petit ve Beresford 2005:316, Kovács ve Spens, 2007: 101). Literatürde daha fazla rastlanan gruplandırma ise zarar azaltma, afete hazırlık, afete müdahale ve yeniden inşayı da içeren iyileştirme şeklindedir (Alexander, 2002: 5, Coppola, 2006: 8, Ahmadi vd., 2015: 145). Afetler tekrarlama eğilimine sahip olduklarından bir döngü oluşturmaktadır (Alexander, 2002: 5). Zarar azaltma ve afete hazırlık aşamaları afetler oluşmadan önceki süreci (pre-disaster), afete müdahale ve yeniden inşayı da içeren iyileştirme aşamaları ise afet sonrası süreci (post-disaster) ifade etmektedir (Caunhye vd., 2016: 161). Afet yönetimi döngüsü Şekil 4'te gösterilmektedir.

Şekil 4: Afet Yönetimi Döngüsü



Kaynak: Alexander, 2002: 6.

Zarar Azaltma (Mitigation): Zarar azaltma aşamasında, afetin oluşma olasılığını ya da afet oluştuktan sonraki etkisini azaltmak amacıyla ihtiyaç duyulan faaliyetler analiz edilmektedir (Camacho-Vallejo vd., 2015: 134). Gelecek afet risklerini azaltmak amacıyla uzun dönemli stratejilere odaklanan zarar azaltma aşaması afetler oluşmadan önceki süreç kapsamında ele alınsa da afet sonrası süreçte yer alan yeniden inşa aşaması üzerinde de önemli bir rol oynamaktadır. Binaların sel, deprem, kasırga gibi afetlere karşı daha dirençli hale getirilmesi için güçlendirilmesi,

değişik türlerde afetlerden daha az etkilenebilecek türde ürünlerin ekilmesi, yüksek riskli alanlarda arazi kullanım planlamasının ve faaliyetleri sınırlayan kontrollerin benimsenmesi vb. zarar azaltma kapsamında yürütülen faaliyetlerdendir (Carter, 2008: 200).

Afete Hazırlık (Preparedness): Afetin oluşması durumunda izlenecek faaliyetlerin planlanmasını ifade etmektedir (Camacho-Vallejo vd., 2015: 134). Afete hazırlık aşamasının amacı afet sonrası neyin nasıl yapılması gerektiğinin bilinmesi ve bunların etkin biçimde yerine getirilmesini sağlayacak uygun donanımına sahip olunmasıdır (Coppola, 2006: 209). İnsanların geçici olarak güvenli alanlara tahliye edilmesi, uyarı sistemlerinin sağlanması, acil durumlarda iletişimin sağlanması, halk eğitimi ve farkındalık sağlanması, tatbikat ve testleri içeren eğitim programları bu aşamada yürütülen faaliyetlerdendir (Carter, 2008: 53).

Afete Müdahale (Response): Afet sonrası kısa süre içerisinde afetzedeleri kurtarmak ve acil ihtiyaçlarını yerine getirmek amacıyla yürütülen faaliyetleri içerir (Alexander, 2002: 5). Afete müdahale aşaması, afet boyunca ve hemen sonrasında öncelikli olarak yaralanmaların, insan kayıplarının, mal ve çevresel zararların en az düzeyde tutulabilmesine yönelik faaliyetleri kapsar (Coppola, 2006: 251). Plan uygulama, arama-kurtarma, acil yiyecek, çadır, tıbbi yardım desteğinin sağlanması, tahliye, vb. faaliyetler bu aşamada yerine getirilmektedir (Carter, 2008: 55).

İyileştirme (Recovery): Kısa ya da orta vadeli dönemde afetten etkilenen alanı normal haline getirmek için yürütülen faaliyetleri içerir (Camacho-Vallejo vd., 2015: 135). Temel hizmetlerin tekrar eski haline getirilmesi, tamir edilebilir yapıların restorasyonu, geçici barınma temini, afetin etkilerinden zarar gören insanların fiziksel ve psikolojik rehabilitasyonu, afetten yıkılan ya da kullanılmayacak hale gelen yapıların yeniden inşa edilmesi gibi afet sonrası faaliyetler bu aşamada yerine getirilmektedir (Carter, 2008: 56).

1.1.4. Afet Lojistiği

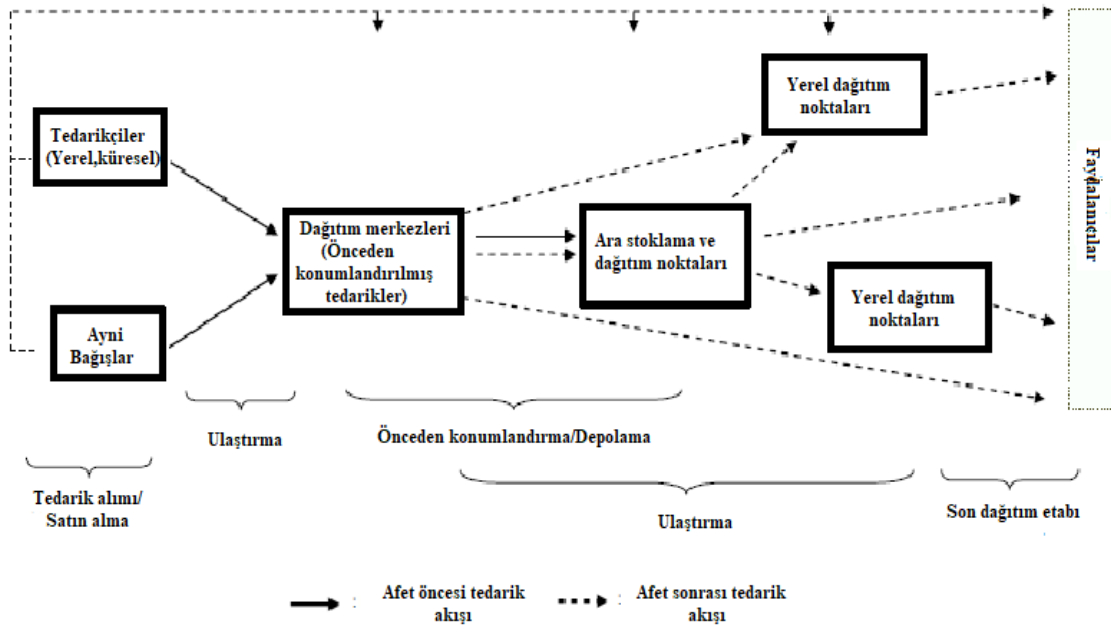
Her yıl dünya genelinde doğal ya da insan kaynaklı afetler milyonlarca insanı etkilemekte ve büyük miktarlarda ekonomik kayba neden olmaktadır. Afet sonrası ilk 12 saat standart yardım süresi olarak adlandırılmaktadır (Ahmadi vd., 2015: 146). Afet olduktan sonraki özellikle 12 ve 36 saat arası zaman aralığı hasarın, etkilenen nüfusun, ihtiyaç olunan malzemelerin ve yardım tedariklerinin tespiti açısından kritik öneme sahiptir (Agostinho, 2013: 206). Afet sonrası hızlı bir şekilde afetzedelerin yerleştirilmesi, yaralılara tıbbi yardım malzemesi, afetzedelere su, yiyecek ve çadır tedariklerinin sağlanması gerekmektedir (Nappi ve Souza, 2015: 2423). Bu görevler de insani yardım lojistiği olarak adlandırılan lojistik faaliyetleri gerektirmektedir (Kunz vd., 2014: 261). Etkin uygulanan afet lojistiği sistemi, standart yardım süresi içerisinde etkilenen alanlara gerekli yardım malzemelerinin ulaştırılması ile insan kayıplarını en aza indirebilmelidir (Ahmadi vd., 2015: 146). Sheu (2007: 655), afet lojistiğini, acil durumlarda etkilenen insanların acil ihtiyaçlarını

karşlamak için ilgili kaynaklardan gerekli yardım noktalarına etkin yardım, bilgi ve hizmet akışının planlanması, yönetilmesi ve kontrol edilmesi süreci olarak tanımlamaktadır.

1.1.4.1. Afet Lojistiği Faaliyetleri

Afet lojistiği, afet yönetimi süreçlerinden insani yardım lojistiği akışı olarak da ifade edilen afete hazırlık, afete müdahale ve iyileştirme süreçlerinde yürütülen faaliyetleri içermektedir (Boonmee vd., 2017a: 485). Etkin bir afet yönetimi, afet lojistiği faaliyetlerinin başarılı şekilde yürütülmesini sağlamaktadır. Afet lojistiği faaliyetleri, afet türüne ve yardım aktörleri türüne göre farklılık gösterse de Şekil 5’te gösterildiği üzere afet öncesi süreç satın alma ve stokların önceden konumlandırma faaliyetlerini; afet sonrası süreç ise satın alma ve ulaştırma faaliyetlerini içermektedir (Balcik vd., 2010: 24). Afete hazırlık aşamasında altyapı güçlendirme, stok ön konumlandırma gibi afet öncesi risk azaltma faaliyetleri; müdahale aşamasında alternatif bakım merkezlerinin konumu, yardım malzemelerinin dağıtımı, toplu tahliye, afetzedelerin taşınması ve tedavisi gibi afet sonrası acil yardım faaliyetleri; iyileştirme aşamasında ise altyapı onarımı, yeniden yapılandırma, enkaz yönetimi gibi faaliyetler yürütülmektedir (Caunhye vd., 2016: 161).

Şekil 5: Yardım Zinciri Yapısı



Kaynak: Balcik vd., 2010: 25.

Afet yönetim sürecinde yürütülen afet lojistiği faaliyetlerini Duran vd. (2013: 450) Şekil 6'da gösterildiği gibi sınıflandırmıştır.

Şekil 6: Afet Yönetim Sürecinde Yürütülen Afet Lojistiği Faaliyetleri

Afet Öncesi		Afet	Afet Sonrası
Zarar Azaltma	Afete Hazırlık	Afete Müdahale	İyileştirme
• Set çekme • Öncü konumlandırma • Seçenekler • Vergi teşvikleri • Vergi gelirlerinin caydırıcılığı • İyileştirme • Yapı yönetmeliği • Risk analizi • Bina dayanıklılığı	• Planlama • Konumlandırma • Operasyon merkezi • Önceden konumlandırılan malzemeler • Acil durum araçları • Araç dağıtımı • Ön satınalma • Yardım malzemesi • Araçlar • Teçhizat • Eğitim • Personel	• Yardım ihtiyacını değerlendirme • Acil yardım kurtarma hizmetleri • Harekete geçirme • Operasyon merkezi • Kurtarma ekipleri • Yardım malzemelerini hareketlendirme • Birinci aşama • Yiyecek, su • İkinci aşama • Barındırma • Planlama • Son kilometre	• Enkaz kaldırma • Altyapı yeniden yapılandırma • Uzun süreli tasarlama • Sağlık yardımı • Yiyecek tedarigi • Performans değerlendirme • Geri dönüşler • Planlama • Müdahale

Kaynak: Duran vd., 2013: 450.

Thomas ve Kopczak (2005: 2), afet lojistiği faaliyetlerini planlama, hazırlık, satın alma, ulaştırma, depolama, izleme ve takip olmak üzere sınıflandırmıştır.

- **Planlama:** Yapılması gereken görev ve sorumlulukları içeren ulusal ya da bölgesel planlar, altyapının afetlerden zarar görebilirliği, alandaki lojistik destekler, hükümetlerin afete müdahale yeterlilikleri temel alınarak hazırlanmalıdır. Afetlere cevap verebilecek acil durum plan ve prosedürlerinin yer aldığı planlama faaliyetleri, kurumları, sorumlulukları, öncelikleri, afet durumunda yerine getirilmesi gereken temel faaliyetleri ve hasar seviyesine göre farklı senaryoları içermektedir (Moeiny ve Mokhlesi, 2011: 14).
- **Hazırlık:** Afet lojistiği hazırlık faaliyetleri fiziksel ağ tasarımında insanların tahliye seçeneklerini bilmelerini sağlamak için bilgi ve iletişim sistemleri teknolojilerini, kurumsal işbirliğinin temelini kurulmasını, konumlandırılmış acil durum müdahale tedariklerinin yerlerinin belirlenmesi, afete cevap verebilecek çadır kapasitelerini içermektedir (Díaz-Delgado ve Iniestra, 2014: 980). Hazırlık faaliyetleri etkili bir sonuç alınabilmesi için insan kaynakları, bilgi yönetimi, operasyon ve süreç yönetimi, finansal kaynaklar ve ortaklık unsurlarından oluşur (Van Wassenhove, 2006: 481):
- **İnsan Kaynakları:** İnsani yardımın temel amacı olan insanların ve ülkelerin kendilerine mümkün olan en üst düzeyde yardım etmelerini sağlayacak, gerektiğinde planlama,

koordine etme, faaliyette bulunma, müdahale etme yeteneğine sahip personelin seçimi ve eğitimini içerir.

- **Bilgi Yönetimi:** Lojistik faaliyetlerle ilgili bilgiyi alıp, sistemleştirip, aktararak önceki afetlerden öğrenmeyi ifade eder.
- **Operasyon ve Süreç Yönetimi:** Hızlı bir şekilde kaynaklara gönderilecek ihtiyaç olunan yiyecek ve araçların hazırlanmasını ifade eder.
- **Finansal Kaynaklar:** Mümkün olduğunca faaliyetlerin sorunsuzca yürütülmesini garanti altına almak ve faaliyetleri başlatmak amacıyla gerekli para ve finansal kaynakların hazırlanmasını ifade eder.
- **Ortaklık:** Hükümetler, ordu, şirket ve diğer insani yardım kuruluşları arasında işbirliği kurmanın etkin yollarını bulmayı ifade eder.
- **Satın alma:** Satın alma faaliyeti, insani yardım kuruluşlarının operasyonel gereklilikleri karşılayabilecek ihtiyaç olunan malzeme kaynağını garanti etmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca satın almanın amacı, işlemlerin uygulanması için gerekli doğru ürünlerin, malzemelerin ve hizmetlerin doğru zamanda, ihtiyaçları karşılayacak doğru miktarda ve işlem şartlarını yerine getirecek minimum özellikleri karşılayacak doğru kalitede olmalarını sağlamaktır (Blecken, 2010: 682).
- **Ulaştırma:** Ulaştırma faaliyeti yardım desteğinde gerekli tedariklerin ihtiyaç olunan noktalara sorunsuz bir şekilde ulaştırılmasını sağlar (Pan American Health Organization [PAHO] ve World Health Organization [WHO], 2001: 14). Ulaştırma faaliyeti, araç sayısının belirlenmesi, rut planlaması, araç kapasitesinin belirlenmesi, araç çizelgelemesi kararlarını içermektedir (Roy vd., 2012: 3).
- **Depolama:** Depolama faaliyeti, yardım malzemelerinin operasyon alanına ulaştırılmadan önce muhafaza edilmesini ve bu malzemelerin bozulma, zarar görme, hırsızlık gibi durumlardan korunmasını amaçlar (Blecken, 2010: 683).
- **İzleme ve Takip:** Yardım malzemelerinin doğru kişilere, doğru yerde, doğru zamanda ulaştırılması amacıyla ilişkili olan izleme ve takip faaliyetinde, izleme yardımlarda kaynak noktasından varış noktasına izlenen yolu belirlemeyi amaçlarken; takip ise

nakliyatın nereye gönderildiğinin belirlenmesini amaçlar (Moeiny ve Mokhlesi, 2011: 17).

Tanyaş vd. (2013: 17), afet lojistiği kapsamında gerçekleştirilmesi gereken faaliyetleri şu şekilde sıralamışlardır:

- Ülke, bölge, şehir ve ilçe düzeyinde oluşabilecek risklerin dinamik senaryolar üretilerek hesaplanması ve belirsizliklerin mümkün olduğunca giderilmesi,
- Etkilenen insan sayısı ve özelliklerinin, ihtiyaç duyulan yardım malzemelerinin miktarlarının risk ve şiddet göz önünde bulundurularak mevsimsel özellik ve zamana göre ortaya konması,
- Sağlık malzemesi, kişisel ihtiyaç gibi yardım malzemelerinin standart hale getirilmesi, tedarik kaynaklarının nasıl ve ne kadar sürede temin edileceğinin belirlenmesi,
- Matematiksel model kullanılarak ihtiyaç duyulan yardım malzemelerinin özellik ve miktarları göz önünde bulundurularak depo yerlerinin, özellik ve büyüklüklerinin afetten etkilenmeyecek ve afete yanıt hızını maksimize edecek şekilde belirlenmesi,
- Afet bölgelerine gönderilecek malzemenin, gönderim yapılacak depo ve öncelik sırasının belirlenmesi,
- Bağış ve kaynak yönetim sistemi oluşturularak afet bölgesine gönderilecek yardımların belirlenen sırayla ve belirlenen depolarda toplanmasının, tasnif edilmesinin ve zamanında gönderilmesinin sağlanması,
- Ulaştırma ağının, havalimanı ve gümrük noktalarının, araç yükleme planlarının bölgenin özellikleri göz önünde bulundurularak belirlenmesi, ihtiyaç halinde helikopter gibi özel amaçlı taşıma araçlarından faydalanılması,
- Lojistik sisteme erken uyarı sisteminin entegre edilmesi,
- Lojistik öncelikler ortaya konarken kayıp ve hasar tespitinin hızlı ve doğru şekilde yapılması
- Kayıpların ve hasarların hızlı ve doğru şekilde tespit edilerek lojistik önceliklerin saptanması,
- Depo ve taşıma faaliyetlerinin güvenli biçimde yürütülmesinin sağlanması,
- İlk afet müdahale aşamasında kullanılacak çadır, battaniye, yatak gibi ihtiyaç malzemelerinin miktarlarının belirlenerek bölgesel afet lojistik depolarının oluşturulması,

- Gerekli yerde, gerekli zamanda ve gerekli miktarda yardım malzemesinin ihtiyaç noktalarına dağıtımını sağlayacak tedarik zincirinin oluşturulması,
- Ortak iletişim standartları ve yardım ihtiyaç kanalının, coğrafi bilgi sistemleri ve kablosuz bilişim teknolojilerinin süreçlerin izlenmesi ve ön görülemeyen gelişmeler karşısında hızlı önlemler alınabilmesi amacıyla kullanılması,
- Barınma, Çöp Toplama, Enfeksiyonla Mücadele, vd. standartların bölgesel yapısına göre tespit edilmesi,
- Gerekli iletişim ve koordinasyon sağlanarak bölge ve bölge dışındaki insan gücü ve altyapı kaynaklarının etkin biçimde kullanılması,
- Faaliyetler bazında akredite edilmiş kuruluşların ve uzman lojistik takımlarının oluşturulması,
- Destek alma yönetim sisteminin geliştirilirken lojistik sektör uzmanlıklarının göz önünde bulundurulması (soğuk zincir, gıda, atık, hafriyat, vd.),
- Lojistik takımlar arasındaki ilişkilerin koordine edilmesi,
- Lojistik köy/merkezlerinin kurulum aşamasında afet lojistiği kapsamında değerlendirilmesi ve ilgili altyapının oluşturulması,
- Afet lojistiği ile ilgili tüm istatistiki verilerin toplanması ve muhafaza edilmesi.

1.1.4.2. Afet Lojistiği ile İşletme Lojistiği Arasındaki Farklar

Afet lojistiği temelde işletme lojistiğinden farklılıklar göstermektedir. İşletme lojistiğinin temel amacı, doğru tedarikler, doğru miktarlarda, doğru yerlere, doğru zamanlarda teslim etmek iken; afet lojistiğinin amacı afetten etkilenen alanlara ilaç, yiyecek, çadır, su, vb. insani yardım malzemelerinin tedarik edilmesidir (Díaz-Delgado ve Iniestra, 2014: 979). İşletme lojistiğinde önceden belirli tedarikçiler, üreticiler, düzenli ya da en azından öngörülebilir bir talep mevcut iken, afet lojistiğinde düzensiz talep, büyük ölçekli faaliyetler, farklı değişkenler söz konusudur (Beamon ve Kotleba, 2006: 1). İşletme lojistiğinde karlılığı arttırmak amaçlanırken, afet lojistiğinde savunmasız insanların acılarının azaltılması amaçlanmaktadır (Van Wassenhove, 2006: 477). İşletme lojistiği, tüm zincirin gelir kaynağı olan son kullanıcıya odaklanırken, afet lojistiğinde son kullanıcılar ticari ilişki içine girmez ve tedarikler üzerinde çok az etkiye sahiptirler (Oloruntoba ve Gray, 2006: 116). İşletme lojistiği ve afet lojistiği tedarik zinciri ağı açısından da farklılık göstermektedir. İşletme lojistiğinden farklı olarak, afet lojistiği çok sayıda koordine olmamış, ayrı bağışçı, medya ve hükümetleri içeren paydaşları içermektedir (Van Wassenhove,

2006: 477). Afet lojistiği ve işletme lojistiği arasındaki farklar, afet lojistiğinin özellikleri açısından Tablo 5’te verilmektedir.

Tablo 5: Afet Lojistiği ile İşletme Lojistiği Arasındaki Farklar

	Afet Lojistiği	İşletme Lojistiği
Amaç	Savunmasız insanların acılarının azaltılması	Karlılığı arttırmak
Aktör Yapısı	Çok sayıda koordine olmamış, bağışçı, medya ve hükümetler	Koordineli, iş birliği içerisinde çalışan tedarik zinciri üyeleri
Süreçler	Afete hazırlık, afete müdahale, iyileştirme	Planlama ve hazırlık, tasarım, satınalma, ulaştırma, stok yönetimi, depolama, dağıtım, ithalat, ihracat, takip, izleme
Temel Özellikler	Düzensiz talep, büyük ölçekli faaliyetler, farklı değişkenler	Önceden belirli tedarikçiler, üreticiler, düzenli ya da en azından tahmin edilebilir bir talep
Tedarik Zinciri Felsefesi	Afete müdahale aşamasında itme stratejisi; iyileştirme aşamasında çekme stratejisi	Tutundurma faaliyetleri kapsamında itme stratejisi; müşteri talebinin karşılanması kapsamında çekme stratejisi
Ulaştırma ve Altyapı	İstikrarsız altyapı, ulaştırma yönetimi eksikliğinden kaynaklı yiyecek ve sağlık malzemelerinin sorunsuz ulaştırılmama olasılığı	Tedarik zinciri içerisinde en maliyetli süreç olduğundan etkin bir ulaştırma yönetimi
Zaman Etkisi	Gecikme sonucu yaşanabilecek can kayıpları	Gecikme sonucu yaşanabilecek maddi kayıplar ve müşteri kayıpları
Sınırlı Bilgi Faaliyetleri	Sınırlı bilgiden kaynaklı tedarik zinciri sistemi oluşturma zorluğu	Belirli tedarikçiler, üreticiler, düzenli ya da en azından öngörülebilir bir talep mevcut olduğundan belirli bir tedarik zinciri sistemi
Tedarikçi Yapısı	Sınırlı seçenek, bazen istenmeyen tedarikçiler	İşbirliği içerisinde olunan tedarikçiler
Kontrol Yapısı	Acil durumlardan dolayı yürütülen faaliyetlerin denetim eksikliği	Nadir yaşanan denetim problemleri

Kaynak: Kovács ve Spens, 2007: 108.

1.2. Afet Lojistiği Kapsamında Barınma Merkezi Yer Seçimi

Afet sonrası afet yardım faaliyetlerine devam edebilmek için iyi organize edilmiş bir afet lojistiği sistemine ihtiyaç vardır (Roy vd., 2012: 3). Tesis kuruluş yeri modelleri, afet öncesi ve afet sonrası süreçlerde yürütülen faaliyetler için uygulanan stratejik planlama yaklaşımıdır ve etkin ve etkili bir afet yönetimi planlaması için oldukça önemlidir (Boonmee vd., 2017a: 486). Tesis kuruluş yeri seçimi, insani yardım faaliyetlerinden hazırlık faaliyetinin en önemli unsurlarından biri olarak kabul edilmektedir (Celik vd., 2017: 2). Tesis kuruluş yeri seçimi, müdahale süresini ve yardım zincirine dahil olan maliyetleri doğrudan etkilediğinden yardım faaliyetlerinin performansı açısından kritik öneme sahiptir (Balcik ve Beamon, 2008: 102).

Afet lojistiği kapsamında kuruluş yeri kararları, dağıtım faaliyetlerinin devam edebilmesini sağlayan yardım ağındaki dağıtım merkezlerinin sayısı ve kuruluş yeri ile ilgili kararları; tedarikleri muhafaza edebilmek amacıyla depo sayısı ve kuruluş yeri ile ilgili kararları; afet durumlarında afetten etkilenen alanlardan insanların tahliyesi için gerekli yardım kamplarının ve acil durum çadırlarının kuruluş yeri ile ilgili kararları; itfaiye istasyonlarının kuruluş yeri, enkaz toplama yerleri, sağlık merkezlerinin kuruluş yeri ile ilgili kararları ve kurulacak tesisin uygun kapasitesi ile ilgili kararları içermektedir (Roy vd., 2012: 3; Boonmee vd., 2017a: 486). Afet lojistiği kapsamında ele alınan tesis kuruluş yeri problemi stratejik bir karar olarak uzun dönemli etkilere sahip olduğundan bu karar verilirken talep noktaları, işletim maliyetleri, dağıtım maliyetleri ve çevresel faktörler gibi farklı değişkenlerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir (Boonmee vd., 2017a: 489; Hiassat vd., 2017: 93).

Başarılı bir yardım operasyonunun gerçekleştirilmesinde kritik öneme sahip olan afet lojistiği, acil durumlarda etkilenen insanların acil ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla gerekli yiyecek, bilgi ve hizmet akışının etkin yönetimine odaklanmaktadır (Trivedi ve Singh, 2017a: 827). Afet sonrası afetten etkilenen insanlara yerleşim yeri, tıbbi yardım ve yiyecek temin eden geçici barınma merkezleri (Bayram vd., 2015: 147), afet lojistiğinin önemli bir parçasıdır. Tesis kuruluş yeri seçim faaliyetlerinin özel bir türü olarak, hazırlık sürecinde tahliyeler için yürütülen faaliyetlerden biri olan geçici barınma merkezi kuruluş yeri seçiminin amacı, afet sırasında ve sonrasında afet bölgesinde afetten zarar gören ve yaralı insanlara yardımcı olmaktır (Celik, 2017: 257). Afet sonrası yeniden inşa aşaması sona erene kadar evleri hasar gören ya da evleri yıkılan insanların günlük yaşamlarını devam ettirebilecekleri geçici barınma merkezi kuruluş yeri seçimi stratejik öneme sahiptir (Kılıcı vd., 2015: 324). İyi konumlandırılmış barınma merkezleri yangın, fırtına dalgaları, heyelanlar gibi tehlikelere maruz kalmayı azaltmaktadır (IFRC, 2013: 15).

Barınma merkezlerinin kuruluş yerlerine karar verilirken etkilenen insanların evlerine ve yardım noktalarına uzaklığı ve ihtiyaçlar göz önünde bulundurularak barınma alanlarının tehdit bölgelerine belli uzaklıkta kurulduğu garanti altına alınmalıdır (Kılıcı vd., 2015: 324). Türkiye’de geçici barınma merkezi kuruluş yerlerinin ve sayılarının belirlenmesinde sorumlu kuruluş AFAD’dır.

1.2.1. Barınma Merkezi Türleri

Afetin ilk aşamalarında afetten etkilenen nüfusun hayatta kalabilmesi için kritik bir belirleyici olan barınma merkezlerinin, güvenliği sağlayabilecek, iklimsel etkilerden koruyabilecek, salgınları engelleyebilecek, afet sonrası afetten etkilenen nüfusun iyileştirilmesini ve hakların korunmasını sağlayabilecek yapıda olmaları önemlidir (Pothiwala, 2015: 37). Barınma merkezi kavramı, afet sonrası günlük faaliyetleri sürdürecektir kalacak yerleri ifade etmektedir; konut kavramı ise evle ilgili sorumluluklara ve günlük rutinlere (çalışma, okul, yemek pişirme, alışveriş, vb.) dönüşü ifade

etmektedir (Félix vd., 2013: 137). Bu ayırmadan hareketle afetten etkilenen insanlar için barınma merkezleri dört şekilde ele alınmaktadır (Johnson, 2007b: 436):

- **Acil durum barınma merkezleri**, acil durum boyunca bir gece ya da birkaç gün için kiralanmış sığınaklardır. Bu tarz barınma merkezleri genellikle kapsamlı yiyecek hazırlığına ya da uzatılmış sağlık hizmetlerine izin vermez (Bashawri vd., 2014: 926).
- **Geçici barınma merkezleri**, afet sonrası belli bir süre için kullanılan, insanlara yiyecek, barınma yeri ve sağlık yardımlarını sağlayan çadırlardır. Hızlı bir çözüm olarak sunulan geçici barınma merkezlerinde hıza öncelik verilerek ve kurulum maliyetleri göz önünde bulundurularak bu tür barınma alanlarında kalma süreleri sınırlandırılmalıdır (IFRC, 2013: 8). Acil durum barınma merkezlerinde yerinden edilmiş afet mağdurlarının nerede ve nasıl bakılacağı sorusu söz konusu değilken, geçici barınma merkezleri için bunun planlanması gerekmektedir (Quarantelli, 1995: 45).
- **Geçici konutlar**, afetten etkilenen insanların evle ilgili günlük faaliyetlerini yürüttükleri geçici ikamet yerleridir (kiralık apartman dairesi, prefabrik konutlar, çadırlar, vb.). Bu tip barınma yerleri altı aydan üç yıla kadar kullanım için uygundur ve çoğu zaman geçici alanlara kurulurlar (Bashawri vd., 2014: 926). Geçici barınma merkezlerinden farkı, geçici konutlarda ev rutininin kurulması zorunluluğudur (Quarantelli, 1995: 45).
- **Kalıcı konutlar**, ailelerin kalıcı olarak yeni bir eve yerleştirilmesi ya da yeniden inşa aşamasından sonra dönülen konutlardır.

Bununla birlikte Uluslararası Kızılhaç ve Kızılay Dernekleri Federasyonu (The International Federation of the Red Cross and Red Crescent Societies [IFRC]), bu sınıflandırmaya geçiş barınma merkezlerini, aşamalı barınma merkezlerini ve çekirdek/tek odalı barınma merkezlerini eklemiştir.

- **Geçiş barınma merkezleri**, afetten etkilenen nüfus tarafından daha dayanıklı barınma alanlarına geçişi kolaylaştırmak için tasarlanmışlardır (IFRC, 2013: 8). Geçiş barınma merkezleri yerinden edilmiş afetten etkilenen insanlar kendi evlerine dönebildikleri veya yeni bir yere yerleştirildikleri zaman sökülüp tekrardan kullanılabilen çadırlardır (The Sphere Project, 2011: 252). Geçiş barınma merkezleri genellikle geçici bir yerden kalıcı bir yere tekrardan kurulabilir, kalıcı bir evin bir parçası olarak geliştirilebilir, yeniden inşa için tekrar kullanılabilir ya da farklı amaçlarla kullanılabilirler (International Organization for Migration [IOM], 2012: 2).

- **Aşamalı barınma merkezleri**, değiştirilebilir yapısal bileşenlerle gelecekte daha kalıcı ve geliştirilebilir olacak şekilde tasarlanmış ve inşa edilmiştir (IFRC, 2013: 8).
- **Çekirdek / Tek odalı barınma merkezleri**, evin geri kalanı tamamlanırken bir barınma yeri sunmak için en azından evin bir tam odasını inşa etmeyi ifade eder (IOM, 2012: 18). Çekirdek barınma yerlerinin amacı, kalıcı konut standartlarına ulaşan ve gelişimi kolaylaştıran ancak tam bir kalıcı evi tamamlamayan güvenli afet sonrası barınak sağlayan bir veya iki oda oluşturmaktır (IFRC, 2013: 8).

1.2.2. Afet Sonrası Geçici Barınma Merkezi Standartları

Afet sonrası afetten etkilenen insanların ihtiyaçlarını karşılayan, insanların güvende ve insanca yaşamasına ve barınmasına imkan sunan geçici barınma merkezlerinin yer seçimi ve planlaması yapılırken hem ulusal hem de uluslararası standartlar göz önünde bulundurulmaktadır (Nasution, 2017: 97). Geçici barınma merkezleri sadece çadırları değil, atıl durumdaki fabrika ve depolama tesis alanlarını, spor salonları ve genel amaçlı salonları, stadyumları, okulları, hastaneler ve sanatoryumları, camiler ve diğer dini yapıları da kapsayabilir (Özdemir, 2011: 245). Çalışma kapsamında çadırların kurulumu için uygun alanlar bulunmaya çalışılmıştır.

AFAD'ın 04.11.2015 sayılı Geçici Barınma Merkezlerinin Kurulması, Yönetilmesi ve İşletilmesi Hakkında Yönergesi (AFAD 2015)'ne göre geçici barınma alanları standartları şu şekildedir:

- Geçici barınma merkezleri, dış tehdit ve tehlikelerden korunabilecek ve kontrol ve koordinasyon desteği sağlanabilecek şekilde yerleşim yerlerine yakın kurulmalıdır.
- Geçici barınma merkezi kurulacak alanlar; elektrik, su ve kanalizasyon ağlarına bağlı olmalıdır.
- Geçici barınma merkezi alanları; okul, çocuk bahçesi, market, ibadet alanları, sağlık merkezleri, psiko-sosyal destek hizmet merkezi, spor tesisleri, çamaşırhane, içmesuyu atık su arıtma tesisleri, oyun parkları, kurs alanları kurulumuna uygun şekilde planlanmalıdır.
- Geçici barınma merkezi alanlarında anayolların genişliği en az 15 m, ara yolların genişliği ise en az 10 m olmalıdır.
- Geçici barınma merkezinin girişinde güvenlik nizamiyesi kurulmalıdır.
- Geçici barınma merkezinde kurulacak mahallelerin ana yolları asfalt ya da parke taşı ile döşenmelidir.

- Geçici barınma merkezinde altyapı, yollar, sıhhi tesisat, okullar, işyerleri, su sistemleri, güvenlik/yardım tesisatı, marketler, depolama tesisleri, barınak yerleri dâhil kişi başına en az 45 m² düşmelidir.
- Geçici barınma merkezi alanları seçilirken nüfus artışı durumunda yeni konteynerlerin ya da çadırların kurulumuna imkan sağlayacak şekilde kapasite genişletmeye uygun olmalıdır.
- Geçici barınma merkez alanları tarıma elverişli alanlar olmamalıdır.
- Geçici barınma merkezi alanları, yağmur su havzasından en az 3 m yüksek, %2 ile %6 oranında meyilli araziler olmalıdır.
- Geçici barınma merkezi yer seçiminde hakim rüzgar unsuru göz önünde bulundurulmalıdır.
- Geçici barınma merkezi kurulacak alanlarda zemin etüdü yapılmalıdır.
- Çadırlarda kişi başına düşen ortalama kapalı alan 3,5-4,5 m² olmalıdır.
- Çadırlara elektrik ulaştırılabilmelidir.
- İklim özelliklerine ve yangın standartlarına göre çadırların malzemeleri seçilmelidir.

Belirlenen bu standartlara ek olarak sivil toplum kuruluşları ile uluslararası KIZILAY ve KIZILHAÇ'ın çalışmaları sonucu oluşturulan “Sphere Projesi: Afetle Mücadelede Asgari Standartlar ve İnsani Yardım Sözleşmesi” standartları da şu şekilde sıralanmaktadır (Sphere Association, 2018: 249):

- Geçici barınma merkezi alanlarının mevcut ya da potansiyel tehditlerden yeteri kadar uzaklıkta kurulması ve mevcut tehlike risklerini en aza indirmesi gerekmektedir.
- Geçici barınma merkezi alanı, nüfus artışı ve ihtiyaç duyulması halinde genişletilmeye uygun olmalıdır.
- Geçici barınma merkezleri atıkların toplandığı, hastalık ya da kirliliğe sebep olacak alanlardan uzakta kurulmalıdır.
- Geçici barınma merkezleri okul, sağlık tesisleri, güvenli oyun alanları gibi temel hizmetlere erişim sağlayabilmelidir.
- Geçici barınma merkezi alanları yerleşim birimlerine yakınlık, yol ağı altyapısı (ağır vasıtaların ulaşabileceği bir yol olmalı), ulaşım olanaklarına yakınlık durumları göz önünde bulundurularak seçilmelidir.
- Geçici barınma merkezleri havalimanları, limanlar ve garlara yakın olmalıdır.
- Geçici barınma merkezlerinin kurulacağı alanlarda gerekli drenaj ve erozyon kontrol önlemleri alınmalıdır (Eğim, %5'in üzerinde olmamalı ya da yeterli drenaj sağlamak için %1'in altında olmamalıdır (İdeali %2-4 arasıdır).

- Geçici barınma merkezi alanının yeterli su teminini sağlayacak su ağlarına bağlantısı olması gerekmektedir.
- Geçici barınma merkezlerine elektrik temin etmek için elektrik ağlarına bağlantı ya da elektrik üretimi gerekmektedir.
- Kent kanalizasyon ağlarına bağlantı varsa geçici barınma merkezleri için bu alanlar tercih edilmeli, aksi takdirde yeterli fosseptik çukurlar açılmalıdır.
- Geçici barınma merkezi kurulacak alanlarda ağaç ve bitki örtüsü korunmalıdır, yerleşim planı topografyayı koruyacak, çevreye en az zarar verecek şekilde yapılmalıdır.
- Geçici barınma merkezi kurulacak alanlarda toprağın cinsi kazıya ve suyu geçirmeye uygun olmalıdır.
- Yangın riski açısından geçici barınma merkezi yerleşim alanında her 300 m’de bir 30 m yangın emniyet şeridi ayrılmalı, yan yana binaların çökmesini önlemek için her hane arasında en az 2 m (tercihen yapının iki katı yüksekliğinde) mesafe olmalıdır.

İKİNCİ BÖLÜM

2. BARINMA MERKEZİ YER SEÇİMİNE İLİŞKİN LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Zarar gören insanların acılarını hafifletmek amacıyla çıkış noktasından varış noktasına malların/malzemelerin ve ilgili bilgilerin akış ve depolanmasının etkin ve uygun maliyetli planlanması, uygulanması ve kontrolü olarak açıklanan afet lojistiği, afetin etkilerinin azaltılmasında oldukça kritik öneme sahiptir (Dönmez vd., 2021: 1). Afet lojistiği faaliyetlerinin etkin biçimde yürütülmesinde oldukça önemli rol oynayan kuruluş yeri seçim problemi son yıllarda birçok araştırmacı için araştırma konusu olmuştur. Literatürde afet yönetiminde kuruluş yeri seçim problemi; acil sağlık yardım merkezi kuruluş yeri seçimi, yardım malzemesi deposu kuruluş yeri seçimi ve barınma merkezi kuruluş yeri seçimi problemleri olarak gruplandırılmıştır (Kılıcı vd., 2015: 325).

Afetten etkilenen insanlara yiyecek, barınma yeri ve sağlık yardımlarını sağlayan barınma merkezleri, nüfusu olası tehlikelere karşı korumaktadır (Trivedi ve Singh, 2017b: 135). Afet sonrası tahliye planının etkinliğinin artırılmasında uygun barınma merkezi yeri seçimi kritik öneme sahiptir. Barınma merkezlerinin yanlış yerlerde kurulması ya da sayılarının yetersiz olması, tepki süresini arttırmakta, can ve mal kaybına neden olmaktadır (Wang vd., 2020: 2). Bu sebeple barınma merkezlerinin optimal konum ve sayısının belirlenmesi etkin afet lojistiği yönetimi açısından oldukça önemlidir.

Afet durumunda kurulacak barınma merkezleri yer seçimi ile ilgili literatür araştırması yapılırken izlenen adımlar aşağıda sıralanmıştır:

- Emerald Insight, IEEE, Jstor, ProQuest, ScienceDirect, Scopus, SpringerLink, Taylor & Francis, ULAKBİM TR Dizin, Web of Science, Wiley Online Library veritabanlarından faydalanılmıştır.
- Yayınlanmış tezlere ulaşabilmek için Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı (YÖK) Tez Tarama veritabanından arama yapılmıştır.
- Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi açısından insani yardım süreci ile ilgili çalışmalar 2005 yılından itibaren başladığından (Saksrisathaporn vd., 2016: 890) 2005-2022 yılları arası çalışmalar taranmıştır.

- Tarama yapılırken tezin konusu ve kullanılan yöntemlere göre “temporary shelter-GIS”, “temporary shelter-GIS-disaster”, “disaster-GIS”, “shelter-disaster”, “temporary location-disaster”, “goal programming-GIS”, “goal programming-disaster” anahtar kelimeleri kullanılmıştır.
- Tезin kapsamını sel afeti sonrası geçici barınma merkezlerinin yer seçimi oluşturduğundan “shelter-flood”, “temporary shelter-flood”, “temporary shelter-GIS-flood”, “goal programming-flood” anahtar kelimeleri de ilave edilerek arama genişletilmiştir.
- Literatür taraması sonucunda çıkan çalışmalardan sadece sel afeti sonrası barınma merkezi yer seçimi ile ilgili olan ampirik çalışmalar ile afet türü belirtilmeyip, afeti genel olarak ele alan afet sonrası barınma merkezi yer seçimi ile ilgili olan ampirik çalışmalar, literatür araştırması kapsamında ele alınmıştır.
- Ayrıca anahtar kelimeler dahilinde barınma merkezi yer seçimi konusunda önemli etkiye sahip sel risk değerlendirme çalışmaları da literatüre dahil edilmiştir.

Tezin literatür araştırması kısmında ele alınan ampirik çalışmaların yanında, kavramsal çalışmalara ve literatür taraması şeklinde çalışmalara da rastlanmıştır. Gerdan (2018), çalışmasında Marmara Bölgesi’nde afet yönetim kuruluşlarında Coğrafi Bilgi Sistem araçlarının nasıl kullanıldığı ve Coğrafi Bilgi Sistemleri temelli karar destek sistemlerinin olup olmadığını incelemiştir. Ayrıca bu kuruluşların diğer kuruluşlarla işbirliği yapıp yapamayacağı ve kriz veya afet durumundaki zorlukların neler olduğunu araştırmıştır. Choi vd. (2020), afetzedeler için geçici barınma merkezlerinin yaşanabilirliğini göz önünde bulunduracak geçici barınma merkezi planlama rehberi geliştirmeyi amaçlamışlardır. Şatır (2022), hazırlamış olduğu Yüksek Lisans Tez çalışmasında Sakarya ili için afet sonrası acil durum toplanma alanlarının ve geçici barınma merkezlerinin ulusal ve uluslararası standartlara uygunluğunu değerlendirmiştir.

Özdemir (2011), çalışmasında geçici barınma alanlarının konumlarının belirlenmesinde etkili olan coğrafi parametreleri ele almıştır. Nappi ve Souza (2015), afetten etkilenen insanlar için geçici barınma merkezi kuruluş yeri seçimi için ana kriterleri ve alt kriterleri hiyerarşik olarak belirlemişlerdir. Soltani vd. (2015), literatür araştırması yaparak ve uzman görüşlerinden faydalanarak geçici barınma merkezlerinin kuruluş yerlerinin seçiminde göz önünde bulundurulması gereken kriterleri belirlemişlerdir. Son olarak Delphi yöntemi kullanılarak kriterler sınıflandırılmıştır. Ma vd. (2019), literatür araştırması ile doğal afet barınma merkezleri için kuruluş yer seçim modellerini incelemişlerdir. Dönmez vd. (2021), belirsizlik altında insani yardım merkezi yer seçim problemi ile ilgili kapsamlı bir literatür taraması gerçekleştirmişlerdir. Dayanır vd. (2022), afet sonrası geçici barınma merkezlerinin konumlarının belirlenmesi, planlaması ve tasarımı ilişkin kriterleri Delphi yöntemini kullanarak ortaya koymuşlardır. Moghri ve Khalili (2022), çalışmalarında kriz sonrası geçici barınma merkezleri için uygun kuruluş yerlerinin

belirlenmesinde etkili olan faktörleri araştırmışlardır. Ramazani vd. (2022), mülteciler için geçici barınma merkezlerinin belirlenmesi amacıyla gerekli gösterge ve kriterleri sistematik literatür araştırması yaparak ortaya koymuştur.

Literatür araştırmasında aşağıda detayları verilen ampirik çalışmaların kullanılan yöntem ve konularına ilişkin özet Ek 1’de (Ek 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F) tablolar halinde verilmiştir.

2.1. Barınma Merkezi Yer Seçimi ile İlgili Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanıldığı Çalışmalar

Coğrafi Bilgi Sistemlerindeki gelişmeler ve yüksek hassasiyetli dijital yükseklik modellerinin ortaya çıkması, afet kapsamında değerlendirmelerde Coğrafi Bilgi Sistemleriyle birlikte istatistiksel modellerin, deterministik modellerin, sezgisel modellerin, Yapay Zeka modellerinin ve diğer matematiksel analiz modellerinin kullanımını beraberinde getirmiştir (Wu vd., 2021: 219). Literatür incelendiğinde afet lojistiği kapsamında yer seçimi ile ilgili risk değerlendirmeyi de kapsayan Coğrafi Bilgi Sistemlerinin kullanıldığı çalışmaları; Coğrafi Bilgi Sistemlerini kullanan çalışmalar, Coğrafi Bilgi Sistemleriyle birlikte kullanılan İstatistiksel yöntemler, Matematiksel yöntemler, ÇKKV Teknikleri, Bulanık Mantık, Sezgisel yöntemler, Yapay Zeka Teknikleri ve iki veya daha fazla yöntem içeren çalışmalar olarak sınıflandırabiliriz.

2.1.1. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanıldığı Çalışmalar

Sanyal ve Lu (2006), sel risk haritalarının üretilmesi amacıyla CBS’den faydalanmışlardır. Analizde Hindistan’ın bir bölgesini ele aldıkları çalışmada sel oluşma sıklığı, nüfus yoğunluğu, ulaşım ağları, içme suyuna erişim, yüksek zemin kullanılabilirliği ve maksimum riskli alanlar değişkenlerine ait verileri kullanmışlardır.

Sanyal ve Lu (2009), nehir sellerine karşı bir hazırlık-cevap stratejisi geliştirmek amacıyla CBS’yi ve uzaktan algılama teknolojilerini kullanmışlardır. Hindistan’da sellerden hasar görebilecek yerleşim yerlerini belirlemek amacıyla uzaktan algılanan veriler ve büyük ölçekli topografik haritalar kullanılmıştır. Sonuç olarak sele eğilimli yerleşim yerleri için uygun maliyetli sel barınakları oluşturmak için ideal konum belirlenmeye çalışılmıştır.

Uddin vd. (2013), Pakistan-Sindh bölgesi sele duyarlı alanları ve sel barınakları için uygun yerleri belirlemek amacıyla Uzaktan Algılama ve CBS’yi kullanmışlardır. Dijital yükselti modeli, arazi örtüsü, yerleşim, yol ve sel haritaları sel barınaklarının uygun kurulum yerlerini modellemek amacıyla kullanılmıştır. Sonuçlar Pakistan 2010 sel verisi kullanılarak doğrulanmıştır.

Rodríguez-Espíndola vd. (2016), sel durumlarında afet lojistiği kapsamında yerleşim yeri ve dağıtım kararlarında CBS kullanımının önemini ortaya koymayı amaçlamışlardır. Afet yönetiminde CBS'nin yeteneklerini göstermek için çalışmada potansiyel sel senaryolarını analiz etmek ve optimizasyon modeline girdi sağlamak üzere CBS kullanılmıştır. Afet planlamada CBS'nin etkinliğini göstermek üzere Meksika'da yaşanmış iki gerçek sel vakası ele alınmıştır. Analizler CBS kullanılarak ve kullanılmayarak gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar sel riski altındaki yerleşim yerlerinin sayısının azaltılmasında CBS yönteminin çok etkili olduğunu göstermiştir.

Kusumo vd. (2017)'nin çalışmalarında, Endonezya-Jakarta'da Twitter kullanıcılarından özellikle selden tahliye olanlardan elde edilen Gönüllü (volunteered) Coğrafi Bilgi kullanılarak sel tahliye barınma alanlarının kuruluş yeri seçimine karar verilmiştir.

Çınar vd. (2018), İzmir'deki afet sonrası acil toplanma ve geçici barınma alanlarının uygunluğunun belirlenmesini amaçlamışlardır. Karşıyaka İlçesi'nde AFAD tarafından belirlenen acil toplanma alanlarını ele aldıkları çalışmalarında bu alanların konum ve niteliklerinin ulusal ve uluslararası standartlara göre uygunluğunu incelemek amacıyla CBS tabanlı bir model önermişlerdir.

Isahak vd. (2018), Malezya'da selden hasar görme oranını azaltmak için sel risk haritaları oluşturmuşlardır. Bu amaçla uydu görüntüleri ve CBS'den faydalanılmıştır. Böylelikle afet sonrası geçici yerleşim yerlerinin uygunluğu değerlendirilmiştir.

Jiang vd. (2018), Çin'de kentsel afetlerin zararlarının azaltılması için konumsal analize dayanan CBS'yi kullanarak acil durum barınaklarının dağıtımı, tahliye rotalarının ve acil durum barınma alanlarının belirlenmesini içeren hiyerarşik ağ kurmayı amaçlamıştır.

Çeliker vd. (2020), Bingöl ilinin şehir merkezinden geçen çayların oluşturacağı sel kapsamının belirlenmesini amaçladıkları çalışmalarında farklı CBS yazılımlarını kullanarak taşkın modellemeleri yapmışlardır. İl merkezinde sular altında kalan alanlar imar haritalarıyla örtüştürülerek analizler yapılmış ve sel riski taşıyan alanlar belirlenmiştir.

Palazca (2020) yapmış olduğu yüksek lisans tezinde Denizli ili merkez ilçelerinde afet durumunda ilk toplanma alanlarının belirlenmesini amaçlamıştır. Bu kapsamda mevcut ve öneri arazi kullanım türü, eğim durumu, fay hattı, yol kademelenmesi ve nüfus, değerlendirme kriteri olarak belirlenmiştir. Toplanan veriler CBS'de analiz edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda 16 mahallede ilk toplanma alanının büyüklüğünün yeterli olduğu, 48 mahallede ise yetersiz olduğu görülmüştür. Mahalle ölçeğinde toplanma alanlarının konumsal olarak uygunluğu ve yeterliliği üzerinde durulmuştur.

Saleem vd. (2020), Pakistan-Thatta bölgesinde sel tehlike alanlarının belirlenmesi amacıyla uzaktan algılama görüntüleri kullanarak normalleştirilmiş fark bitki örtüsü indeksi metodolojisini kullanmışlardır. CBS, selin en az etkili olduğu barınma alanlarının belirlenmesinde kullanılmıştır.

Zhao vd. (2020), çalışmalarında Çin'de tayfunun sebep olacağı sel afeti düşünülerek geliştirdikleri matematiksel modelde CBS'nin mekânsal analiz modülünü kullanarak hangi barınma merkezine hangi binadan tahliye edilenlerin atanacağını belirlemeyi amaçlamışlardır. Barınma merkezlerini seçmek ve tahliye edilenleri atamak amacıyla ilk olarak CBS'den faydalanılarak şehir için yol ağı oluşturulmuştur. Sonraki adımda barınma merkezlerinin konumları ve kapasiteleri belirlenmiştir. Son adımda ise binaların konumları ve bina başına tahliye edilenlerin sayısı belirlenmiştir.

Aktürk ve Hauser (2021), Rize-Fındıklı beldesinde sel tehdidi altındaki yöresel miras alanlarını belirlemeyi amaçladıkları çalışmalarında bölgede risk altındaki coğrafi referanslı yapı ve doğal miras alanlarıyla birlikte 1969 yılından beri konumsal planlamada meydana gelen değişiklikleri ortaya çıkarmak için CBS'yi kullanmışlardır. CBS'de 1969-2019 yılları arasındaki hava resimlerinin haritaları karşılaştırıldığında nehir dönüşümü, kıyı değişimi, kentsel yayılma ve ormansızlaşma faktörlerinin alandaki yöresel mirası tehdit ettiği ortaya konmuştur. Ayrıca risk altındaki yöresel miras alanlarını gösterebilmek için heyelana duyarlı alanlar ve nehir selleri belirlenmiştir.

Chen vd. (2021), Çin'de Nanjing için sel afeti risk değerlendirmesi yapmışlardır. Çalışmada ilk olarak Çin'de sosyal hasar görebilirlik analizi amaçlanmıştır. İkinci olarak eş zamanlı olarak düşük yoğunluklu genişleme ve yüksek yoğunluklu dolguya sahip hızla kentleşen ülkelerde sele karşı sosyal hasar görebilirliği değerlendirmek için kapsamlı bir gösterge sistemi geliştirilmiştir. Üçüncü olarak ise sel duyarlılığı ve sosyal hasar görebilirlik aynı anda göz önünde bulundurularak toplulukları farklı türlere göre sınıflandırmak için CBS tabanlı bölgeleme yöntemi kullanılmıştır.

Lee vd. (2021), ani, kısa vadeli ve uzun vadeli sel hazırlığı için acil barınma yeri seçimi için hiyerarşik bir model geliştirmişlerdir. Tahliye yollarının güvenliğini sağlamak için yaya olarak tahliye riski, taşkın derinliği ve akış hızına göre sınıflandırılmış ve ağ analizinde yüksek riskli alanlar bariyerler olarak belirlenmiştir. Tahliye edilenlerin çadırlarda hayatlarını devam ettirecek gerekli hizmeti verecek tahliye güvenliğini ve kapasiteyi sağlamak üzere çadıra uzaklık, sele duyarlı alanlara uzaklık, ırmaklara uzaklık, yükseklik, acil tıp merkezlerine uzaklık, acil su tedarik tesislerine uzaklık ve çadır kapasitesi yer seçim kriterleri olarak belirlenmiştir. CBS'den faydalanılarak belirlenen kriterlere ait kısıtları sağlayacak uygun yerler tespit edilmiştir. Önerilen model Güney Kore'de Seul'da iki yerleşim merkezine uygulanmıştır.

Manawongcharoen ve Panbamrungkij (2021), Tayland'da Sing Buri bölgesi için sel tehlike haritası hazırlamak ve acil durum barınma merkezlerinin kuruluş yerlerini belirlemek amacıyla

CBS kullanmışlardır. Barınma merkezlerinin uygunluğu belirlenirken arazi kullanım haritası, yükselti haritası, sel risk haritası ve bina haritaları kullanılmıştır. Ayrıca sel anında barınmaya ihtiyaç duyacak insan sayısı belirlenmiş ve barınma merkezlerinin kapasitelerinin yeterliliği değerlendirilmiştir. Sonuçlar halka açık eğlence-dinlenme alanlarının, okulların ve ibadethanelerin sel barınakları için potansiyel yerler olduğunu ortaya koymuştur.

Kilicoglu (2022), Samsun'da nüfusun giderek arttığı Canik ilçesi için uygun yerleşim yerlerinin bulunması amacıyla Coğrafi Bilgi Sistemlerinden faydalanmıştır. Sel duyarlılık haritalarının üretilmesi için yükselti, eğim, bakı, eğrilik, litoloji, topografik nem indeksi ve nehirlerle uzaklık kriterleri göz önünde bulundurulmuştur.

Si vd. (2022), Amerika'da New York eyaleti Syracuse şehri için 500 yıllık sel vakalarını analiz ederek sel hasar tahmini ve tahliye planlamasını içeren sel tehlike değerlendirmesi yapmayı amaçladıkları çalışmalarında CBS kullanmışlardır. Sel tahliye tasarımı, sel tahliye barınma alanlarının konumsal dağılımının belirlenmesini ve tahliye rotalarının durumuna göre tahliye barınaklarının konumsal erişilebilirliğinin analiz edilmesini içermektedir. Çalışma kapsamında kamu hizmet binaları olarak ele alınan sel barınakları, bina tipi ve selin boyutuna bağlı binaların konumlarına göre seçilmiştir. Sel altında kalan nüfusa uygun barınma alanlarını analiz etmek amacıyla CBS kullanılarak her nüfus noktası için tahliye rotaları üretilmiştir. Sonuç olarak tahliye edilmesi gereken nüfus, tahliye noktasının kapasitesi ve tahliye rotasının mesafesi göz önünde bulundurularak beş barınma alanı tahliye noktası olarak belirlenmiştir.

2.1.2. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin İstatistiksel Yöntemlerle Birlikte Kullanıldığı Çalışmalar

Kar ve Hodgson (2008), mevcut ve aday acil durum tahliye barınma alanlarının uygunluğunu belirlemek amacıyla CBS'yi kullanmışlardır. Geçti/Kaldı İzleme tekniği (Pass/Fail Screening Technique) ile entegre edilen uygunluk modeli, Güney Florida'da 17 bölgeye uygulanmış ve mevcut çadırların % 48'lik kısmının fiziksel olarak uygun olmayan alanlarda bulunduğu ortaya konmuştur.

Vasile vd. (2021), Romanya-Codlea şehri için çok yüksek ve yüksek sel riski altındaki yerleri belirlemek amacıyla CBS tekniklerini sıklık oranı ile entegre ederek ani sel potansiyeli indeksini hesaplayacak bir model önermişlerdir. Model kapsamında ilk olarak ani selle ilişkili hidrolojik ve coğrafi bilgiler elde edilmiştir. Ani sel potansiyeli indeksini hesaplamak için kullanılan değişkenler arasındaki korelasyon bulunarak ani sel potansiyel indeksi hesaplanmıştır. Belirlenen kriterlere dayalı olarak CBS'de ani sel potansiyel indeksi haritası üretilmiştir. Önerilen model özellikle doğal afetlere karşı duyarlılık belirlenecek bölgelere ait herhangi bir veri ya da harita olmadığı durumlarda afet riskini belirlemede etkili olmaktadır.

Akgul vd. (2022), bölgesel ve ulusal ölçekte Türkiye’de illerin risk gruplarının belirlenmesi amacıyla bir yaklaşım geliştirmişlerdir. 1950-2020 yılları arasındaki illerdeki afet sayıları gözönünde bulundurularak kümeleme analizleri uygulanmıştır. Çığ, toprak kayması, kaya düşmesi ve sel afet değişkenleri için ayrı ayrı kümeleme analizi yapılmış, sonrasında bütün afetlerin ortalaması düşünülerek genel bir kümeleme analizi gerçekleştirilmiştir. Bütün istatistiksel analizler SPSS programı ile yapılmıştır. Küme grupları risk sınıflarına dönüştürülmüş, il ve bölgelerin risk ağırlık oranları hesaplanmıştır. Bunlar tematik haritalama aşamasında bütün konumsal analizleri yürütmek amacıyla CBS’ye entegre edilmiştir. Sonuçlar dört afet türü de düşünüldüğünde Trabzon’un il bazında en riskli il olduğunu, bölge bazında ise Karadeniz’in en riskli bölge olduğunu göstermiştir.

George vd. (2022), Hindistan’da Tamil Nadu bölgesinde sel risklerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Saha araştırmalarından, uydu verilerinden ve ikincil veri kaynaklarından elde edilen çoklu veri setleri kullanılarak tehlike, hasar görebilirlik ve maruz kalma parametrelerinin üretildiği kapsamlı bir sel risk değerlendirmesi yapılmıştır. CBS’den faydalanılarak sel tehlike katmanı hazırlanmıştır. Düşük olasılıklı sele duyarlı alanları belirlemek üzere yüzey akış potansiyelini tahmin etmek için Ulusal Kaynakları Koruma Hizmet Eğrisi Numarası (The National Resources Conservation Service-Curve Number [NRCS-CN]) yöntemi benimsenmiştir. Hasar görebilirlik ve nüfusun sele maruz kalma durumu nüfus sayımı ve hane veri tabanına dayalı göstergeler kullanılarak belirlenmiştir. Sel riski altındaki unsurları tahmin etmek için farklı kategorilerdeki yerleşim alanları betimlenmiş ve sel tehlike katmanı ile kesiştirilmiştir. Sel tehlike katmanını doğrulamak için kapsamlı saha araştırması yapılmıştır.

Ullah ve Zhang (2020), Hindistan’da Panjkora nehir havzası için sel tehlikelerini değerlendirmeyi ve sele duyarlı alanları haritalandırmayı amaçladıkları çalışmalarında görelilik oranını, uzaktan algılama ve konumsal analiz teknikleri ile bütünleşik kullanmışlardır. Sele duyarlılık haritası üretmek için sele etki eden faktörler belirlenmiş; sıklık ve görelilik oranları kullanılarak bu faktörler ağırlıklandırılmıştır. Sonrasında CBS kullanılarak sel tehlike indeks değerleri hesaplanmıştır. Sonuçlar çalışma bölgesinin orta, güney ve batı kesimlerinin sele yüksek duyarlı alanlar olduğunu ortaya koymuştur. Çünkü bu alanlar düşük eğim dereceli, düz eğrili, yüksek drenaj yoğunluğuna sahip, düşük yükselti, yüksek topografik nem indeksine sahip alanlar olarak değerlendirilmiştir.

2.1.3. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Matematiksel Yöntemlerle Birlikte Kullanıldığı Çalışmalar

Kılcı (2012), yüksek lisans tezinde Türkiye’de geçici barınma merkezlerinin konumlarının belirlenmesini ve her mahallenin ona en yakın barınma merkezine atanmasını sağlayan matematiksel bir model geliştirmiştir. Amaç, mahalleler ile atanan barınma merkezleri arasındaki

mesafenin en aza indirilmesidir. Modelin geçerliliğini görmek için İstanbul Anadolu yakası ele alınmıştır. Oluşturulan model CBS destekli bir karar destek sistemi kullanılarak uygulanmıştır. Potansiyel yerlerin sıralanmasında Türk Kızılayı'nın belirlemiş olduğu yardım malzemelerinin ulaşımı, yardım malzemelerinin satın alınması, sağlık kurumları, toprak türü, toprak yapısı, eğitim, bitki örtüsü, elektrik altyapısı, kanalizasyon altyapısı, mülkiyet kriterleri dikkate alınmıştır.

Rodríguez-Espíndola ve Gaytán (2015), barınma alanları ve dağıtım merkezlerinin konumlarının belirlenmesinin yanında, önceden konumlandırılmış malların tahsisi ve sel afetzedelerinin tatmini için gerekli dağıtım kararlarını ele aldıkları çalışmalarında, CBS ve Çok Amaçlı Optimizasyon modelini kullanmışlardır. CBS, sel durumunun belirlenmesi amacıyla sel riski taşıyan alanların belirlenip, sel risk haritasının üretilmesi için kullanılmıştır. İkinci aşamada barınma alanları, dağıtım merkezleri ve önceden konumlandırılmış malların konumları ile sel sonrası dağıtım planının belirlenmesi için Çok Amaçlı Optimizasyon modeli çözülmüştür. Bu kapsamda mesafe ve maliyet kısıtları göz önünde bulundurulmuştur. Önerilen model Meksika'da yaşanan Villahermosa selindeki bir vaka çalışmasına uygulanmıştır.

Mejia-Argueta vd. (2018), çalışmalarında Meksika'da oluşan sel afetleri için acil durum merkezleri kuruluş yeri seçimi, insani yardımların önceden konumlandırılması, tahliye ve insani yardımların dağıtımı konularını ele almışlardır. Maksimum tahliye ve dağıtım akış süreleri ile toplam yardım faaliyetleri maliyetlerinin kriter olarak göz önünde bulundurulduğu çalışmada, sel seviyelerini simüle etmek, kalan yol ağlarını, izole edilmemiş aday tesisleri ve etkilenen alanlardaki hasarı tanımlamak amacıyla CBS kullanılmıştır. Buradan elde edilen çıktı, açılacak tesislerin kararlaştırılması, insanların tahliyesi ve kurulan çadırlara insani yardımların tedarikini Çok Amaçlı Matematiksel Programlama yöntemi ile modellemek amaçlı kullanılmıştır.

Hallak (2019), doktora tezinde Suriye-İdlib bölgesinde barınma yerlerinin belirlenmesi amacıyla odak grup tartışmaları tarafından belirlenen insani şartları temel alan Ağırlıklı Hedef Programlama yöntemini kullanarak Karma Tamsayılı model önermiştir. Çalışmada seçilen barınma merkezlerinde kapsanan insan talebinin maksimize edilmesi, sabit maliyetleri ve işletim maliyetlerini içeren toplam maliyetin minimize edilmesi, afetten etkilenen insanların iş bulmasını destekleyecek şekilde çalışma ücretlerinin, ölçeklenebilir seçili barınma merkezlerinin sayısının, taşınabilir suyun, sağlık önlemleri ve hijyenin maksimize edilmesi, savunmasız insani kriterlerdeki insanların (engelliler, hamileler, emzirenler, okula giden çocuklar, kronik hastalar) kapsanması amaçlanmıştır. Bu kapsamda barınma merkezi kapasite ve kısıtları da göz önünde bulundurulmuştur. Modelde barınma merkezleri ve talep noktaları arasındaki uzaklıkların belirlenmesi amacıyla CBS'den faydalanılmıştır.

Hallak vd. (2019), Suriye İdlib'te barınma merkezlerinin kuruluş yerlerine karar vermeyi amaçladıkları çalışmalarında Karma Tamsayılı Ağırlıklandırılmış Hedef Programlama modelini

geliştirmişlerdir. Önerilen modelde karşılanan taleplerin, iş karşılığı ücretin, ölçeklenebilir barınakların, taşınabilir suyun, sağlık önlemleri ve hijyenin maksimize edilmesi, savunmasız insani kriterlerdeki insanların (engelliler, hamileler, emzirenler, okula giden çocuklar, kronik hastalar) kapsanması ve kurulu çadırların kapasite ve kısıtları göz önünde bulundurularak maliyetlerin en aza indirilmesi amaçlanmıştır. Hedeflenen alanda yol ağ verisi oluşturularak riskli yolları bulmak için CBS'den faydalanılmıştır. Model çözümü optimizasyon paket yazılımı ile yapılmıştır.

Özkan vd. (2019), atanan potansiyel afetzede sayısını maksimize etmek amacıyla Kapasiteli Maksimum Kapsama Yerleşim Modelini oluşturmuşlardır. Afetzedelere en yakın konumdaki hangi barınma merkezleriyle ne kadar nüfusun karşılanabileceği ortaya konmaya çalışılmıştır. Modeli çözmek amacıyla CBS kullanılmıştır. Çalışmada Tunceli ili ele alınmıştır.

2.1.4. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Çok Kriterli Karar Verme Teknikleriyle Birlikte Kullanıldığı Çalışmalar

AHP yönteminin yanı sıra ANP, CRITIC, EDAS, MABAC, OWA, SWARA, TOPSIS, VIKOR ve diğer ÇKKV teknikleriyle birlikte CBS kullanılan çalışmalar da mevcuttur.

2.1.4.1. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) / Analitik Ağ Süreci (ANP) Yöntemleriyle Birlikte Kullanıldığı Çalışmalar

Levy (2005), Çin'de Yangtze nehri bölgesi için belirsizlik altında sel risk planlaması ve yönetimini ele aldığı çalışmasında bütünsel CBS-ANP yöntemini kullanmıştır.

Liu vd. (2017), çalışmalarında Güney, Doğu ve Güneydoğu Asya için fırtına tehlike riski, afet ortamının kararlılığı ve afetten etkilenenlerin hasar görebilirliğinden oluşan sel riskini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Bu kapsamda ele alınan kriterlerin AHP yöntemi kullanılarak önem ağırlıkları hesaplanmıştır. CBS'de konumsal analizler yapılarak ilgili kriterler dahilinde sel tehlike, afet kararlılık ve selden hasar görebilirlik haritaları üretilmiştir. Sonrasında bu haritalar birleştirilerek sel risk haritası üretilmiştir.

Şentürk ve Erener (2017), Kocaeli-Gölcük için olası afet öncesi en uygun geçici barınma merkezi yeri seçimini CBS yöntemine dayalı AHP yöntemini kullanarak gerçekleştirmiştir. Literatür araştırması ve uzman görüşlerinden faydalanılarak geçici barınma merkezi kuruluş yeri seçim kriterleri akaryakıt istasyonlarına yanıcı malzeme depolama alanlarına uzaklık, yol ağlarına uzaklık, güvenlik merkezlerine uzaklık, mevcut binalara uygun uzaklık, arazi eğimi, enerji nakil hattına uygun uzaklık, fay hatlarına uygun uzaklık, heyelana duyarlı alanlara uygun uzaklık, jeolojik yapı, sağlık merkezlerine uzaklık, çevre kirliliğine sebep olan yerlere uygun uzaklık, kültür mirası alanlara uygun

uzaklık, su tedarigi, sele duyarli alanlara uygun uzaklik, elektrik tedarigi olarak belirlenmistir. Kriter ağırlıklarının belirlenmesi için AHP yöntemi kullanılmıştır. CBS kullanılarak analizler gerçekleştirilmiş ve en uygun geçici barınma merkezi kuruluş yerleri tespit edilmiştir.

Ghosh ve Kar (2018), Hindistan'da Malda bölgesi için sel risk değerlendirmesi yapmak amacıyla AHP yöntemini kullanarak CBS'ye sel tehlike unsurlarını ve hasar görebilirlik göstergelerini entegre etmişlerdir. Sel tehlike haritaları morfolojik ve hidrometeorolojik kriterler göz önünde bulundurularak, hasar görebilirlik haritaları ise demografik, sosyo-ekonomik ve altyapısal faktörler kullanılarak üretilmiştir. En son bütün faktörler kullanılarak sel risk haritaları elde edilmiştir. Sonuçlar sel tehlikesinin meydana gelme olasılığının yüksek olmasından dolayı düz, alçak, açık alanların yüksek riskli bölgeler olduğunu göstermiştir.

Chakraborty ve Mukhopadhyay (2019), Hindistan'ın Coochbehar bölgesi için tehlike ve hasar görebilirlik kavramlarına dayalı sel risk haritası oluşturmayı amaçlamışlardır. Tehlike ve hasar görebilirlik unsurlarına etki eden kriterler AHP yöntemi kullanılarak ağırlıklandırılmıştır. Sel risk indeksini tanımlayan sel tehlike indeksi ve sel hasar görebilirlik indeksinin konumsal özelliklerini gözlemlmek ve değerlendirmek amacıyla ağırlıklandırılmış kriterler CBS kullanılarak işlenmiştir. Sel risk değerlendirmeleriyle temel amaç, gelecekte sel nedeniyle sular altında kalabilecek alanlar veya yerler hakkında bilgilere ulaşmaktır.

Das vd. (2019), Hindistan'ın Batı Bengal Bölgesi'nde konumsal teknikler kullanarak sel tehlikeleri karşısında uygun barınma merkezlerinin konumlarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu kapsamda sel alanına uzaklık, yükselti, yol ağlarına erişilebilirlik ve yerleşim yerlerine uzaklık kriterleri belirlenmiş ve AHP yöntemi kullanılarak kriterlerin önem ağırlıkları hesaplanmıştır. Sel alanına uzaklık kriterinin en yüksek önem ağırlığına sahip olduğu görülmüştür. Sonrasında CBS'de geçici barınma merkezleri için uygun konumlar bulunmaya çalışılmıştır.

Moğulkoç (2019), yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında Sivas ili için afet sonrası geçici barınma merkezlerinin konumlarını belirlemek için bütünleşik CBS-AHP yöntemini kullanmıştır. Bu kapsamda jeoloji, yol, elektrik, içme suyu, kanalizasyon ve doğalgaz olarak belirlediği kriterleri AHP yöntemini kullanarak ağırlıklandırmıştır. Jeoloji kriterinin geçici barınma merkezi için uygun yer seçiminde en fazla etkiye sahip olduğu ortaya konmuştur. Sonrasında CBS ortamında en uygun geçici barınma alanları haritası üretilmiştir.

Ceylan ve Yılmaz (2020), Sivas ili için olası afetlere karşı yerleşime uygun yerlerin belirlenmesi amacıyla bütünleşik CBS-AHP yöntemini kullanmışlardır. Bu kapsamda jeoloji, su kaynakları, arazi kullanımı, erozyon, arazi kullanım kabiliyet sınıfları, eğim, yükseklik, bakı kriterler olarak belirlenmiştir. AHP yöntemi kullanılarak kriterlerin önem ağırlıkları hesaplanmıştır. CBS aracılığıyla konumsal analizler yapılmış, kriterler için haritalar üretilmiş ve yerleşime

uygunluk sonuç haritası üretilmiştir. Sonuçlar su kaynaklarına yakın alanların riskli alanlar olduğunu ortaya koymuştur.

Godschall vd. (2020), afet yardım çadırlarının optimal kuruluş yerlerinin belirlenmesi amacıyla farklı bölgelere, ülkelere, tehlike senaryolarına, karar verici önceliklerine ve optimizasyon amaçlarına uygulanabilecek bir model önermişlerdir. Uygun barınma merkezi kuruluş yerlerinin belirlenmesi ve seçilmesi amacıyla verinin sunulması ve işlenmesi aşamasında CBS kullanılmıştır. Tehlike riskinin en aza indirilmesinin, hizmet verebilirlik ve güvenliğinin maksimize edilmesinin amaçlandığı optimal barınma alanlarının seçim problemi heyelana duyarlılık, depreme duyarlılık, sele duyarlılık, arazi kullanım uygunluğu, araç ulaşılabilirliği, sağlık hizmetlerinin ulaşılabilirliği kriterleri kapsamında ele alınmıştır. Her bir amaç için farklı kriterlerin ele alındığı çalışmada karar vericilerin öncelikleri de göz önünde bulundurularak kriterlerin ağırlıklandırılması amacıyla AHP yöntemi kullanılmıştır. Kriterler ve amaçlar Coğrafi Bilgi Sistemine entegre edilmiştir. Çalışmada Haiti örnek olay olarak ele alınmıştır.

Kittipongvises vd. (2020), Tayland'da dünya miras alanı olan Ayutthaya Adası için sel risk değerlendirmesi yapmak amacıyla bütünlük CBS-AHP yöntemini kullanmışlardır. Sel risk haritaları günlük maksimum yağış, geçmiş yıllardaki seller, eğim, yükselti, drenaj yoğunluğu, su havzası alanı, akış, yol yoğunluğu ve arazi kullanım kriterlerine ait veriler kullanılarak üretilmiştir. Kriter ağırlıkları AHP ile hesaplanmıştır. Buna göre en fazla etkiye sahip kriter akış, en az etkiye sahip kriter ise yükselti olarak belirlenmiştir. CBS ortamında üretilen sel risk haritalarının geçmiş sel vakalarıyla uyumlu olduğu görülmüştür.

Mabahwi vd. (2020), Malezya'da Kuantan bölgesinde uygun sel barınma alanlarının konumlarının uygunluğunun belirlenmesi amacıyla Coğrafi Bilgi Sistemlerine dayalı ÇKKV tekniklerini kullanmışlardır. Alan uygunluğu belirlenirken sel riski olan alanlardaki nüfus ve yerleşim, sele duyarlı alanlar, heyelan riski olan alanlar, yükselti, eğim kriterleri göz önünde bulundurulmuştur. Kriter ağırlıkları AHP yöntemi ile hesaplanmıştır. En son olarak CBS ortamında kriter ağırlıkları entegre edilerek alan uygunluğu analiz edilmiştir.

Mishra ve Sinha (2020), Kosi Megafan bölgesinde sel riskini değerlendirmek amacıyla sel tehlikesi ve sel hasar görülebilirliğini ayrı faktörler olarak ele alıp birleştirmiştir. Nepal ve Hindistan'da 105 idari birim için süreç tabanlı sel risk haritası üretmek amacıyla AHP yöntemi kullanılarak jeomorfolojik, hidrolojik ve sosyo-ekonomik veriler CBS'ye entegre edilmiştir.

Şirin ve Ocak (2020), Gümüşhane ilinde mahalle bazında toplanma alanlarının yerlerini belirlemek amacıyla CBS'yi kullanmışlardır. En uygun yer analizini yapmak amacıyla nüfus, eğim, arazi kullanımı, jeoloji, yükseklik, yollara, binalara ve akarsu yataklarına uzaklık kriterleri kullanılmış ve her kriter için oluşturulmuş alt sınıflara AHP yöntemi kullanılarak puanlar atanmıştır.

Aşıkkutlu vd. (2021), Burdur ili için geçici barınma merkezlerinin yerlerinin belirlenmesi amacıyla AHP yöntemini kullanmışlardır. Sağlık merkezlerine ve itfaiye istasyonlarına uzaklık, sel alanlarına uzaklık, fay hatlarına uzaklık, acil toplanma alanlarına uzaklık, ana yollara uzaklık ve eğim kriterleri göz önünde bulundurularak uygunluk haritalarının üretilmesi için CBS kullanılmıştır.

Msabi ve Makonyo (2021), Tanzania-Dodoma bölgesi için sele duyarlı alanları belirlemek amacıyla AHP ve CBS yöntemlerini kullanmışlardır. Sele duyarlı alanları belirlemek için göz önünde bulundurdıkları kriterler; yükselti, eğim, jeoloji, drenaj yoğunluğu, akış birikimi, arazi kullanımı ve arazi örtüsü ile toprak türüdür. Kriterler arası ikili karşılaştırmalar yapılarak AHP yöntemi ile önem ağırlıkları hesaplanmıştır. Selle ilişkili faktörler CBS’de birleştirilmiş ve sel duyarlılık indeksiindeki ağırlıklar kullanılarak hesaplanmış ve sonuç olarak sel duyarlılık haritası elde edilmiştir. Sonuçlar çalışma alanının %40,27’lik kısmının yüksek ve çok yüksek riskli olduğunu göstermiştir. Ayrıca belirlenen kriterlerden sadece sel, yükselti ve drenaj yoğunluğunun sel potansiyeli üzerinde etkisi olduğu ortaya konmuştur.

Mujib vd. (2021), Endonezya-Kencong bölgesinde sel tehlike haritalandırması yapmayı amaçladıkları çalışmalarında AHP yöntemini ve CBS’yi bütünleşik olarak kullanmışlardır. Eğim, rakım, nehre uzaklık, toprak türü, topografik nem indeksi ve eğrilik fiziksel çevresel faktörler olarak tespit edilmiştir. Kriterlerin önem ağırlıkları AHP yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Sonrasında CBS kullanılarak sele duyarlı alanlar belirlenmiştir. Sele duyarlı alanları belirlemede en önemli faktörlerin nehirlerle uzaklık, eğim ve topografik nem indeksi olduğu ortaya konmuştur. Sonuçlar bütünleşik modelin sele duyarlı alan haritalandırmasında çok iyi olduğunu göstermiştir.

Roy vd. (2021), Hindistan’da Jalpaiguri bölgesi için sel risk değerlendirmesi yapmak amacıyla çok kriterli karar yaklaşımı kullanmışlardır. Sel duyarlılık, hasar görülebilirlik ve risk haritalarını oluşturmak amacıyla selle ilişkili kriterler, sosyo-ekonomik kriterler ve altyapısal kriterler belirlenmiştir. Kriterler, AHP yöntemi kullanılarak hesaplanmış ve sonuç haritaları CBS ortamında üretilmiştir. Sonuçlar bölgenin %38’lik kısmının sele çok yüksek duyarlı alanlar olduğunu, %58’lik kısmının da selden yüksek hasar görebileceğini göstermiştir.

Singh vd. (2021), Hindistan’da Beas nehir havzası için ani sele duyarlı alanları belirlemek için CBS’ye dayalı ÇKKV tekniklerinden faydalanmışlardır. Sele etki eden kriterler belirlenerek AHP yöntemi uygulanarak sel duyarlılık indeksi hesaplanmıştır. Belirlenen kriter katmanları uzaktan algılama ve CBS kullanılarak hazırlanmıştır. AHP yöntemi ile kriterlerin önem ağırlıkları hesaplanmıştır. CBS’de sel duyarlılık indeksi üretmek için ağırlıklar ve sel tehlike derecelendirme skorları kullanılmıştır. En son olarak da sel duyarlılık haritası elde edilmiştir. Sonuçlar yağış yoğunluğu ve eğri numarasının en yüksek ağırlığa sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca yağış

yoğunluğunun oldukça fazla ve yüzey akışının yüksek olduğu çalışma bölgesinin kuzey ve doğu kesimlerinin ani sele duyarlı alanlar olduğu tespit edilmiştir.

Uddin ve Matin (2021), Bangladeş için Google Earth motoru aracılığıyla elde edilen görüntülerle ulusal sel baskını veritabanını ve 2017-2020 yılları arasını kapsayan sel dinamiklerini ortaya koymuşlardır. Sel afetiyle ilişkili olan yükselti, arazi örtüsü, arazi şekli, nüfus yoğunluğu, ulaşılabilirlik, yola uzaklık, yerleşim alanlarına uzaklık kriterlerinin AHP yöntemi kullanılarak bulunan ağırlıkları tehlikeli bölgeleri ve sel barınma alanlarını kurmak için en güvenli yerleri belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Sel barınma alanları uygunluk ve sel tehlike bölgeleme modelleri CBS kullanılarak oluşturulmuştur. Sel tehlike modeli ülkenin yaklaşık %13'ünün yüksek derecede sele duyarlı olduğunu göstermiştir.

Zzaman vd. (2021), Bangladeş'te Sagu nehri havzasında nehir taşkınlarına duyarlı alanların belirlenmesi amacıyla CBS'ye dayalı ÇKKV tekniklerini kullanmışlar, aşırı yağış indekslerinin tehlike haritalandırması üzerindeki etkilerini araştırmışlar ve mevcut demografik ortam, yerleşim yerleri ve altyapılar ve farklı arazi kullanım türleri üzerinde nehir taşkın risklerini belirlemişlerdir. Selle ilişkili faktörler AHP ve ANP yöntemi kullanılarak ağırlıklandırılmıştır. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde ağırlık ataması yapılarak sel tehlike haritası elde edilmiştir.

Aydin ve Birincioglu (2022), Bitlis ilinde sel tehlike analiz değerlendirmesi yapmayı amaçladıkları çalışmalarında Bütünleşik CBS-AHP yöntemini kullanmışlardır. Yağış miktarı, nehre uzaklık, eğim, jeolojik yapı, yükselti, bakı, nüfus, toprak ve arazi kullanımı sel riski karar kriterleri olarak belirlendikten sonra AHP yöntemi kullanılarak önem ağırlıkları hesaplanmıştır. Buna göre yağış miktarının sel tehlikesi üzerinde en yüksek etkiye sahip olduğu görülmüştür. Sonrasında CBS ortamında her bir kriter için katman haritaları hazırlanmış ve sonuç haritası olarak sel risk haritası üretilmiştir. Sonuç haritasına göre nehir yatağına yakın bölgeler ve yüksek nüfus yoğunluğuna sahip alanlar en yüksek sel riskine sahiptir.

Doorga vd. (2022), Morityus'ta başkent için sele yüksek duyarlı alanları belirlemek amacıyla fiziksel, sosyal ve ekonomik faktörleri göz önünde bulundurarak CBS'ye dayalı ÇKKV tekniklerinden faydalanmışlardır. Sel sorununa farklı bakış açıları sağlamak üzere selle ilişkili faktörler fiziksel, sosyal ve ekonomik senaryolar için belirlenmiş ve AHP yöntemi kullanılarak ağırlıklandırılmıştır. Ağırlıklandırılmış faktörler sel risk haritaları üretmek üzere birleştirilmiştir. Sel etkilerinin önlenmesi amacıyla yüksek riskli alanlar ortaya konmuştur. Fiziksel yönlü sel risk modeline göre olası enkaz tıkanma noktasına ve boşaltma kanalına yakın yerler sele yüksek duyarlı alanlar olarak belirlenmiştir. Sosyal yönlü sel risk modeli yüksek yoksulluk oranının sel duyarlılığını arttırdığını ortaya koymuştur. Ekonomik yönlü sel risk modelinde ise ekonomik açıdan önemli bölgelerin sele duyarlı alanlar olduğu görülmüştür.

Gacu vd. (2022), Filipinler’de Odiongan Belediyesi için konumsal sel riskini değerlendirmek amacıyla sel risk faktörlerini gözönünde bulundurarak AHP yöntemini kullanmışlardır. Belediyede selin konumsal dağılımını göstermek amacıyla CBS’den faydalanılmıştır. Analiz kapsamında tehlike parametreleri, maruz kalma parametreleri ve hasar görebilirlik parametreleri ele alınmıştır. AHP yöntemi kullanılarak kriterler ağırlıklandırılmıştır. Buna göre tehlike parametrelerinden ortalama yıllık yağış miktarı, hasar görebilirlik parametrelerinden acil durum hazırlığı, maruz kalma parametrelerinden ise arazi kullanımı en yüksek etkiye sahip kriterlerdir. Sonrasında bulunan ağırlıklar CBS ortamında sel risk değerlendirme hesaplamasına entegre edilmiştir.

Ha-Mim vd. (2022), Bangladeş-Barguna bölgesi için sel kaynaklı risk ve hasar görebilirlik haritalarını üretmek amacıyla sistematik bir yaklaşım geliştirmişlerdir. İlk olarak tehlikeye maruz kalma ve hasar görebilirlik değişkenleri göz önünde bulundurularak ilgili kriterler belirlenmiş ve AHP ile kriter ağırlıkları hesaplanmıştır. Toplam sel risk haritasını elde etmek üzere CBS’de elde edilen tehlikeye maruz kalma ve hasar görebilirlik haritaları ağırlıklandırılmış çakıştırma yöntemi kullanılarak birleştirilmiş ve yüksek sel riskinin olduğu alanlar belirlenmiştir.

Idrees vd. (2022), Nijerya’da Ilorin bölgesi için sele duyarlı alanları haritalandırmak amacıyla CBS ile bütünleşik ÇKKV tekniklerini kullanmışlardır. Bu kapsamda yükselti, eğim, topografik nem indeksi, yakınsama indeksi, drenaj yoğunluğu, kanalın üzerindeki rakım, arazi kullanımı ve yağış miktarı kriterleri göz önünde bulundurulmuştur. Her bir kriterin ağırlığı AHP yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Son aşamada CBS’de sel risk değerlendirmesi ve haritalandırması gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar çalışma alanının ciddi bir kısmının (%38,4) yüksek riskli olduğunu ortaya koymuştur.

Tudunwada vd. (2022), Kuzey Nijerya’da konumsal analiz teknikleri ve AHP yöntemini kullanarak selden hasar görebilir alanların belirlenmesini amaçlamışlardır. Bu kapsamda yağış miktarı, toprak tipi, eğim, nehirden yerleşim yerlerine uzaklık, arazi kullanım ve arazi örtüsü, drenaj yoğunluğu sele etki eden faktörler olarak belirlenmiştir. AHP yöntemi kullanılarak belirlenen kriterler ağırlıklandırılmıştır. Buna göre yağış miktarı ve eğimin sele en fazla etki eden faktörler olduğu ortaya konmuştur. CBS kullanılarak sel hasar görebilirlik haritası elde edilmiştir.

2.1.4.2. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Diğer Çok Kriterli Karar Verme Teknikleriyle Birlikte Kullanıldığı Çalışmalar

Musungu vd. (2012), Cape Town’da sel risk değerlendirmesi yapılması amacıyla bütünleşik CBS ve ikili karşılaştırma yöntemini önermişlerdir. Risk ağırlıkları ikili karşılaştırma (Pairwise Comparison Method) yöntemiyle hesaplanmış, bölgesel risk farklılıklarını göstermek amacıyla risk ağırlıkları CBS’de haritalandırılmıştır.

Çetinkaya vd. (2016), Türkiye’de Suriye sınırına yakın bulunan 10 Güneydoğu şehri için coğrafi, altyapısal, sosyal ve risk ile ilgili kriterleri belirlemişler ve mülteci kampı kurulma uygunluk skorunu belirleyebilmek amacıyla CBS’den faydalanmışlardır. Alan yüz ölçümü, su kaynaklarına uzaklık, ormana uzaklık, rüzgarlı alanlara uzaklık, yükselti, eğim, sel riski, heyelan riski, deprem riski, çatışma alanlarına uzaklık, drenaj uygunluğu, karayoluna uzaklık, demir yoluna uzaklık, havaalanına uzaklık, limana uzaklık, kamu arazisi, yerli halka uzaklık, yoksulluk yoğunluğu olan yerlere uzaklık, turizm merkezlerine uzaklık olarak belirlenen kriterler Bulanık AHP yöntemi kullanılarak ağırlıklandırılmış ve TOPSIS yöntemi kullanılarak alternatifler sıralanmıştır. Senaryo analizi kapsamında bulunan sonuçlar ile ağırlıklar eşit kabul edilip TOPSIS uygulanarak bulunan sonuçlar karşılaştırılmıştır. Kriter ağırlıkları değiştirilerek duyarlılık analizi yapılmış ve sonuçlar üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Leal da Silva (2020), Brezilya’da kentsel alanlarda sel riskini önceliklendirmek ve olasılık analizi kullanılarak tüm riski değerlendirmek amacıyla çok yönlü karar modeli önermişlerdir. Modellemede Çok Nitelikli Fayda Teorisi (Multi-Attribute Utility Theory) uygulanmıştır. Sosyal, insan, ekonomik, halk sağlığı, kamu hizmetlerine erişilebilirlik nitelikleri sel risk değerlendirmesi amacıyla kullanılmıştır. Sonrasında Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak sel risk haritaları elde edilmiştir.

Yao vd. (2021), Kanada’da halka açık alanların acil durum barınma merkezleri olarak uygunluğunu değerlendirmek amacıyla bir değerlendirme modeli önermişlerdir. Önerilen modelde acil durum barınma merkezleri ağırlıklandırılmış çok kriterli TOPSIS yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Farklı periyotlarda (günlük, haftalık, akşam vakti) nüfus dağılımları tahmin edilmiş ve barınma merkezleri hizmet alanları CBS kullanılarak hesaplanmıştır.

AlSukker vd. (2022), Ürdün-Wadi Al-Mafraq bölgesinde sel tehlikesinden hasar görebilir alanları belirlemek için CBS ve Çok Kriterli Tasarım Analizi (Multi-criteria Design Analysis [MCDA]) yöntemini kullanmışlardır. İlk olarak MCDA, CBS ve uzaktan algılama teknikleri kullanılarak sel alanlarını gösteren sel envanter haritası hazırlanmıştır. İlişkili kriterler kullanılarak MCDA yöntemi kullanılarak hesaplanan harita indeksinden sel tehlikesi hasar görebilirlik haritaları elde edilmiştir. Sonuçlar CBS ortamında görselleştirilmiştir. Kentsel alanlar için sel risk değerlendirme haritasına göre çalışma alanının şehir merkezi sel tehlike hasar görebilirlik potansiyeli olarak yüksek ve çok yüksek olarak derecelendirilmiştir.

Chelariu vd. (2022), Romanya’da küçük dağlık su toplama havzalarında toplu tahliye için tasarlanan barınma yerlerinin seçimi ve değerlendirilmesi amacıyla bir çerçeve önermişlerdir. Bu kapsamda tahliye rotaları ve süreleri değerlendirilmiştir. Tahliye alanlarındaki arazinin uygunluğunun değerlendirilmesi amacıyla Çoklu Kriterli Değerlendirme (Multiple Criteria

Evaluation [MCE]) yöntemi kullanılmıştır. Değerlendirme kapsamında yükseklik, eğim, eğim yönü, arazi kullanımı, nehre uzaklık ve yerleşim yerinden uzaklık kriterleri ele alınmıştır. Çok kriterli analiz kapsamına alınan her bir kriter 1-5 değerleri arası puanlandırılarak CBS ortamında yeniden sınıflandırılmıştır. Ağırlıklandırılmış puanlar, kriterlerin tahliye noktalarının konumlarının belirlenmesindeki etkiye göre verilmiştir. Ayrıca CBS ortamında konumsal teknikler kullanarak tahliye için gerekli süre ve tahliye mesafesi hesaplanarak tahliye alanlarının uygunluğu değerlendirilmiştir.

Chen (2022), Çin’de Dadu nehri havzasında sele duyarlı alanların konumsal dağılımını analiz etmek amacıyla CBS’ye dayalı ÇKKV tekniklerinden faydalanmıştır. Çalışmada sel tehlikesi ile ilişkili seçilen kriterler için CBS ile bütünleşik AHP, TOPSIS ve Sıralı Ağırlıklı Ortalama (Ordered Weighted Averaging [OWA]) yöntemleri kullanılarak sel tehlike haritaları oluşturulmuştur. Analiz sonuçları AHP, TOPSIS ve OWA yöntemleriyle elde edilen haritaların benzer olduğunu göstermiştir.

Mitra ve Das (2022), Doğu Hindistan’ın alt Himalaya eteklerinde sele duyarlı alanların değerlendirmesini yapmak amacıyla CBS’ye dayalı ÇKKV tekniklerinden faydalanmışlardır. Selle ilişkili kriterler belirlenmiş ve literatürdeki mevcut kriterlere ait ağırlıklardan faydalanılmıştır. Daha sonra CBS’de kriterlere ait konumsal veriler hazırlanmış, TOPSIS, VIKOR ve EDAS yöntemleri kullanarak bölgenin duyarlılık haritalandırmasını yapmak amacıyla biraraya getirilmişlerdir. TOPSIS ve VIKOR yöntemleri uygulanarak üretilen sonuçların EDAS ile üretilen sonuçlardan daha iyi olduğu görülmüştür. Ayrıca yükselti, eğim, drenaj yoğunluğu, jeomorfoloji ve yağış sapması kriterlerinin bölgenin duyarlılık haritalandırmasında büyük etkiye sahip olduğu görülmüştür.

Pathan vd. (2022), Hindistan’da Gujarat-Navsari şehri için CBS ortamında tehlike ve hasar görebilirlik haritalarını içeren sel risk haritaları üretmek amacıyla AHP ve TOPSIS yöntemlerini kullanmışlardır. Sel durumlarında sele daha fazla duyarlı hasar görebilir alanların belirlenmesi amaçlanmıştır. Sel riskini değerlendirmek için tehlike ve hasar görebilirlik faktörleri göz önünde bulundurularak kriterler belirlenmiştir. Sonrasında AHP ve TOPSIS yöntemleri kullanılarak değerlendirilen sel riski kapsamı, 36 rastgele konumdan toplanan gerçek sel verilerinden hesaplanan sel riski kapsamı ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlar TOPSIS yönteminin sel risk kapsamını AHP yöntemine göre daha iyi tahmin ettiğini göstermiştir.

Peng ve Zhang (2022), Çin’de Zhengzhou şehri için sel risk değerlendirmesi yapmak amacıyla bütünleşik oyun teorisi ile ağırlıklandırma yöntemine dayalı bir model geliştirmişlerdir ve CBS’ye dayalı risk haritası üretmişlerdir. Sel derinliği, nüfus yoğunluğu, arazi kullanımı ve arazi örtüsü, yol ağı yoğunluğu, gece ışık parlaklığı ve tıbbi kurtarma noktası indeks sistemini kurmak için değerlendirme kriterleri olarak ele alınmıştır. Belirlenen kriterlerin öznel ağırlıkları AHP yöntemi ile nesnel ağırlıkları ise Entropi ve CRITIC yöntemleriyle hesaplanmıştır. Her bir indeksin bütünleşik ağırlığı oyun teorisi yöntemiyle hesaplanmıştır. Değerlendirme sonuçları Zhengzhou

şehri afet verileri ile karşılaştırılarak model doğrulanmıştır. Sonuçlar bütünlük AHP-CRITIC oyun teorisi kombinasyonu ağırlıklandırma yönteminin AHP ve bütünlük AHP-Entropi yöntemine göre kriter ağırlığı belirlemede daha iyi olduğunu göstermiştir.

2.1.5. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Bulanık Mantıkla Birlikte Kullanıldığı Çalışmalar

Wang vd. (2011), Hunan eyaletinde Dongting Lake bölgesi için sel risk değerlendirmesi yaptıkları çalışmalarında Bulanık AHP yöntemi ile CBS'yi kullanmışlardır. Sel riskini ifade eden kriterler topografya, bitki örtüsü, drenaj ağı, geçiş selleri, sel kontrol projesi, 72 saat içinde düşen en fazla yağış miktarı, sağanak sıklığı, nüfus, üretim, tarla, ulaşım olarak belirlenmiş, Bulanık AHP yöntemi kullanılarak kriterler ağırlıklandırılmış, CBS kullanılarak sel risk indeksi haritası elde edilmiştir.

Zhang vd. (2014), çalışmalarında Finlandiya'da Helsinki şehrinde hasar görebilirlik analizi yapmak için Bulanık ÇKKV yaklaşımını kullanmışlardır. Bu kapsamda binadaki toplam insan sayısı ve binadaki 6 yaş ve altı toplam çocuk sayısından oluşan nüfus bilgileri değerlendirme kriteri olarak ele alınmıştır. Binalardaki toplam insan sayısı ile 6 yaş ve altı çocuk sayısının fazlalığı binaların hasar görebilirliğini arttırmaktadır. Sonuç olarak afet durumunda hasar görebilir konumsal yerleri gösteren çekirdek yoğunluk haritası üretilmiştir. Bulanık modelin sonuçları orijinal nüfus bilgileri ile karşılaştırılmış ve 40 adetten daha çok binanın bulunduğu kategorilerde yüksek doğrulukta sonuçlar verdiği görülmüştür.

Jahangiri vd. (2020), İran-Tahran'da kentsel çevrede afetzedeler için geçici barınma merkezleri yer seçim problemini ele almışlardır. Afet uzman görüşleri ve literatürden faydalanılarak ulaşılabilirlik, coğrafi özellikler, su tedarigi, nüfus yoğunluğu, uygunsuz kentsel arazi kullanımı, uygun kentsel arazi kullanımlarına yakınlık, kent dokusunun fiziksel özellikleri olarak ana kriterler belirlenmiştir. Kriterler AHP Yöntemi kullanılarak ağırlıklandırılmıştır. Sonrasında bilgi katmanlarının entegrasyonu CBS'de Bulanık Üyelik aracı tarafından gerçekleştirilmiştir. Bulanık katmanlar geçici barınma merkezi yer seçimi uygunluk ve belirlenen ağırlıklarına göre hazırlanmıştır. Bu çalışmadaki bulanık modelin sonuçları index bindirme modelinin sonuçlarıyla karşılaştırıldığında geçici barınma merkezleri için daha doğru ve sınırlı güvenli alanlar sağladığı görülmüştür.

Ahmed vd. (2021), sel önleme kapasitesini göz önünde bulundurdıkları çalışmalarında Kuzeybatı Bangladeş'te belirlenen bir bölgenin sel riskinin derecesini haritalandırmak amacıyla konumsal çok kriterli bir yaklaşım önermişlerdir. Konumsal teknikler kullanılarak her bir kriterle ait konumsal katmanlar hazırlanmış ve bulanık mantık temelli konumsal yaklaşım kullanılarak sel risk hesaplaması yapılmıştır. Sonuç olarak hasar görebilirlik ve maruz kalma, tehlike ve önleme

kapasitesi risk faktörleri göz önünde bulundurularak CBS ile konumsal kriterler üretilmiştir. Karşılaştırma yapmak amacıyla risk, sel önleme kapasitesi dahil edilerek ve edilmeden hesaplamalar yapılmıştır. Sonuçlar sel önleme kapasitesi dahil edilmeden çalışma alanının %67'lik kısmının yüksek sel riski taşıdığını, sel önleme kapasitesi dahil edildiğinde ise sel riskinin %62'ye düştüğünü göstermiştir.

Ajibade vd. (2021), Nijerya İbedan şehri için sele duyarlı alanları belirlemek amacıyla CBS'ye dayalı ÇKKV Tekniklerini kullanmışlardır. Alanın duyarlılığını etkileyen kriterler; dijital yükselti modeli (Digital Elevation Model [DEM]), eğim, bakı, akış birikimi, yatay karasal akış mesafesi, dikey karasal akış mesafesi, topografik konum indeksi, nem indeksi, eğri sayısı olarak belirlendikten sonra AHP ve Bulanık AHP yöntemleri kullanılarak kriterler ağırlıklandırılmıştır. Sonrasında ağırlıklandırılmış kriterler sele duyarlı alan haritalarının üretilmesi amacıyla CBS ortamında kullanılmıştır. Coğrafi Bilgi Sistemlerine dayalı kümeleme teknikleri uygulanarak sele duyarlı alanlar sınıflandırılmıştır.

Cai vd. (2021), Çin Chongqing bölgesinde risk değerlendirmesini tehlike, hasar görebilirlik ve maruz kalma boyutlarında yapmak amacıyla Bulanık AHP yöntemini ve CBS'yi kullanmışlardır. Belirlenen her bir kriter ağırlığı AHP yöntemi ve Bulanık AHP yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Ağırlıklar hesaplandıktan sonra CBS'de tehlike, maruz kalma ve hasar görebilirlik haritaları elde edilmiştir. Sonuçlar bütünleşik modelin daha etkili olduğunu ve daha doğru sonuçlar verdiğini göstermiştir.

Younes vd. (2022), arazi uygunluğunu değerlendirmek ve Kenya'da mülteci kamplarının uygun konumlarını belirlemek amacıyla bütünleşik CBS-Bulanık AHP yöntemini kullanmışlardır. Bu kapsamda coğrafi, çevresel, altyapı ve sosyal yönleriyle ilişkili kriterler belirlenmiştir. Belirlenen kriterlerin ağırlıkları Bulanık AHP yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Mülteci kamplarının uygunluk haritasını elde etmek için CBS ortamında coğrafi analiz yapılmıştır. Sonuçlar Kenya'da toplam yüzey alanının %6,5'lik kısmının az uygun alanlar olduğunu göstermiştir. Ayrıca analiz mevcut kampların uygun olmayan alanlarda kurulu olduğunu ve bu kampların sel riski olan alanlardan uzağa taşınması gerektiğini ortaya koymuştur.

2.1.6. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Yapay Zeka Teknikleriyle Birlikte Kullanıldığı Çalışmalar

Wu vd. (2019), Çin Zhengzhou şehri için sel afet riski değerlendirmesi yapmak amacıyla bütünleşik olarak Bayes ağı ve Coğrafi Bilgi Sistemlerini kullanmışlardır. İlk olarak sel afetleri riskini etkileyen faktörler arasındaki ilişkileri yakalamak için Bayes ağ yapısı grafiği oluşturulmuştur. Sonrasında geçmiş afet verisine göre olasılık dağılımı hesaplanmıştır. Son olarak

önerilen model kullanılarak sel afet riski değerlendirilmiş ve CBS kullanılarak sel afet riski dağılımı elde edilmiştir.

Ahmadlou vd. (2020), İran-Golestan bölgesi ve Hindistan-Ganga Nehri Havzası için sel duyarlılık haritaları üretmek amacıyla Çok Katmanlı Algılayıcı ve Otomatik Kodlayıcı modelleri bütünleşik olarak kullanmışlardır. CBS ortamında geçmiş sel verilerinden faydalanılarak sel noktaları ve sel olmayan noktalar rasgele üretilmiştir. Golestan bölgesi ve Ganga nehri havzası için sel oluşumunda etkili olan faktörler belirlenmiştir. Bütünleşik modelde Otomatik Kodlayıcı özelliklerin sayısını azaltmak ve etkili olmayanları modelleme sürecinden çıkarmak için kullanılmıştır. Sonuç olarak bütünleşik modelin Çok Katmanlı Algılayıcı modele göre daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Zhu ve Zhang (2022), Rastgele Orman Algoritmasına dayalı sel afeti risk değerlendirmesi yaptıkları çalışmalarında veriyi toplamak, yönetmek ve analiz etmek için CBS'yi kullanmışlardır. Model, çalışma alanındaki doğal afete sebep olan faktörlerin özellikleri gözönünde bulundurularak uygun bir kılavuz boyutu seçip bölgesel afet riskini görsel olarak ifade etme işlevini gerçekleştirmiştir. İlk olarak sel afeti rapor indeksindeki her bir tehlike faktörünü analiz ve entegre etmek için CBS kullanılmıştır. Sonrasında sel afet indeksi modelinde her bir parametrenin ağırlığı olarak Rastgele Orman Algoritması kullanılmıştır. Son olarak farklı zamanlarda sel risk değerlendirmesi yapmak ve sel taşkın derinliğini çıkarmak için CBS kullanılmıştır. Çalışma alanı sel risk derecesine göre sınıflandırılmıştır. Sonuçlar önerilen modelin sel riski belirlemede etkin olduğunu göstermiştir.

2.1.7. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin İki veya Daha Fazla Yöntemle Birlikte Kullanıldığı Çalışmalar

Rizeei vd. (2019), çalışmalarında Malezya Damansara için itfaiye, polis istasyonları, hastane ve askeri kamplarını acil durum müdahale merkezleri; insanların zamanlarının çoğunu geçirdikleri konutları talep noktaları olarak belirlemişlerdir. Acil durum müdahale merkezlerinin uygun yerlerde konumlandırılması amacıyla CBS'de tesis atama modeliyle yağış sonrası sellerin olasılık modelini entegre etmişlerdir. İlk olarak Yapay Sinir Ağları kullanılarak yağış sonrası sellere duyarlı alanlar belirlenmiştir. Geçmiş sel vakalarına dayanarak yağış sonrası sel oluşumunu etkileyecek faktörler belirlenerek ağırlıklandırılmıştır. Ek olarak acil durum müdahale merkezlerinin mevcut konumları, risk altındaki yerlere temel hizmetlerin sağlanması için gerekli ideal zamanın belirlenmesi amacıyla tesis atama modelinde kullanılmıştır. Mevcut atanmış konumların değerlendirilmesi amacıyla maksimum kapsama modelleri kullanılmıştır.

Soltani vd. (2019), çalışmalarında İran Sadra şehrinde acil durum tahliye barınma alanları için uygun yerleri ve tahliye edilenlerin barınma alanlarına ulaşabileceği en uygun rotayı belirlemişlerdir. En uygun barınma alanının yerinin belirlenmesi amacıyla Bulanık AHP yöntemi kullanılmıştır. Her çadıra optimum tahliye rotalarının oluşturulması amacıyla CBS kullanılmıştır. Bu amaçla En Kısa Yol Algoritması ve Kapasiteye Duyarlı En Kısa Yol Tahliye Rotalama (Capacity-Aware Shortest Path Evacuation Routing [CASPER]) algoritması kullanılarak sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Feizizadeh vd. (2021), Doğu Azerbaycan'da sel duyarlılığını ve sele duyarlı alanları belirlemek amacıyla Entropi İndeksi, Bulanık Üyelik Değeri, Sıklık Oranı ve Bilgi Değerine dayalı modeller önermişlerdir. Modeli eğitmek ve sonuçların doğrulamasını yapmak için toplam 78 sel vakasından elde edilen veriler kullanılmıştır. Geçmiş sel vakalarından elde edilen konumsal özellikler sel duyarlılık modelinde ilgili kriteri belirlemek amacıyla kullanılmıştır. CBS'de selle ilişkili faktörleri sınıflandırmak için gerekli analizler yapılmıştır. Sonuçlar bütünlük Bulanık Üyelik Değeri-Entropi İndeksi modelinin eğitim ve doğrulama veri setleri için en uygun dengeyi sunduğunu göstermiştir.

Rahman vd. (2021), Kuzeydoğu Bangladeş Sylhet bölgesi için okul, hastane, vb. acil durum tahliye merkezlerinin optimal konumsal dağılımını belirlemek amacıyla afet riskini minimize edecek tesis atama modeli geliştirmişlerdir. Bu kapsamda belirlenen kriterlerin katsayıları Entropi yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. İlk olarak Geri Beslemeli Sinir Ağları, Karar Ağaçları ve SWARA yöntemi kullanılarak sel duyarlılık haritaları geliştirilmiştir. Sonrasında kullanılan tekniklerin performansları değerlendirilmiştir. Son olarak mevcut acil durum tahliye merkezlerinde belirlenen seyahat süresinde sel afetzedelerine hizmet edilmesi, Maksimum Kapsama Yeri Problemi, Maksimum Katılım (the Maximize Attendance), P-Medyan Problemi ve Küme Kapsama Problemi olarak ele alınmış ve çözüm için CBS'deki matematiksel yaklaşımlar önerilmiştir.

Samany vd. (2021), çalışmalarında sel sırasında ya da selden kısa bir süre sonra tahliye acil durumu olarak İran Tahran'da güvenli alanların veya geçici barınakların yerlerini belirlemek amacıyla yeni bir yaklaşım geliştirmişlerdir. İlk olarak AHP yöntemi ve Ağırlıklı Doğrusal Kompozisyon (Weighted Linear Composition) yöntemleri kullanılarak sel risk haritası hazırlanmıştır. Bu aşamada erişilebilirlik kriterinin altında nehire uzaklık, drenaj ağlarına uzaklık, ana yola uzaklık, metroya uzaklık alt kriterleri; topografya kriterinin altında eğim ve yükselti alt kriterleri; sıklık kriterinin altında nüfus yoğunluğu ve trafik sıklığı alt kriterleri; arazi kullanımı kriterinin altında yeşil alanlar, spor alanları, çıplak alanlar alt kriterleri belirlenmiş ve ikili karşılaştırmalar yapılarak kriter ve alt kriter ağırlıkları bulunmuştur. Daha sonra kriter ve alt kriterlerin konumsal raster tabakaları üretilmiş ve Ağırlıklı Doğrusal Kompozisyon kullanılarak sel risk haritası oluşturularak en az ve en çok riskli alanlar belirlenmiştir. Güvenli alanlar Parçacık Sürü Optimizasyonu yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir.

Tabarestani ve Afzalimehr (2021), İran Mazandaran bölgesi için sele duyarlı alanları belirlemek amacıyla Yapay Sinir Ağları ve bütünleşik MABAC - Kanıt Ağırlıkları (Weights of Evidence) - AHP yöntemini kullanmışlardır. CBS kullanılarak bir sel modeli geliştirilmiştir. Bütünleşik yöntemde AHP ile belirlenen kriterlerin ağırlıkları hesaplanmış, MABAC yöntemi ile elde edilen her pikselin değeri ile bu ağırlıklar çarpılmış ve sonuç olarak sel duyarlılık haritası üretilmiştir. İki ayrı yöntemle üretilen sel duyarlılık haritaları karşılaştırıldığında aralarında farklar olmadığı görülmüştür. Yapay Sinir Ağları kullanılarak elde edilen sonuçlar alanın %48,83'lük kısmının; bütünleşik yöntemle elde edilen sonuçlar ise %46,93'lük kısmının sele yüksek duyarlı alanlar olduğunu göstermiştir. Ayrıca yağış miktarı, nehirlerle uzaklık ve eğim kriterlerinin sel tehlikesi üzerinde en yüksek etkiye sahip olduğu görülmüştür.

Yılmaz (2022), Kastamonu ili için sel tehlikesi duyarlılık haritaları üretmek amacıyla farklı konumsal ve istatistiksel yöntemler kullanmıştır. Kastamonu ilinde sel riskini değerlendirmek için ilk olarak uzaktan algılama teknikleri kullanılarak Google Earth üzerinden değiştirilmiş normalleştirilmiş su indeksi kullanılarak sel alanları belirlenmiştir. Sel tehlike duyarlılık haritalarını üretmek amacıyla CBS'ye dayalı AHP, Sıklık oranı ve bütünleşik AHP-Sıklık oranı yöntemleri kullanılmıştır. AHP yönteminde ilgili kriter ağırlıkları literatürden elde edilmiştir. Çalışma, AHP yöntemine göre sıklık oranlarıyla daha başarılı sonuçlar elde edildiğini göstermiştir. Ayrıca CBS'de iki yöntemle elde edilen haritaların karşılaştırılmasıyla üretilen bütünleşik haritanın sel tehlikesi duyarlılığı olan alanları daha iyi gösterdiği ve modelin doğruluğunu arttırdığı ortaya konmuştur. Sonuçlar tüm sahil kesiminin, özellikle şehrin batı ve güneydoğu kesimlerinin sele duyarlı alanlar olduğunu belirtmektedir.

Bera vd. (2023), sel ve heyelan durumunda acil durum tahliye alanlarının konumlarının belirlenmesi amacıyla bir model geliştirmişlerdir. İlk olarak Rastgele Orman Algoritması ve Google Earth kullanılarak tehlikeler için duyarlılık haritaları oluşturulmuştur. Sonrasında P-Medyan ve Maksimum Kapsama Yerleşim problemi olarak iki model CBS'ye entegre edilerek barınma alanlarının konum ve buralara afetzedelerin atanması değerlendirilmiştir. P-Medyan yöntemi, haneler arasındaki maksimum mesafeleri en aza indirecek barınma alanlarının yerlerini belirlemektedir. Maksimum Kapsama Yerleşim problemi yöntemi de barınma alanlarının haneleri kapsamasını değerlendirmektedir. Çalışma Hindistan'ın Batı Ghat bölgesinde bir dağ köyü için test edilmiştir. Sonuçlar mevcut barınma alanlarının tüm hanelere 30 dakika ve 60 dakika arasında hizmet sağlama noktasında yetersiz olduğunu göstermiştir.

2.2. Barınma Merkezi Yer Seçimi ile İlgili Matematiksel Modellerin Kullanıldığı Çalışmalar

Literatür incelendiğinde barınma merkezlerinin kuruluş yeri seçiminde Matematiksel Programlama, Medyan ve Kapsama (Küme Kapsama ve Maksimum Kapsama) modellerinin kullanıldığı çalışmalara rastlanmıştır.

2.2.1. Matematiksel Programlama Yönteminin Kullanıldığı Çalışmalar

Kulshrestha vd. (2011), tahliye planlama sürecinde talep belirsizliği altında barınma merkezi kuruluş yerleri ve kapasitelerini belirlemek için robust bir yaklaşım önermişlerdir. Önerilen model için Kesme Düzlemi Algoritması (Cutting Plane Algorithm) önerilmiştir. Nümerik örnekler kullanılarak modelin uygulanabilirliği gösterilmiştir.

Boonmee vd. (2017b), hiyerarşik sel tahliye planlaması ve olasılıklı senaryo kapsamında barınma merkezi kuruluş yeri seçimini yapabilmek amacıyla Stokastik Karma Tamsayılı Doğrusal Programlama modelini önermişlerdir. Beklenen toplam seyahat mesafesi ve barınma merkezi risk indeksinin en aza indirilmesinin amaçlandığı çalışmada, sel afeti ve sonuçlarındaki belirsizliği göstermek için olasılıklı senaryolar üretilmiştir. Matematiksel model Tayland Chiang Mai bölgesi için sayısal veri kullanılarak bir vaka senaryosu üretilerek doğrulanmıştır.

Boonmee vd. (2017c), hiyerarşik sel tahliye planlaması kapsamında barınma merkezi kuruluş yeri seçim kararını verebilmek amacıyla Stokastik Karma tamsayılı doğrusal programlama modelini önermişlerdir. Önerilen matematiksel modelde beklenen nüfusla ağırlıklandırılmış seyahat mesafesinin en aza indirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada sel barınaklarının sağlanmasının yanında hiyerarşik tahliye konsepti, barınakların dağıtımı, kullanımı, kapasite kısıtları ve tahliye olanların davranışları belirlenmiştir. Önerilen model Tayland-Chiang Mai bölgesi için gerçek veriler kullanılıp bir vaka senaryosu üretilerek doğrulanmıştır. Ayrıca Duyarlılık analizi yapılmıştır.

Perez-Galarce vd. (2017), çalışmalarında hizmet kalitesini göz önünde bulundurarak afetzedelere çadır, tıbbi ve psikolojik destek verebilmek için Şili’de sığınma kamplarının konumlandırılması ve etkilenen insanların buralara atanması problemini ele almışlardır. Karma Tamsayılı Doğrusal Programlama modeli çözüm olarak önerilmiştir.

Chakraborty vd. (2018), Hindistan Bankura bölgesinde yardım çadırlarının uygun kuruluş yerlerini belirlemek için doğal afet durumunda bölgedeki tüm yol ağı bağlantılarının hasar görülebilirliğini hesaplamayı amaçladıkları çalışmalarında, ağırlıklandırılmamış çok amaçlı optimizasyon yöntemine (Pareto Optimallığı) dayalı bölgenin hasar görülebilirliğine ilişkin

hiyerarşik bir sınıflandırma yapmışlardır. Uygun kuruluş yerleri belirlenirken maksimum yükseklik ve yol bağlantı kullanımı göz önünde bulundurulmuştur.

Kınay vd. (2018), İstanbul için barınma merkezi kuruluş yeri seçim problemini talep belirsizliğini göz önünde bulundurarak ele almışlardır. Bunun için seçilen barınma merkezlerinin kullanım oranı ve kapasitesi olmak üzere iki olasılıklı kısıt içeren maxmin Olasılıklı Programlama modeli önerilmiştir. Tamsayılı değişkenler kullanabilmek amacıyla yapılan değişiklikler sonucunda Karma Tamsayılı Doğrusal Programlama modeli ortaya konmuştur. Çalışmada İstanbul Kartal'a ait veriler kullanılmıştır.

Mohamadi vd. (2019), insani yardım lojistiği hazırlık aşaması için çok amaçlı stokastik matematiksel bir model geliştirmişlerdir. İki aşamalı olarak geliştirilen modelin ilk aşamasında barınma alanlarının, yardım dağıtım merkezlerinin, destek yardım dağıtım merkezlerinin ve telekomünikasyon kulelerinin uygun kuruluş yerlerinin belirlenmesi amaçlanırken; ikinci aşamada belirlenen uygun kuruluş yerleri arasındaki ulaşım rotalarının araştırılması amaçlanmıştır. Modelde ilk olarak her bölgenin en yakın barınma alanına; her barınma alanının en yakın yardım dağıtım merkezine ve en yakın destek yardım merkezine olan ağırlıklandırılmış mesafe toplamının en aza indirilmesi amaçlanmıştır. İkinci olarak afetten etkilenen alanlarda kapsanan (barınma alanları, yardım dağıtım merkezleri, telekomünikasyon kuleleri) insan sayısının maksimize edilmesi amaçlanmıştır. Üçüncü olarak da tahliye edilenlerin barınma alanlarına ulaşamama olasılığını en aza indirmek amaçlanmıştır. Ayrıca bulanık bir model geliştirmek için talep ve hata olasılığı belirsiz parametreler olarak göz önünde bulundurulmuştur. En son olarak tek amaçlı doğrusal programlama modeli Lp-metrik yöntemi kullanılarak çözülmüştür. Önerilen modelin etkinliğini göstermek için Tahran için afet senaryosu altında bir vaka analizi sunulmuştur. Modeli doğrulamak için duyarlılık analizi yapılmıştır.

Wang vd. (2020), barınma alanlarının yerlerinin bulunması ve felaketzedelerin atanması problemi için bekleme maliyetleri ve eşitlik değişkenlerini eş zamanlı ele alarak Karma Tamsayılı Doğrusal Programlama modeli önermişlerdir. Model GAMS programında uygulanmış ve CPLEX çözücü ile çözülmüştür.

Praneetpholkrang vd. (2021), insani yardım lojistiği kapsamında Tayland'da Surat Thani bölgesi için barınma merkezi konum atama problemini ele aldıkları çalışmalarında çok amaçlı optimizasyon modeli önermişlerdir. Önerilen modelde birinci amaç, çadırları kurmak için katlanılan sabit maliyetleri, ulaştırma maliyetleri ve hizmet maliyetlerini içeren toplam maliyetin azaltılması; ikinci amaç, etkilenen alanlardan atanan çadırlara afetzedelerin tahliyesi için gereken toplam zamanın en aza indirilmesi; üçüncü amaç ise afetzedelere hizmet için temin edilen gerekli çadır sayısının en aza indirilmesidir. Önerilen modelin çözümü için Epsilon Kısıt Yöntemi ve Hedef Programlama yöntemi kullanılmıştır.

2.2.2. Medyan ve Kapsama Modellerinin Kullanıldığı Çalışmalar

Kongsomsaksakul vd. (2005), sel tahliye planlaması kapsamında sel barınma alanları yer seçim problemini çözmek için iki aşamalı bir model önermiştir. Tahliye zamanının en aza indirilmesinin amaçlandığı ilk aşama P-Medyan problemi olarak ele alınmıştır. Önerilen modelin uygulaması için Amerika'nın Utah eyaletine ait Logan şehri verileri kullanılmıştır.

Chanta ve Sangsawang (2012), çalışmalarında sel afetinde afetzedelerin en kısa mesafede ulaşabilecekleri geçici barınma merkezlerinin yerini belirlemek ve kapsanan sel mağduriyeti erişimini maksimize etmek amacıyla Maksimum Kapsama Modeli ve Kapasite Kısıtlı P-Medyan Modelini önermişlerdir. Tayland'da 2011 yılında gerçekleşen sellerden gerçek örnek olaylar ele alınmıştır.

Suksawat Na Ayudhya (2020), Tayland'da E-San olarak adlandırılan bölgede sel yardım barınaklarının uygun konumlarının belirlenmesi amacıyla geçmiş sel verilerinden faydalanarak P-Medyan yöntemini kullanmıştır. Nüfus ve seyahat mesafesini içeren geçmiş veriler matematiksel modele entegre edilmiştir.

Suksawat Na Ayudhya (2021), Tayland'da Chachoengsao ve Prachin Buri illeri için geçici sel barınma merkezlerinin kuruluş yerlerinin bulunması amacıyla P-Merkez modelini önermiştir. Önerilen modelde sel alanı ile geçici barınma merkezleri arasındaki maksimum seyahat mesafesinin en aza indirilmesi amaçlanmıştır. Modelde afetten etkilenenlerin seyahat mesafelerine ilişkin geçmiş veriler ve her bölgedeki nüfus göz önünde bulundurulmuştur.

2.3. Barınma Merkezi Yer Seçimi ile İlgili Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinin Kullanıldığı Çalışmalar

Hosseini vd. (2016), İran-Tahran şehri için afet sonrası sürdürülebilir geçici iskan alanları seçim problemini ekonomik, sosyal ve çevresel faktörleri göz önünde bulundurarak ele almıştır. Aynı zamanda bu alanların acil durum ve geçici barınma alanları olarak da kullanılması düşünülmüştür. Arazi maliyeti, araziyi hazırlama maliyeti, erişim, nüfusu kapsama, tehlike kaynaklarına uzaklık, mülkiyet ve arazi kullanım türü, erişilebilirlik, peyzaj, karbondioksit salımı olarak belirlenen kriterlerin ağırlıkları AHP yöntemi ile hesaplanmış olup, kriterlerin sürdürülebilirliği MIVES (Model for Sustainable Assessment) tekniği kullanılarak değerlendirilmiştir.

Trivedi (2018) çalışmasında afet barınma merkezlerinin kuruluş yeri seçiminde etkili olan faktörleri arazinin uygunluğu, elektrik alt yapısı, sıhhi tesisat, toplum alt yapısı, güvenlik, taşıma

kapasitesi, yakınlık, sahiplik türü olarak belirlemiş ve DEMATEL yöntemini kullanarak her bir faktörün birbiriyle olan ilişkisini ortaya koymuştur.

Nappi vd. (2019), insani yardım lojistiği ilkelerini göz önünde bulundurarak Brezilya Santa Catarina eyaleti için geçici barınma alanlarının konumlarının seçimi için ÇKKV modeli önermişlerdir. Bu kapsamda güvenlik, kentsel altyapı, fiziksel yeterlilik, kültürel yeterlilik, gizlilik, çevresel konfor, evrensel erişim, ekonomik faktörler ve konum göz önünde bulundurulmuştur. AHP yöntemi kullanılarak belirlenen ana ve alt kriterlere ait ağırlıklar belirlenmiştir. Sonuçlar tesis güvenliği, kültürel yeterlilik ve konum erişilebilirliği en önemli kriterler olarak ortaya konmuştur. Sonrasında ShelterPro yazılımı kullanılarak geçici barınma merkezlerinin konumları belirlenmiştir.

Akpınar ve Nişancı (2021), en uygun geçici barınma alanını belirlemek amacıyla AHP yöntemini kullanmışlardır. Bu kapsamda kamp alanının büyüklüğü, sağlık merkezlerine uzaklık, şehir merkezine uzaklık, altyapı yeterliliği, sosyal alanlara uzaklık ve ulaşılabilirlik kriterleri ele alınmıştır.

Alam vd. (2021), çalışmalarında kasırga ve buna bağlı sel nedeniyle Kanada Nova Scotia eyaleti Halifax şehrinde toplu tahliye için potansiyel barınma yerlerinin sistematik tanımlanması ve değerlendirilmesi için bir çerçeve sunmaktadır. Süreç; barınma merkezi olarak kullanılacak aday tesislerin belirlenmesini, barınma yerleri için bir yer seçim süreci geliştirmeyi ve adayları değerlendirmek için yer seçim sürecini uygulamayı içermektedir. Sığınma yeri seçim süreci Çoklu Kriterli Değerlendirme yöntemi kullanılarak aday seçimi, aday taraması ve aday değerlendirmesi aşamalarından oluşmuştur. Değerlendirme kapsamında ele alınan kriterler yükselti, tehlike bölgesine uzaklık, yasak bölgeye uzaklık, yaş, büyüklük, belediye hizmetleri, mülkiyet, polis karakollarına, itfaiye istasyonlarına, sağlık merkezlerine uzaklık, karayollarına uzaklık, sel bölgesindeki erişim yolları, tahliye süresidir. Yapılan değerlendirme ile elde edilen uygunluk skorlarına göre en yüksek skorlu adayların limana yaklaşık 3-20 km uzaklıkta yerlerde olduğu, en düşük skorlu adayların ise uzak kırsal alanlarda ve sahile bitişik yerlerde olduğu görülmüştür.

Tsioulou vd. (2021) çalışmalarında, afet durumlarında okulların tahliye alanları ve yardım dağıtım istasyonları olarak uygunluğunu ölçmeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla uzman kişilere uygulanan online anketlerle belirlenen kriterler (konum riski, fiziksel hasar görülebilirlik, ulaşılabilirlik, haberleşme, yaşam çevresi, tedariklere erişim) değerlendirilmiş ve AHP yöntemi kullanılarak kriter ağırlıkları bulunmuştur. Kriter ağırlıkları göz önünde bulundurularak okulların uygunluğu değerlendirilmiştir. Model, Filipinler Cagayan de Oro şehrinde uygulanmıştır.

Haggag vd. (2022), şehir planlaması ve barınak tasarımı göz önünde bulundurularak yer seçimi, altyapı, kampı bölgelere ayırma ve barınma alanı tasarımı olmak üzere 4 süreçten oluşan acil durum kamp tasarımlarını gerçekleştirmek amacıyla AHP yöntemini kullanmışlardır. Yer

seçimi süreci kapsamında ele alınan kriterler; arazi kullanımı ve arazi hakkı, kamp alanının büyüklüğü ve nüfus, güvenlik ve koruma, erişilebilirlik, su kaynakları, topografya, drenaj ve toprak koşulları, iklimsel koşullar ve yerel sağlık ve bitki örtüsüdür. Modelin etkinliğini belirlemek için Güney Sudan, Etiyopya ve Güney Bangladeş'te önceden belirlenen acil durum kampları değerlendirilmiştir. Sonuçlar kamp tasarımında en önemli sürecin altyapı olduğunu göstermiştir.

İlerisoy vd. (2022), deprem ve selden etkilenen Van Erciş'te mevcut acil durum barınma merkezlerinin konumlarını değerlendirmek ve yeni alan belirlemesine öncülük etmek amacıyla AHP-TOPSIS yöntemini kullanmışlardır. İlk aşamada literatür araştırması ve uzman görüşlerinden faydalanarak kriterler (alan büyüklüğü, altyapı, yola uzaklık, sağlık merkezlerine uzaklık, yerleşim merkezlerine uzaklık, jeolojik yapı, eğim, zemin sıvılaşması, yeraltı suyu seviyesi, yükseklik bölgesi) belirlenmiştir. İkinci aşamada kriterlerin önem ağırlıkları AHP yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Alan özellikleri ana kriteri en yüksek ağırlığa sahip kriter olarak tespit edilmiştir. Son olarak 12 adet alternatif acil durum toplanma alanı TOPSIS yöntemi kullanılarak değerlendirilmiş ve önem ağırlıklarına göre sıralandırılmıştır.

2.4. Barınma Merkezi Yer Seçimi ile İlgili Bulanık Mantık Kullanılan Çalışmalar

Jiang vd. (2009), Malezya, Kelantan bölgesi için sel risk değerlendirmesi yapmayı amaçladıkları çalışmalarında Bulanık Kapsamlı Değerlendirme (fuzzy comprehensive assessment), Basit Bulanık Sınıflandırma (simple fuzzy classification) ve Bulanık Benzerlik (fuzzy similarity) yöntemlerini kullanmışlardır. Su basmış alan, çeltik alanı, kentsel alan, yerleşim alanı ve barınaklar, sel afet riskini analiz etmek ve doğrulamak üzere doğrulama verisi olarak kullanılmıştır. Sonuçlar sel afet risk değerlendirmesinde 3 yöntemin de etkili olduğunu, Bulanık Kapsamlı Değerlendirme yönteminin diğer yöntemlere göre çalışma alanı için daha uygun olduğunu göstermiştir.

Celik (2017)'in çalışmasında geçici barınma merkezi kuruluş yeri seçim problemi için konum, optimal dağıtım, güvenlik, kentsel altyapı, fiziksel yeterlilik, kültürel yeterlilik, gizlilik, çevresel konfor, evrensel erişilebilirlik, ekonomik faktör/finansal destek, yeniden inşa ve personel konforu, modern lojistik teknoloji kullanımı, profesyonellerin özel eğitimi, operasyonel sistemin sürekli iyileştirilmesi olarak 14 farklı kriter belirlenmiştir. Kriterler AFAD uzmanları tarafından değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında Bulanık DEMATEL yöntemi kullanılarak kriterler arasındaki sebep-sonuç ilişkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

Şahin (2017), Yüksek Lisans tez çalışmasında İstanbul ili için İstanbul Afet Müdahale Planında yer alması planlanan alternatif geçici barınma merkezlerinin konumlarının değerlendirilmesi amacıyla Bulanık TOPSIS ve Bulanık VIKOR yöntemlerini kullanmıştır. Ulaşım, yerleşim yerinin durumu, altyapı, alan ve çevre kriterlerinin göz önünde bulundurulduğu çalışmada bulanık ağırlıklar hesaplanmış ve alternatifler Bulanık TOPSIS ve Bulanık VIKOR yöntemleriyle değerlendirilmiştir.

Drakaki vd. (2018), Yunanistan'da sığınma kampları kuruluş yeri seçim problemini ele aldıkları çalışmalarında akıllı çok ajanlı sistem önermişlerdir. Bu kapsamda Bulanık AHP yöntemini kullanan akıllı ajan kriter ağırlıklarının belirlenmesinde, risk faktörlerinin göz önünde bulundurulduğu Bulanık Aksiyomatik Tasarım yaklaşımını kullanan diğer bir ajan ise alternatif sığınma kamp yerlerinin sıralanmasında kullanılmıştır.

Wang vd. (2018), Çin'de Huaihongnanpian bölgesi için sel tehlikesi ve hasar görebilirliği içeren sel risk analizi yapmayı amaçladıkları çalışmada Bulanık Kümeleme Analizi yöntemini kullanmışlardır. Bu kapsamda belirlenen tehlike ve hasar görebilirlik kriterleri belirlenmiştir. Sel riski üzerinde sosyo-ekonomik kriterler ile arazi örtüsü ve sel kriterinin en fazla etkiye sahip olduğu ortaya konmuştur. Belirlenen risk derecesine göre bölgelerin dağılımı ortaya konmuştur.

Ömürgönülşen ve Menten (2021), Bulanık TOPSIS yöntemini kullanarak Ankara ili için olası bir afet sonrasında geçici barınma merkezlerinin yerlerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Ulaşılabilirlik, sosyal imkanlar, sağlık hizmetleri, alan kapasitesi, toprağın cinsi, arazinin eğimi, güvenlik, altyapı, iklim ve bitki örtüsü ve mülkiyet kriterlerine göre beş tane geçici barınma merkezi kuruluş alanı alternatif olarak değerlendirilmiştir. Buna göre Etimesgut alternatifi en uygun konum olarak belirlenmiştir.

2.5. Barınma Merkezi Yer Seçimi ile İlgili Sezgisel/Meta Sezgisel Yöntemlerin Kullanıldığı Çalışmalar

Gama vd. (2016), barınma merkezi kuruluş yeri seçimi, tahliye edilenlerin barınma merkezlerine atanması ve afetten etkilenen alanlara tahliye emirlerinin verilmesi kararlarını birlikte ele aldıkları çok aşamalı çalışmada Karma Tamsayı Doğrusal Programlama modeli geliştirmişler ve çözüm olarak Benzetimli Tavlama yöntemini önermişlerdir. Tahliye edilenlerin barınma merkezlerine ulaşmak için gitmesi gereken toplam ağ mesafelerinin en aza indirilmesinin amaçlandığı çalışmada, yol durumlarına göre gidiş zamanlarının değiştiği ve insanların sel oluşumuna tepkilerinin dinamik olduğu göz önünde bulundurulmuştur. Modelin uygulanabilirliğini göstermek için Amerika Kuzey Carolina eyaletinde yer alan Wake bölgesi ele alınmıştır.

Fang vd. (2018), acil yardım merkezleri kuruluş yer seçimi problemi için dinamik çok amaçlı optimizasyon modeli önermişlerdir. Yardım tedariklerinin toplam faydasının maksimize edilmesi, faaliyette bulunmasına ihtiyaç olunan geçici acil yardım merkezlerinin sayısının minimize edilmesi ve bütün talep noktalarının tatmin derecesinin maksimize edilmesi amaçlanmıştır. Problem çözümü için entegre geliştirilmiş Genetik Algoritma ve Tabu Arama algoritması önerilmiştir.

Khalilpourazari ve Pasandideh (2021), afetlerde etkin sel tahliye planı oluşturmak için robust bir matematiksel model önermişlerdir. Modelde sınırlı kapasiteli tahliye barınakları kurmak için potansiyel konumlar kümesi belirlenmiştir. Ayrıca modele selden insanları kurtarmak için helikopterlerin kullanılması dahil edilmiştir. Helikopterlerin kapasitesi ve maksimum uçuş süresi de göz önünde bulundurulmuştur. Kurtarılan insan sayısının maksimize edilmesi ve toplam maliyetlerin minimize edilmesi amaçlanmaktadır. Modelin çözülmesiyle insanların barınaklara atanması, barınakların optimal konumu, tahliye barınaklarına helikopterlerin atanması ile helikopterlerin uçuş yol ve rotaları belirlenmiştir. Modelin çözümünde NSGA-III (Non-dominated Sorting Genetic Algorithm [Baskılanamayan Sıralamalı Genetik Algoritma]), Çok Amaçlı Yusufçuk Algoritması (Multi-Objective Dragonfy Algorithms), Çok Amaçlı Gri Kurt Optimizasyonu (Multi-Objective Grey Wolf Optimizer), Çok Amaçlı Çoklu Evren Algoritması (Multi-Objective Multi-Verse Optimizer) yöntemleri kullanılmıştır. Önerilen robust model 2011 yılında Japonya’da yaşanan tsunami felaketinden gerçek bir vakaya uygulanmıştır.

2.6. Barınma Merkezi Yer Seçimi ile İlgili Karma Yöntemlerin Kullanıldığı Çalışmalar

Xi vd. (2013) acil durum yardım merkezlerinin yer seçim problemini ele aldıkları çalışmalarında toplam ulaşım mesafesini ve acil durum tesislerinin sayısını en aza indirmek amacıyla Değişken Komşuluk Araması (Variable Neighbourhood Search) algoritması temelli geliştirilmiş P-Medyan yöntemini önermişlerdir. Çalışmada Batı Çin’de bir örnek olay ele alınmıştır.

Zhu vd. (2013) yaptıkları çalışmada afet müdahale mesafesi ve zamanını en aza indirmek amacıyla acil durum merkezleri kuruluş yeri problemini ele almışlardır. Belirsizlik altında afet alanlarını tahmin etmek amacıyla senaryo analizi önerilmiştir. Etkilenen alanların yüzdesi göz önünde bulundurularak robust bir acil durum merkezi kuruluş yeri seçim kararı verebilmek amacıyla robust P-Medyan modeli ve Yaklaştırma algoritması kullanılmıştır.

Yalçın (2018), yaptığı tez çalışmasında Süleyman Demirel Üniversitesi’nde herhangi bir acil durumda hangi birimlerin belirlenen hangi acil durum toplanma alanına atanması gerekeceği belirlenmiştir. Çalışma kapsamında Gri Kümeleme ve Gri P-Medyan modelleri kullanılarak sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Du vd. (2020), herhangi bir doğal afette acil durum merkezlerinin kesintiye uğrama durumunu göz önünde bulundurarak güvenilir acil durum merkezi yerleşimi için iki aşamalı robust bir model önermişlerdir. P-Merkezli Kuruluş modelinin temel alındığı modelde Doğrusal Reformulasyon (Linear Reformulation), Benders Çift Kesme Düzlemi Yöntemi (Benders Dual Cutting Plane), Sütun ve Kısıt Türetme (Column-and-Constraint Generation Method) yöntemleri kullanılmış, sonuçları karşılaştırılmıştır. Önerilen yöntemlerin sonuçlarını karşılaştırmak için nümerik örnekler kullanılmıştır.

Rad vd. (2021), birincil ve ikincil afet sürecini göz önünde bulundurdıkları çalışmada Bulanık Hedef Programlama modeli önermişlerdir. Birincil afette afetten etkilenen alanlara mal ve hizmet temini amaçlanırken; ikincil afette afet merkezlerine yardım temini ve yaralı kişilerin yardım merkezlerine ulaştırılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda çok aşamalı afet lojistiği yapısı ele alınmıştır. İlk aşama önceden belirlenen sayı ve konumdaki kalıcı ya da geçici yardım malzemesi ana depolarını kapsamaktadır. İkinci aşama, sayı ve potansiyel konumları önceden belirlenmiş dağıtım merkezleri, barınma merkezi ve geçici sağlık merkezlerinden oluşan geçici tesisleri içermektedir. Burada yardım malzemelerinin ve yaralı kişilerin sağlık merkezlerine ulaştırılma sürelerini en aza indirecek adaylar belirlenmiştir. Üçüncü aşama afetten etkilenen alanları içermek olup, afetten etkilenen alan kapsamının maksimize edilmesi amaçlanmaktadır. Modelde yardım malzemelerine olan talep ve gönüllü yardım talebi belirsiz olarak ele alınmıştır. Model ilk olarak Bulanık Hedef Programlama yöntemi kullanılarak çözülmüş, ardından Baskılanamayan Sıralamalı Genetik Algoritma (NSGA-II) yöntemi ile doğrulanmıştır. Sonuçlar iki yöntemin de kriz yönetiminde iyi performans gösterdiğini ve yardım prosedürünü iyileştirdiğini ortaya koymuştur.

He ve Xie (2022), ekonomik sürdürülebilirlik ve sosyal faydayı göz önünde bulundurarak Çin’de büyük bir kentsel gelişim bölgesinde barınma alanları yer seçim-atama problemini ele aldıkları çalışmalarında iki aşamalı Erişilebilirlik, Ekonomi ve Verimlilik (Accessibility, Economy, And Efficiency [AEE]) modelini kullanmışlardır. Üst aşamada, tüm tahliye talep alanlarını kapsama varsayımını karşılamak ve en az yatırımla barınma alanlarının sayısını, ölçeğini ve konumlarını belirlemek amacıyla Küme Kapsama Modeli kullanılmıştır. Alt aşamada, üst aşamada barınma alanlarının tahliye etkinliğini arttırmak ve insanların en kısa sürede tahliye edilmesini sağlamak üzere tahliye rotasını optimize etmek amacıyla P-Medyan Modeli kullanılmıştır. Model çözümü için Benzetimli Tavlama yöntemi kullanılmıştır. Tahliye edilenlerin karar verme davranışlarını simüle etmek için Çekim Modelini önermişlerdir.

2.7. Literatür Araştırmasına Yönelik Genel Değerlendirme ve Araştırma Boşluğu

İlgili literatür incelendiğinde özellikle Coğrafi Bilgi Sistemlerinden faydalanan çalışmaların fazlalığı dikkat çekmektedir. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin konumsal verileri analiz yeteneği, araştırmacıların bu konuya ilgisini arttırmıştır. Problem çözümü için ağırlıklı olarak Coğrafi Bilgi Sistemlerine Dayalı ÇKKV modellerinin kullanıldığı sonucuna varılmıştır. Afet yönetimi kapsamında Coğrafi Bilgi Sistemlerine Dayalı ÇKKV Tekniklerinin daha fazla risk değerlendirmede kullanıldığı görülmüştür. Öte yandan barınma merkezi yer seçimi problemi de yapısı gereği birçok değişkenin göz önünde bulundurulması gereken çözümü zor problemler sınıfında yer aldığından bu kapsamda Coğrafi Bilgi Sistemleriyle ÇKKV Tekniklerinin birlikte kullanıldığı çalışmalar bulunmaktadır. Literatür incelendiğinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin en fazla duyarlılık ve hasar görebilirlik haritalarının üretilmesinde AHP yöntemi ile bütünleşik olarak kullanıldığı görülmüştür. Barınma merkezi yer seçiminde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin yanında

Matematiksel Modellerin, ÇKKV tekniklerinin, Bulanık Mantığın, Sezgisel/Metasezgisel yöntemlerin veya bu yöntemlerden iki veya daha fazlasının birarada kullanıldığı çalışmalar da mevcuttur.

Literatür araştırması sonuçları geçici barınma merkezi kuruluş yeri seçiminin belli özelliklere sahip olması gerektiğini göstermiştir: 1) Afete maruz kalan ve afet oluşma riski bulunan alanlar için geçici barınma merkezlerinin yerlerinin belirlenmesi gerekmektedir. 2) Geçici barınma merkezlerinin belirlenmesi karar problemi, çok sayıda değerlendirme kriterini içermelidir. 3) Verilen kararın etkinliği, kullanılan verinin kalitesine bağlı olduğundan, konumsal ve konumsal olmayan verileri karar vericilerin öznel yargılarını da göz önünde bulundurarak gerekli bilgiye dönüştürecek teknikler ve prosedürler sağlanmalıdır. 4) Kullanılan yöntemler uygunluklarına göre potansiyel yerleri puanlamak için ilgili kriterleri sayısal hale getirerek karmaşık karar problemlerini analiz etmek üzere bir çerçeve sunmalıdır. 5) Karar vericilerin öznel değerlendirmelerindeki değişiklikler karşısında sonuçların dayanıklılığının doğrulanması gerekmektedir.

Yukarıda ifade edilen özelliklerden hareketle alternatif geçici barınma merkezi kuruluş yerlerinin belirlenmesi için önerilen yaklaşım şu özelliklere sahiptir: 1) Trabzon ili yapısı ve iklimsel özelliklerinden dolayı en fazla sel riski taşıyan iller arasında yer almaktadır. Ancak Trabzon ilinin büyük kısmının eğimli yamaçlardan oluşması ve arazi kullanımının sınırlamalar getirmesi, geçici barınma alanlarının yerlerinin belirlenmesini zorlaştırmaktadır. Ayrıca Trabzon İl AFAD Müdürlüğü tarafından 2021 yılında Trabzon iline ait afet risk azaltma planı yayınlanmış, bu planda tüm ilçeler için kullanılabilecek kamuya ait misafirhaneler ve yurtlar ilk etapta afet sonrası geçici iskan alanı olarak belirtilmesine rağmen, Trabzon İl AFAD İyileştirme Şube Müdürlüğü'nde çalışan uzmanlarla yapılan görüşmeler neticesinde il ve ilçe merkezlerinde çadır ve konteyner kurulacak alanların halen kesinleşmediği ifade edilmiştir. Bu durum da Trabzon ili için uygulamada bir boşluk olarak karşımıza çıkmaktadır. 2) 12 adet farklı değerlendirme kriteri literatürden faydalanılarak belirlenmiş, Trabzon İl AFAD İyileştirme Şube Müdürlüğü'nde çalışan uzmanlarla tartışılmış ve son hali verilmiştir. 3) Coğrafi Bilgi Sistemlerine Dayalı ÇKKV Teknikleri, konumsal ve konumsal olmayan verileri karar vericilerin öznel yargılarını da göz önünde bulundurarak gerekli bilgiye dönüştürecek teknikleri ve prosedürleri sağlamaktadır. Özellikle nicel özellikte olmayan durumları analiz etmede etkili olan AHP yöntemi, belirlenen kriterlerin önceliklendirilmesinde ikili karşılaştırmalar yaparak çoklu alternatifler arasında karar vermeye yardımcı olmaktadır (Liu vd, 2017: 1694). Coğrafi Bilgi Sistemleriyle entegre edildiğinde hesaplama gücü artmakta, Coğrafi Bilgi Sistemlerinde yapılan konumsal analizlerin yetkinlikleri genişlemektedir (Liu vd, 2017: 1697). 4) Belirlenen alternatif alanlar içerisinde bir öncelik sıralaması yapmak amacıyla ÇKKV Tekniklerinden TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. 5) Literatürden farklı olarak burada bütünleşik CBS-AHP yöntemi kullanılarak CBS ortamında elde edilen her bir kriter bazında alternatiflerin uygunluk değerleri Hedef Programlama modeline girdi olarak kullanılmıştır. Böylece bu alanların hangilerinde geçici barınma merkezlerinin kurulması

gerektiğine karar verilmeye çalışılmıştır. 6) Kriterlerin önem ağırlıkları değiştiğinde en uygun geçici barınma merkezi için belirlenen alternatiflerde meydana gelen sıralama değişikliklerini görmek amacıyla 13 farklı senaryonun ele alındığı Duyarlılık Analizi yapılmıştır.



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. ÇALIŞMADA KULLANILAN YÖNTEMLER

Çalışmanın bu bölümünde Trabzon ili için uygun geçici barınma merkezleri kuruluş yerlerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi kapsamında önerilen yaklaşımda kullanılan yöntemler açıklanmıştır.

3.1. Analitik Hiyerarşi Süreci

1980'lerde Saaty'nin geliştirdiği Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierarchy Process [AHP]) yöntemi nicel ve nitel faktörleri birlikte değerlendirebilirken farklı kriterleri veya alternatifleri karşılaştırarak önem ağırlıklarını tespit etmek için literatürde kullanımına sıklıkla başvurulmuş bir ÇKKV yöntemidir (Tutak ve Koçer, 2023: 8).

AHP yönteminde izlenecek adımlar aşağıda gösterilmektedir (Saaty, 1987; Varghese ve Karande, 2022; Veisi vd., 2022).

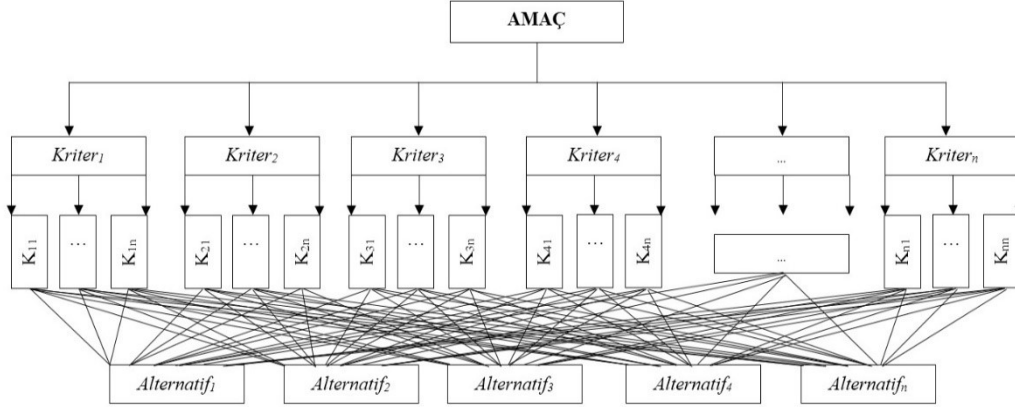
1. *Adım:* Problemin Tanımlanması

AHP yönteminin ilk adımında karar probleminin tanımlanması yöntemde gerçekleşecek sürecin temelini oluşturması bakımından en önemli adım olarak görülmektedir. Çalışmada belirlenen amaç paralelinde faydalanılacak kriterler bu adımda hiyerarşik bir biçimde gösterilerek ortaya konmalıdır. Şekil 7'de bir karar verme probleminin AHP yöntemi açısından hiyerarşik yapısı sunulmaktadır.

2. *Adım:* Verilerin Toplanması

Çalışmada faydalanılacak olan veriler uzman grupta yer alan karar vericilere sunulan nitel bir ölçek aracılığıyla gerçekleştirilen ikili kıyaslamalar doğrultusunda elde edilir. Uzman grupta yer alan karar vericilerin yapacakları ikili karşılaştırmada yararlanılan temel ölçek Tablo 6'da gösterilmektedir.

Şekil 7: Karar Verme Problemlerinin AHP Açısından Hiyerarşik Gösterimi



Tablo 6: İkili Karşılaştırmalarda Yararlanılan Temel Ölçek

Mutlak Önem Derecesi	Tanımlar	Açıklama
1	Önem derecesi açısından eşit	İki kriter amaca eşit derecede etki etmektedir.
3	Önem derecesi açısından biraz daha yüksek	Karar vericinin sahip olduğu tecrübeler sonucunda yaptığı kıyaslama doğrultusunda bir kriterin diğerine göre biraz üstünlük sağlaması
5	Önem derecesi açısından güçlü	Karar vericinin sahip olduğu tecrübeler sonucunda yaptığı kıyaslama doğrultusunda bir kriterin diğerine göre güçlü üstünlük sağlaması
7	Önem derecesi açısından çok güçlü	Karar vericinin sahip olduğu tecrübeler sonucunda yaptığı kıyaslama doğrultusunda bir kriterin diğerine göre çok güçlü üstünlük sağlaması
9	Önem derecesi açısından mutlak üstünlük	Karar vericinin sahip olduğu tecrübeler sonucunda yaptığı kıyaslama doğrultusunda bir kriterin diğerine göre mutlak üstünlük sağlaması
2,4,6,8	Ara değerler	Değerlendirme gerçekleştirilirken iki kriter arasında uzlaştırma gereken durumlarda tercih edilir.

Kaynak: Saaty, 1987: 163.

3. Adım: İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması

İkili karşılaştırma matrisi oluşturulurken karar vericilerin yapmış olduğu ikili karşılaştırmalardan elde edilen verilerden faydalanılmaktadır. Yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilmiş veriler, matrisin köşegeni bir olmak koşuluyla kare matris formatında oluşturulur. Oluşturulması gereken ikili karşılaştırma matrisinin (KM) biçimi aşağıda gösterilmektedir.

$$KM = \begin{bmatrix} 1 & v_{12} & v_{13} & \dots & v_{1n} \\ v_{21} & 1 & v_{23} & \dots & v_{2n} \\ v_{31} & v_{32} & 1 & \dots & v_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ v_{n1} & v_{n2} & v_{n3} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

4. Adım: İkili Karşılaştırma Matrisi İçin Normalizasyon İşlemi

İkili karşılaştırma matrisi oluşturulduktan sonra her bir karar verici tarafından yapılan ikili karşılaştırmalar ile sağlanan veriler geometrik ortalama ile birleştirilerek tek bir matrise dönüştürülür.

Geometrik ortalama ile gerçekleştirilen birleştirmenin ardından normalizasyon işlemine geçilir. Her bir sütunda yer alan sütun değerinin, bulunduğu sütun toplamına bölünmesi ile matris normalize edilir. Normalizasyon işleminde kullanılan Eşitlik (1) ve normalize ikili karşılaştırma matrisi (KM^*) aşağıda gösterilmektedir:

$$r_{ij} = \left(\frac{v_{ij}}{\sum_{i=1}^n v_{ij}} \right) \quad (1)$$

$$KM^* = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & \dots & r_{2n} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & \dots & r_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & r_{n3} & \dots & r_{nn} \end{bmatrix}$$

5. Adım: Kriterlerin Önem Ağırlıklarının Tespit Edilmesi

Normalizasyon işleminin gerçekleştirilmesinin ardından oluşan verilerden kriterlerin ağırlıkları Eşitlik (2) yardımıyla elde edilir.

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n k_{ij}}{n} \quad (2)$$

Eşitlik (2)'de yer alan k_{ij} normalize matrisin i. satırında bulunan j. değeri ifade ederken n değeri ise i. satırdaki eleman sayısını göstermektedir. Kriter ağırlıklarının tespiti için faydalanılan bu eşitlik aracılığıyla belirlenen w_i değerlerinden öncelik vektörü (W) olarak isimlendirilen sütun vektörü oluşturulmaktadır. Öncelik vektörü (W)'nün biçimsel gösterimi aşağıda sunulmuştur.

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix}$$

6. Adım: Tutarlılık Oranının Saptanması

AHP yönteminde ikili karşılaştırma matrisinde herhangi bir rastlantısal yargı meydana gelmesini önlemek için tutarlılık oranı hesaplanmaktadır (Kittipongvises vd., 2020: 5). Yapılan karşılaştırmalarda oluşan tutarsızlığın Saaty (1994) tarafından belirtilen 0,10 tutarlılık oranını aşması durumunda yapılan karşılaştırmaların tekrar değerlendirilmesi gerekmektedir. Tutarlılık oranının belirlenebilmesi için ilk olarak Tutarlılık İndeksinin (CI) saptanması gerekmektedir. Tutarlılık indeksinin saptanmasında faydalanan Eşitlik (3) aşağıda gösterilmektedir.

$$CI = \left[\frac{(\lambda_{\max} - n)}{n-1} \right] \quad (3)$$

Eşitlik (3)'te bulunan n, matristeki eleman sayısını; $\lambda_{\max}$ ise matriste bulunan özdeğerlerden en büyüğünü ifade etmektedir. Tutarlılık indeksinin saptanmasının ardından tutarlılık indeksinin matrisin eleman sayısına bağlı olarak sahip olduğu rassal indeks değerine oranlanması ile Tutarlılık Oranı (CR) elde edilir. Tutarlılık oranının hesaplanmasında kullanılan Eşitlik (4) aşağıda gösterilmektedir.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (4)$$

Bir ikili karşılaştırma matrisinin bünyesinde bulunan eleman sayısına göre sahip olduğu rassal indeks değerleri Tablo 7'de gösterilmektedir.

Tablo 7: Eleman Sayısına Göre Rassal İndeks Değerleri

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49	1,52	1,54	1,56	1,58	1,59

Kaynak: Ogonowski, 2022: 4412.

3.2. Coğrafi Bilgi Sistemleri

İçerisinde bulunduğumuz yüzyılda bilişim teknolojilerindeki hızlı ilerlemeye bağlı olarak insanlar bilginin önemini daha çok anlamışlar, uygun verinin toplanması, işlenmesi ve dağıtılmasına imkan sunan bilgi sistemlerini kullanarak problemleri daha hızlı ve etkin biçimde çözmeyi amaçlamışlardır. Bilişim teknolojilerindeki gelişmeler grafik ve grafik olmayan şeklinde ele alınan coğrafi bilgilerin de bilgisayar ortamında saklanmasına ve işlenmesine olanak sağlamıştır (Mısır, 2001: 40). Bilgi sistemleri kapsamında yerini alan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) de mekansal (grafik) ve mekansal olmayan (grafik olmayan, tanımlayıcı) verinin toplanmasını, saklanmasını, güncellenmesini, yönetilmesini, işlenmesini, analiz edilmesini ve kullanıcıya sunulmasını sağlayan bir sistem olarak tasarlanmıştır (Baumgartner ve Apfl, 1996: 600). Konuma

dayalı gözlemlerle elde edilen coğrafi veri olarak ifade edilen harita bilgisi, farklı kaynaklardan gelen bilgiler ile CBS fonksiyonları kullanılarak birlikte işlenebilmektedir (Demir vd., 2011: 3). CBS, coğrafi referanslar aracılığıyla birbiriyle ilişkili dijital haritaları oluşturmak için bir veya daha fazla veri tabanını bilgisayar haritalama teknolojisiyle birleştirmekte, farklı haritalardan çeşitli özellikleri analiz etmek için kullanılabilen ve ilişkilerden yeni bilgiler üretebilmektedir (Martin ve Pooley, 1995: 3).

CBS ile ilgili literatürde farklı tanımlamalar da mevcuttur. En önemli özelliği konumsal analizi destekleyici faaliyetleri içermek olan CBS'yi Dash (1997: 137), karmaşık planlama ve yönetim problemlerinin çözümü için kullanılan konum bilgilerinin toplanmasını, yönetilmesini, işlenmesini, analiz edilmesini, modellenmesini ve görüntülenmesini sağlayan donanım, yazılım ve prosedürlerden oluşan sistem olarak açıklamıştır. Burrough (1986), CBS'yi gerçek yeryüzüne ait mekânsal verinin toplanmasını, saklanmasını, sorgulanmasını, transferini ve görüntülenmesini sağlayan araçlar bütünü olarak tanımlamıştır. Liu vd. (2016: 752), benzer bir tanımla CBS'yi verinin saklanması, sayısallaştırılması, sorgulanması ve raporlanması için oluşturulan bir araç olarak açıklamıştır. Goldman ve Schmalz (2000: 12), CBS'yi karmaşık konumsal analiz ve bilgisayar haritalandırmada kullanılan bir eğitim ve araştırma aracı olarak tanımlamıştır.

Yomralıoğlu (2000:49) ise CBS'yi şu şekilde ifade etmiştir:

“Konuma dayalı işlemlerle elde edilen grafik ve grafik olmayan verilerin toplanması, saklanması, analizi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bir bütünlük içerisinde gerçekleştiren bir bilgi sistemidir.”

1960'lı yılların başlarında Dr. Roger Tomlinson tarafından Coğrafi Bilgi Sistemleri kavramının ortaya atılması ve Kanada Coğrafi Bilgi Sistemlerinin geliştirilmesi, harita katman çakıştırmalarını içeren bilgisayarlı CBS için ilk adım olarak nitelendirilmiştir (Tomaszewski, 2014: 75). İleriki yıllarda bilgisayar destekli haritalama konusunda gelişmeler devam etmiş ve 1969 yılında günümüzde en çok kullanılan CBS yazılımlarından birinin üreticisi olan ESRI kurulmuştur (ESRI, 2023). Türkiye, 1980'lerin başlarında üniversitelerdeki tez çalışmalarıyla CBS ile tanışmış, sonrasında yerel yönetim ve kamu projelerinde kullanımı yaygınlaşmıştır (Tatar vd., 2021: 43). Temel ilkesi belli bir coğrafi nesne için grafik ve grafik olmayan verilerin ilişkilendirilmesi, farklı katmanlar halinde saklanması ve bu katmanlar üzerinde analiz yapılması olan CBS, günümüzde planlamada karar verme süreçlerinin yanında çevre koruma, ziraat, kültürel miras, harita mühendisliği, jeoloji, yer bilimleri, madencilik, savunma, tarım, sosyoloji, eğitim, sağlık, lojistik, afet yönetimi gibi pek çok farklı alanda kullanılmaktadır (Tatar vd., 2021: 35; Öncü vd., 2022: 79).

CBS çok farklı amaçlarla kullanılmaktadır (Attfield vd, 2002: 10-12):

- Harita verisinin okunması, yorumlanması ve işlenmesi daha kolay olduğundan CBS, verinin daha etkin biçimde sunulmasını sağlamaktadır.
- Veriyi haritalara dönüştürmek, daha yakından incelenmesi gereken istenmeyen durumların farkına varılmasına yardımcı olmaktadır.
- Coğrafi faktörler dikkate alınarak yapılan analizler daha iyi ve daha kesin olmakla beraber izlenecek stratejiler de daha geçerli olabilmektedir.
- CBS, ileriye dönük planlamaya destek olmaktadır.

3.2.1. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Bileşenleri

Coğrafi Bilgi sistemlerinin sayısal verilerin entegrasyonu, konumsal sorgulama, bilgisayar destekli kullanım kolaylığı, görüntüleme, verileri güncelleme, ayıklama, erteleme, transfer etme, konumsal analiz, karar verme analizi ve model analizi fonksiyonlarını yürütebilmesi için donanım, yazılım, veri, insanlar ve yöntemler bileşenlerinin birarada olması gerekmektedir (Yomralıoğlu, 2000:55).

3.2.1.1. Donanım

Donanım (Hardware), yazılımın çalıştırıldığı ya da verinin saklandığı bir platformu ifade etmektedir (Tomaszewski, 2014: 74). Donanım elemanlarına sunucu (server), yazıcı (printer), çizici (plotter), tarayıcı (scanner), sayısallaştırıcı (digitizer), işlemci (processor), grafik kartları örnek olarak verilebilir (Pant vd., 2021: 8).

3.2.1.2. Yazılım

CBS yazılımı (software), saha verisini, haritaları ve uydu görüntülerini detaylandırır, analiz eder, görüntülenecek yeni verinin oluşturulmasına ve mevcut verilerle entegre edilerek belirli sorguların yapılmasına izin verir (Fava vd., 2010: 13). Coğrafi Bilgi Sistemleri fonksiyonlarını gerçekleştirebilmek amacıyla oluşturulan algoritmalar olarak ifade edilen yazılım bileşeninin sahip olması gereken temel unsurlar şu şekildedir (Yomralıoğlu, 2000: 56):

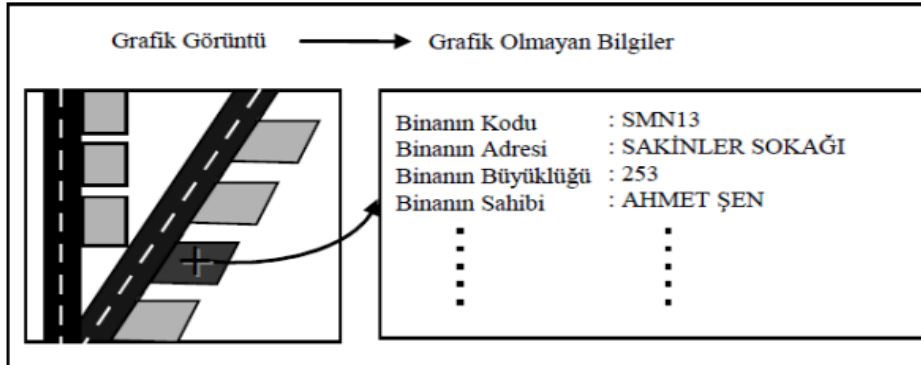
- Veri girişi ve işlenmesi için gerekli araçların olması
- Veri tabanı yönetim sistemine sahip olması
- Konumsal sorgulama, analiz, görüntüleme gibi CBS fonksiyonlarının desteklemesi
- Ek donanımlar ile bağlantı kurulabilmesi için ara yüz desteği sağlaması

Bilgisayar Destekli Harita Üretimi, Bilgisayar Destekli Sayısallaştırma ve Çizim, Sayısal Görüntü İşleme programları birer yazılımdır (Balcı vd., 2000: 124).

3.2.1.3. Veri

CBS'nin en önemli bileşeni olan veriye (data) dayalı olarak CBS'nin kavramsal temelini oluşturan yeryüzüne ait özellikler sunulmaktadır (Tomaszewski, 2014: 74). Coğrafi veri, özelliklerine göre grafik (konumsal) ve grafik olmayan (öznitelik) veri olarak gruplandırılmaktadır (Yomralıoğlu, 2000: 64). Grafik veri, koordinat, sembol ve kurallar gibi harita özelliklerinin dijital açıklamalarıdır. Her bir harita özelliği bir katmanda ayrı olarak saklanmakta ve bütün katmanlar, farklı katmanlar arasındaki karşılaştırma ve değerlendirmeye olanak tanıyan coğrafi referanslıdır. Harita özelliklerinin açıklanması için nokta, çizgi, poligon, piksel ve sembollerden oluşan grafik veri elementleri kullanılmaktadır (Baumgartner ve Apfl, 1996: 600). Grafik olmayan (tanımsal) veriler ise coğrafi varlıkların konuma bağlı olmayan öznitelik (attribute) bilgilerinden oluşmaktadır ve bağlantıları içeren veri yönetim sistemi ile tablo veri olarak tutulmaktadır (Yomralıoğlu, 2000: 66; Tatar vd., 2021: 35). Dolayısıyla farklı nesnelere ait öznitelik ve konum bilgilerini içeren CBS'de grafik veri üzerindeki yol, nehir gibi coğrafi yapıların öznitelik (tanımsal) bilgileri ilişkisel veri tabanlarında saklanmakta ve analiz edilebilmektedir (Kaplukan, 2014: 36). Grafik veri ve grafik olmayan (öznitelik) verilerin gösterimi Şekil 8'de gösterilmektedir.

Şekil 8: Grafik ve Grafik Olmayan (Öznitelik) Verileri



Kaynak: Çağatay ve Bayrakdaroğlu, 2013: 106.

3.2.1.4. İnsan

CBS'nin insan (people) bileşenini oluşturan kamu kurum kuruluşları ile özel sektördeki veri sağlayıcıları ve kullanıcılar, coğrafi veri tabanını oluşturmak için veriyi toplamakta, sisteme girmekte, veriyi işlemekte, analiz etmekte, sonuçlara ulaşmakta ve karar vermektedir (Balcı vd., 2000: 124; Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2016: 5). Bu kapsamda CBS kullanıcılarının gelişmeleri takip edecek ve konuma bağlı her türlü analiz için yetkinliklerini arttırabilecek istek ve yeteneğe sahip olmaları gerekmektedir (Fava vd., 2010: 14).

3.2.1.5. Yöntemler

Çok iyi tasarlanmış plan ve iş kuralları çerçevesinde yöntemler (methods) geliştirilerek birimler ve kurumlar içerisinde iş akışına uygun konumsal bilgi akışı gerçekleştirilmekte, böylelikle CBS sağlıklı bir şekilde çalışabilmektedir. Bu da yasal düzenlemeler ve gerekli yönetmeliklerle coğrafi veri yönetimi ve paylaşımına ilişkin standartların hazırlanması ve uygulanmasına bağlıdır (Yomralıoğlu, 2000: 57).

3.2.2. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Kullanılan Veri Modelleri

CBS’de kullanılan grafik (konumsal) veriler; vektörel (vector) ve hücreli (raster) veri modelleri şeklinde ifade edilmektedir (Baumgartner ve Apfl, 1996: 600; Yomralıoğlu, 2000: 57; Tatar vd., 2021: 35). CBS uygulama biçimine göre modellerden biri tercih edilmekle beraber, günümüzde her iki modelin birarada kullanılabildiği hibrit (melez) veri modelleri de mevcuttur (Yomralıoğlu, 2000: 58).

3.2.2.1. Vektörel Veri Modelleri

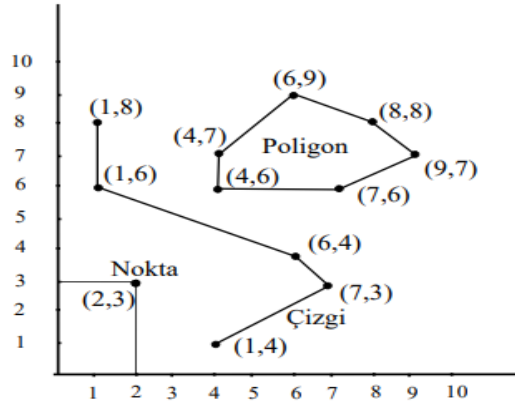
Vektörel veri modelinde nokta, çizgi ve poligon özelliğine sahip coğrafi varlıklar, (x, y) koordinat değerleriyle kodlanıp saklanmaktadır (Yomralıoğlu, 2000: 58). Vektörel veri modelinin en önemli özelliklerinden biri, CBS’de vektörel veri tabanındaki her bir varlığa bir özellik atanabilmesi ve öznitelik bilgilerinin burada tutulabilmesidir (Tomaszewski, 2014:90). CBS, her bir vektör veriyi saklar ve bunları birbiriyle ilişkilendirir (Tecim, 2008: 81). Üç tip vektör verisi mevcut olmakla beraber Şekil 9’da vektörel verilerin grafiksel gösterimi verilmiştir (Tecim, 2008: 80; Yomralıoğlu, 2000: 58):

Nokta Veriler: Nokta özelliği gösteren bir elektrik direği, şehirde bulunan okullar gibi tek bir olguyu belirten veriler (x, y) koordinatı ile tanımlanmaktadır.

Çizgi Veriler: Yol, akarsu, elektrik hatları, kanalizasyon şebekeleri gibi çizgi özelliği gösteren coğrafi varlıklar birçok noktanın birleşmesi ile oluşurlar ve $(x_1, y_1) (x_2, y_2) (x...y...) (x_n, y_n)$ koordinat serisi şeklinde saklanırlar.

Poligon Veriler: Bina, göl, orman alanı, parsel gibi poligon özelliği gösteren coğrafi varlıklar, kapalı şekiller olarak, belirli ve bir noktadan başlayıp aynı noktada son bulan $(x_1, y_1) (x_2, y_2) (x...y...) (x_n, y_n) (x_1, y_1)$ dizi koordinatlar şeklinde saklanır.

Şekil 9: Vektörel Verilerin Grafiksel Gösterimi

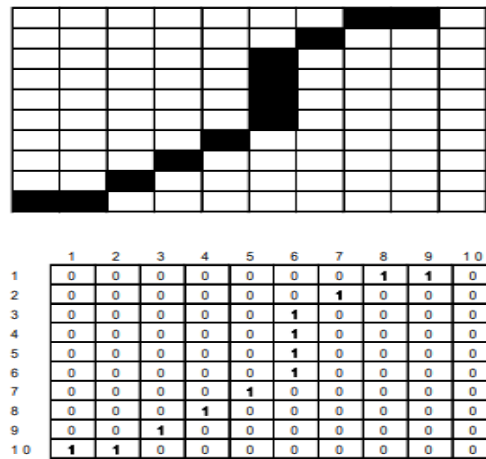


Kaynak: Tecim, 2008: 81.

3.2.2.2. Hücresel Veri Modelleri

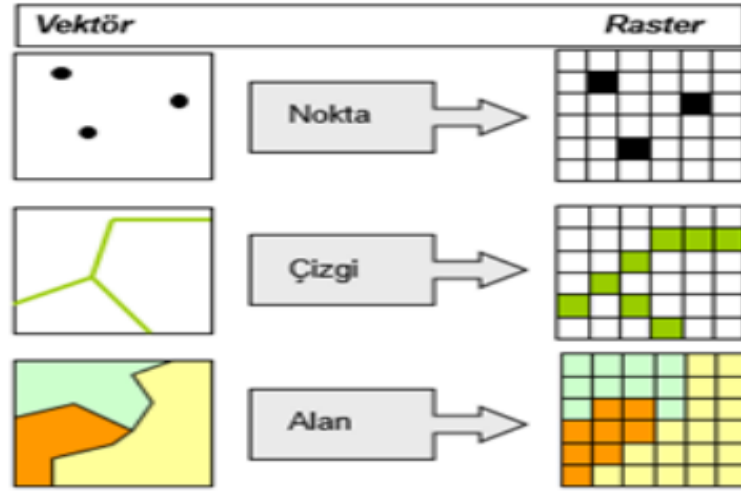
Sürekli özelliğe sahip coğrafi varlıkları modellemede kullanılan hücresel (raster) veri modelinde piksel olarak da bilinen her bir hücre bağımsız olarak bir öznitelik değeri ile ifade edilmekte, her hücre tek bir değer içermekte ve her konum bir hücreye karşılık gelmektedir (Raju, 2006: 112). Sayısal uydu görüntüleri, radar görüntüleri, taranmış fotoğraf ya da haritalar, kare şeklinde resim elemanlarından oluşan raster veri modellerine örnek olarak verilmektedir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2016: 27). Hücresel görüntülerde her bir hücreye denk gelen alandaki veriler, farklı kodlarla kaydedilir (Balcı, vd., 2000: 121). Şekil 10'da hücresel veri yapısı gösterilmektedir. Şekil 11'de ise vektör ve hücresel yapıda verilerin gösterimi yer almaktadır.

Şekil 10: Hücresel Veri Yapısı



Kaynak: Tecim, 2008: 84.

Şekil 11: Vektör ve Hüresel Yapıda Verilerin Görüntülenmesi



Kaynak: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2016: 29.

3.2.3. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Afet Yönetimi

Coğrafi Bilgi Sistemlerinde grafik ve grafik olmayan verilerin birarada değerlendirilebilmesi karar verme sürecinin doğru ve hızlı olmasını sağlamakta, bu durum diğer alanlarda olduğu gibi afet yönetiminde de afetten en az hasarla çıkılmasını sağlamaktadır (Taşdemir, 2020: 308). Zarar azaltma, afete hazırlık, afete müdahale ve iyileştirme aşamalarından oluşan afet yönetiminin etkin biçimde yürütülmesinde birbirinden farklı iletişim kanallarından ve kurumlardan toplanan gerçek zamanlı bilgi büyük bir öneme sahip olduğundan CBS gibi bilgi sistemleri kurumlara veya karar vericilere yardım etmek amacıyla kullanılmaktadır (Gerdan, 2018: 965). Afet durumunda doğru veriye, doğru zamanda, mantıklı şekilde erişilebilmesi, müdahalede ve uygun eylemlerin alınmasında kritik bir öneme sahiptir. Acil durum personeli, boru hatları, bina yerleşim planı, elektrik dağıtım, kanalizasyon sistemleri gibi konularda detaylı bilgiye ihtiyaç duymakta, CBS sistemleri kullanılarak tüm departmanlar, bir konumda bilgisayar tarafından üretilen haritalar üzerindeki veri tabanları aracılığıyla bilgi paylaşımı yapabilmektedirler (ESRI, 2000: 3). CBS'nin çeşitli kurumlardan veri toplama ve analizde etkin bir veri paylaşım aracı olarak kullanılması, güncellenebilme özelliği sayesinde güncel verilere erişim sağlayabilmesi, veri tabanlarındaki farklı tabakalar halinde birbirinden bağımsız tutulan verilerin çağrılarak analizine ve istenilen durumla ilgili haritaların kolayca ve kısa sürede üretilmesine imkan sunması avantajları sayesinde CBS, afet yönetimi kapsamında kullanılan etkin bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır (Demirci ve Karakuyu, 2004: 83). CBS ile etkin afet yönetimi kapsamında vatandaşlara acil durum barınma merkezlerinin ve tahliye yollarının haritaları sağlanabilmekte, zararı azaltmak ve iyileştirme aşamasına hazırlanmak için hemen yerine getirilmesi gereken faaliyetlerde uydu görüntüleri gibi araçlarla durum farkındalığı oluşturulabilmekte, yeniden inşa ve iyileştirme çabalarına haritalar yoluyla dahil olunabilmekte, afetin etkilerinin azaltılması ya da engellenebilmesi amacıyla yaşlı insanlar gibi savunmasız ve risk altındaki nüfus haritalandırılabilmekte, görüntülenebilmekte ve

belirlenebilmektedir (Tomaszewski, 2014: 113). Aynı zamanda CBS, alanın tehlike ve hasar görebilirlik değerlendirmesinin yapılmasına, şehrin uygun ve gerekli alanlarında acil durum faaliyetlerinin yürütülebilmesi için yerlerin belirlenmesine, afet ya da acil durum kapsamının haritalandırılmasına, Global Konumlama Sistemleri (GPS) sayesinde yaşam savaşında her dakikanın çok önemli olduğu arama kurtarma faaliyetlerinde faydalı bilginin sağlanmasına, evsiz kalan ve afetten etkilenen insan sayısının, kaldırılacak moloz miktarının ve şehir altyapısının onarım ve yenileme maliyetinin tahmin edilmesine, Uzaktan Algılama Sistemleriyle hasar bilgilerinin düzenlenmesine ve gelecekteki kullanım için gerekli bilgilerin sağlanmasına yardımcı olmaktadır (Kumsa ve Feyisso, 2022: 271; Majlingová vd., 2018: 45-46).

3.3. TOPSIS

Hwang ve Yoon'un 1981'de geliştirmiş oldukları TOPSIS (Tecnique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) tekniği alternatiflerin sıralamasını pozitif ve negatif ideal çözüm uzaklıklarına göre belirleyen bir ÇKKV yöntemidir (Mehra vd., 2023: 3). TOPSIS yöntemi alternatifleri önceden belirlenmiş kriterlere göre sıralamaktadır.

TOPSIS yönteminde izlenen adımlar aşağıdaki biçimde sınıflandırılabilir (Zheng vd., 2021; Yang vd., 2022).

Adım 1: Karar Matrisinin Tasarımı

N adet kriter ve m adet alternatiften oluşan karar matrisinin satırlarında alternatiflere, sütunlarında ise değerlendirme kriterlerine ait değerler bulunur. Oluşturulacak karar matrisine (KM) ait yapı aşağıda sunulmaktadır.

$$KM = \begin{bmatrix} k_{11} & k_{12} & k_{13} & \dots & k_{1n} \\ k_{21} & k_{22} & k_{23} & \dots & k_{2n} \\ k_{31} & k_{32} & k_{33} & \dots & k_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ k_{m1} & k_{m2} & k_{m3} & \dots & k_{mn} \end{bmatrix}$$

Adım 2: Karar Matrisinin Normalizasyonu

Karar matrisi oluşturulduktan sonra karar matrisinin normalizasyon adımı gerçekleştirilir. Normalize edilmiş karar matrisi (KM^*) elde edilirken faydalanılan Eşitlik (5) aşağıda gösterilmektedir.

$$c_{ij} = \frac{k_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^m k_{ij}^2}} \quad j=1,2,\dots,m \quad i=1,2,\dots,n \quad (5)$$

Normalize edilmiş karar matrisinin (KM^*) biçimsel gösterimi aşağıda sunulmaktadır.

$$KM^* = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} & \dots & c_{2n} \\ c_{31} & c_{32} & c_{33} & \dots & c_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ c_{m1} & c_{m2} & c_{m3} & \dots & c_{mn} \end{bmatrix}$$

Adım 3: Normalize Karar Matrisinin Ağırlıklandırılması

Araştırmada yer alan kriterlerin önem dereceleri bu aşamada normalize karar matrisine dahil edilir. Kriterlerin sahip oldukları ağırlık değerleri (w_{ij}), KM^* matrisinin sütunlarında bulunan değerlerle yapılan çarpım işleminin ardından ağırlıklı normalize karar matrisine (W) ulaşılır. Normalize karar matrisinin ağırlıklandırılmasında aşağıdaki Eşitlik (6)'dan yararlanılır.

$$W_{ij} = (KM^*_{ij} \times w_{ij}) \quad (6)$$

Normalize karar matrisinin ağırlıklandırılması işleminin ardından oluşan W matrisinin sahip olduğu yapı aşağıda gösterilmektedir.

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \times c_{11} & w_2 \times c_{12} & w_3 \times c_{13} & \dots & w_n \times c_{1n} \\ w_1 \times c_{21} & w_2 \times c_{22} & w_3 \times c_{23} & \dots & w_n \times c_{2n} \\ w_1 \times c_{31} & w_2 \times c_{32} & w_3 \times c_{33} & \dots & w_n \times c_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ w_1 \times c_{m1} & w_2 \times c_{m2} & w_3 \times c_{m3} & \dots & w_n \times c_{mn} \end{bmatrix}$$

Adım 4: Pozitif (P^+) ve Negatif (N^-) İdeal Çözüm Değerlerinin Saptanması

Bu aşamada belirlenen ideal çözümler çalışmada yer alan alternatiflerin tercih edilme derecelerini göstermektedir. Alternatifler içerisinde en fazla tercih edilen pozitif (P^+) ideal çözüm ile en az tercih edilen ise negatif (N^-) ideal çözüm ile gösterilir. İdeal çözümlerin tespit edilmesinde kullanılan formüllerde bulunan J notasyonu fayda kriterleri ile J' notasyonu ise maliyet kriterleri ile ilgili değerleri ifade etmektedir.

Pozitif ve negatif ideal çözüm hesaplamalarında sırasıyla kullanılan Eşitlik (7) ve (8) aşağıda gösterilmektedir.

$$P^+ = \begin{cases} \max(w_{ij} | i = 1, 2, \dots, m), & \text{eğer } j \in J \\ \min(w_{ij} | i = 1, 2, \dots, m), & \text{eğer } j \in J' \end{cases} \quad (7)$$

$$N^- = \begin{cases} \min(w_{ij} | i = 1, 2, \dots, m), & \text{eğer } j \in J \\ \max(w_{ij} | i = 1, 2, \dots, m), & \text{eğer } j \in J' \end{cases} \quad (8)$$

Adım 5: Uzaklık Değerlerinin Belirlenmesi

Bir alternatife ait pozitif ideal çözüme olan uzaklık pozitif ideal ayrımı (S_i^+), negatif ideal çözüme olan uzaklık negatif ideal ayrımı (S_i^-) göstermektedir. Alternatiflerin sahip oldukları S_i^+ ve S_i^- değerleri sırasıyla aşağıdaki Eşitlik (9) ve (10) ile hesaplanmaktadır.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (w_{ij} - P^+)^2} \quad j=1, 2, \dots, j \quad (9)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (w_{ij} - N^-)^2} \quad j=1, 2, \dots, j \quad (10)$$

Adım 6: Alternatiflerin Pozitif İdeal Çözüme Olan Yakınlıklarının Belirlenmesi

Alternatiflerin ayırım ölçülerinin belirlenmesinden sonra pozitif ideal çözüme olan göreceli yakınlık değeri (C_i^*) tespit edilir. C_i^* değerinin yüksek olması ilgili alternatifin daha uygun olduğunu göstermektedir. C_i^* değerlerinin hesaplanmasında kullanılan Eşitlik (11) aşağıda gösterilmektedir.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+}, \quad 0 \leq C_i^* \leq 1, \quad i=1, 2, \dots, i \quad (11)$$

Adım 7: Alternatiflerin Sıralaması

Altıncı adımda hesaplaması gösterilen C_i^* değerinin yüksek olması ilgili alternatifin sahip olduğu performansın iyi olduğunu göstermektedir. Bu bilgi ekseninde alternatiflerin C_i^* değerlerinin büyükten küçüğe doğru sıralanması durumunda en büyük C_i^* değerini elde eden alternatif en ideal olarak belirlenir.

3.4. Hedef Programlama

Hedef Programlama, hedeflerin tüm niteliklere atandığı ve karar vericinin karşılık gelen hedefe ulaşamamasını en aza indirmeyi amaçladığı durumlarda karar verme problemlerini ele almak için geliştirilmiş analitik bir yaklaşımdır (Romero, 2004: 675). Kısıtlar ve çeşitli yollarla

önceliklendirilmiş bir dizi hedeflerden oluşan geleneksel Hedef Programlama yönteminde ana hedef, birbiriyle çelişen birden çok amaçtan oluşmaktadır (Ishizaka ve Nemery, 2013: 222). Hedef kısıtlar, katı ve kesin olan sistem kısıtlar ile hedefin belirlenmesi, problemi modellemenin zorluğunu oluşturmaktadır (Ishizaka ve Nemery, 2013: 222). Yöneylem Araştırması'nda geniş bir kullanım alanı bulan ve çok kriterli karar verme problemlerinin çözümünde uygulanan Hedef Programlama yönteminde, her bir kritere bir amaç veya elde edilecek hedef değeri verilir ve bu hedef değer kümesinden istenmeyen sapmalar amaç fonksiyonu tarafından minimize edilir (Jayaraman, 2017: 1933). Hedef Programlama modeli ile elde edilen çözüm, karar verici tarafından yapılabilecek en iyi uzlaşmayı temsil eder (Jayaraman, 2017: 1933). Yani Hedef Programlama yönteminde hedefe en çok yaklaşan optimal çözümler aranmaktadır (Ransikarbum ve Mason, 2016: 326). Doğrusal Programlama yöntemine benzer şekilde yapılandırılmasına rağmen Hedef Programlama yönteminde amaç doğrudan maksimize ya da minimize edilmez; bunun yerine gerçekleşen sonuçlar ile istenen hedefler arasındaki sapmalar en aza indirilmeye çalışılır ve hedefler önem derecelerine göre önceliklendirilir (Rifai, 1996: 41). Birbiriyle çelişen birden çok amacın olduğu, Doğrusal Programlama yönteminin yetersiz kaldığı durumlar için geliştirilen Hedef Programlama yöntemi, karar vericilerin kısa ve uzun vadeli stratejik planlamalarını etkin şekilde yapmalarına yardımcı olmaktadır (Rifai, 1996: 41).

Kullanım kolaylığı ve modelleme esnekliğinden ötürü birbirinden farklı pek çok disiplinde kullanılan Hedef Programlama yöntemi, afet yönetimi kapsamında da karar vermenin birçok yönünü ele alabilmesi yeteneği ile dikkat çekmektedir (Rakes vd., 2022: 2028). Hedef Programlama yöntemi, eksik bilgi, sınırlı kaynak ve birbiriyle çelişen amaçların bulunduğu bir ortama uygun olan sınırlı rasyonellik teorisini izlediğinden insani yardım faaliyetleri açısından oldukça uygundur (Ransikarbum ve Mason, 2016: 339). Bunun yanında Hedef Programlamada mantıksız olabilecek insan davranışları da göz önünde bulundurulabileceğinden ve etkinliğin maksimize edilmesi amaçlanırken, önceliklendirmede eşitlik ve adalet duyguları da eş zamanlı düşünüldüğünden afet lojistiği kapsamında kullanılmaktadır (Ransikarbum ve Mason, 2016: 339).

3.4.1. Genel Hedef Programlama Modeli

1955 yılında Charles vd. (Charnes vd., 1955: 138) tarafından temelleri atılan Hedef Programlama yöntemi, ilk kez terimsel olarak 1961 yılında Charnes ve Cooper tarafından kullanılmıştır (Tamiz vd., 1998: 569). Hedef Programlama modeli en basit haliyle aşağıdaki gibi gösterilmektedir (Rifai, 1996: 42):

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{Min } \sum_{i=1}^m (d_i^- + d_i^+) \quad , i = 1 \dots m \quad (12)$$

s.t.

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + d_i^- - d_i^+ = b_i, j = 1 \dots n \quad (13)$$

$$X \in \Omega \quad (14)$$

$$d_i^-, d_i^+ \geq 0 \quad (15)$$

Eşitlik (12)'de ifade edildiği üzere hedefler arasındaki sapmaların en aza indirilmesinin amaçlandığı Hedef Programlama yönteminde negatif ve pozitif yönde sapma değişkenleri mevcuttur ve hedeften tek yönlü sapma mümkün olduğundan (pozitif ya da negatif yönlü) Eşitlik (15)'te gösterildiği üzere sapma değişkenlerinin en az bir tanesinin sıfıra eşit olması ya da sıfırdan büyük olması gerekmektedir (Rifai, 1996: 42). Formülasyonda x_j , j. karar değişkenini yani karar vericiler tarafından değeri bulunmak istenen bilinmeyeni; a_{ij} , i. hedefin j. karar değişkeni katsayılarını; b_i , i. hedef için hedeflenen değeri; d_i^+ , i. hedefin pozitif sapma değişkenini; d_i^- , i. hedefin negatif sapma değişkenini ifade etmektedir. Hedefin altında kaldığı durumlarda sapma değeri negatif, hedefin üzerine çıkıldığı durumlarda sapma değeri pozitif, hedef değere ulaşılmış ise hedef değeri sıfır olmaktadır (Rifai, 1996: 41). Eşitlik (13)'te gösterildiği üzere istenen hedeflerden sapmalar ne kadar azsa $x = (x_1, \dots, x_n)$ ile ifade edilen sonucun daha iyi olması, her kriter için $\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j$ ile ifade edilen başarı seviyesinin b_i hedef kümesine daha çok yaklaşmasını ifade eder (Jayaraman vd., 2017: 1933).

3.4.2. Hedef Programlama Türleri

İstenmeyen sapmaların en aza indirilmesi yaklaşımından hareketle karar vericilerin amaç fonksiyonlarında yaptıkları değişikliklere göre hedef programlama türleri Önceliksiz (Ağırlıklı) Hedef Programlama, Öncelikli (Lexicographic) Hedef Programlama ve Minmax (Chebyshev) Hedef Programlama olarak sınıflandırılmıştır (Ignizio, 1985: 12).

3.4.2.1. Önceliksiz (Ağırlıklı) Hedef Programlama

Hedeften istenmeyen sapmaların ağırlıklandırılmış toplamalarının en aza indirilmesinin amaçlandığı Önceliksiz (Ağırlıklı) Hedef Programlamada, istenmeyen sapma değişkenlerine karar vericilerin önem derecelerine göre ağırlıklar atanmaktadır (Ignizio, 1985: 12; Tamiz vd., 1998: 570). Bu yöntemde karar vericilerin hedefleri tam olarak belirlendiğinde, her bir hedef için bir ağırlık belirlenir ve amaç fonksiyonunda sapma değişkenlerinin ağırlıklandırılmış toplamı en küçüklenmek istenir (Gür ve Eren, 2018: 7). Önceliksiz Hedef Programlama aşağıdaki şekilde gösterilmektedir (Tamiz vd., 1998: 570):

$$\text{Min } z = \sum_{i=1}^k (u_i n_i + v_i p_i) \quad (16)$$

s.t.

$$f_i(x) + n_i - p_i = b_i, i = 1 \dots Q, x \in C_s \quad (17)$$

Eşitlik (17)'de yer alan $f_i(x)$, x 'in doğrusal fonksiyonunu; b_i , amaç için hedef değerini; n_i ve p_i , hedef değerden pozitif ve negatif sapmaları ifade etmektedir. Eşitlik (16)'daki amaç fonksiyonunda bulunan u_i ve v_i değerleri, z başarı fonksiyonundaki sapmalara atanan pozitif ağırlıkları göstermektedir. Karar verici için sapma değişkeninin en küçüklenmesinin önemsiz olduğu durumlarda bu ağırlıklar sıfır değerini almaktadır. Eşitlik (17)'de bulunan C_s , Doğrusal Programlamada bulunan sistem kısıtları olarak adlandırılan katı ve kesin kısıtların kümesidir.

3.4.2.2. Öncelikli Hedef Programlama

Öncelikli (Lexicographic) Hedef Programlamada, her bir hedefin diğerine göre üstünlüğünü belirtecek bir sıralama yapılmaktadır (Adeyeye ve Oyawale, 2010: 263). Bu modelde yüksek öncelik seviyesindeki sapmaların en küçüklenmesi, düşük öncelik seviyesindeki sapmalardan daha önemlidir (Alam, 2022: 4). İlk olarak sadece birinci seviyede öncelikli hedefler ve kısıtlar göz önünde bulundurulur. Eğer problem için çoklu çözümler varsa, sonrasında ikinci seviyede öncelikli hedefler dikkate alınır. Burada sadece ikinci seviyede öncelikli hedeflerdeki sapmanın minimize edilmesi amaçlanır ve birinci seviyede öncelikli hedefler sistem kısıtları olarak kullanılır. Süreç sırayla diğer öncelik seviyelerindeki hedefler ile Hedef Programlama problemleri tek bir sonuç üretene kadar devam eder (Deb, 1999: 80). Öncelikli Hedef Programlama aşağıdaki şekilde gösterilmektedir (Romero, 2004: 677):

$$\text{Lex min } a = \left[\sum_{i \in h_1} (\alpha_i n_i + \beta_i p_i), \dots, \sum_{i \in h_r} (\alpha_i n_i + \beta_i p_i), \dots, \sum_{i \in h_Q} (\alpha_i n_i + \beta_i p_i) \right] \quad (18)$$

s.t.

$$f_i(x) + n_i - p_i = t_i, i \in \{1, \dots, q\}, i \in h_r, r \in \{1, \dots, Q\} \quad (19)$$

$$n_i, p_i \geq 0, x \in F \quad (20)$$

Eşitlik (18)'de yer alan h_r , r . öncelik seviyesindeki hedefler kümesini; n_i ve p_i , hedef değerden pozitif ve negatif sapmaları; α_i ve β_i sırasıyla n_i ve p_i sapma değerleri için ağırlık faktörlerini ifade eder. Eşitlik (19)'da yer alan x , karar değişkenleri kümesini; $f_i(x)$, hedef kısıtını; t_i , amaç için hedef değerini; q , amaçların sayısını; Q , öncelik seviyelerinin sayısını gösterir. Amaç

fonksiyonunda yer alan a , Q öncelik seviyelerinin sıralı vektörüdür. Amaç fonksiyonundaki her bir bileşen karşılık gelen öncelik seviyesinde bulunan hedeflerin istenmeyen sapma değişkenlerini en küçükler. Hedef değer istenen seviyenin altında ise negatif sapma; istenen değere ulaşılmışsa pozitif sapma oluşmaktadır. Eşitlik (20)'de görüldüğü üzere sapma değişkenleri sıfırdan küçük değer alamazlar (Tamiz vd., 1998: 570).

3.4.2.3. Minmax Hedef Programlama

Minmax (Chebyshev) Hedef Programlama yönteminde hedeften sapmaların önceliklerinin ya da sapmaların ağırlıklandırılmış toplamalarının en küçüklenmesi yerine her hedeften maksimum sapmanın minimize edilmesi amaçlanmaktadır (Gür ve Eren, 2018: 7; Romero, 2004: 677). Modelde hedefler ayrı gösterilmekte ve hedefler arasında öncelik bulunmamaktadır (Gür ve Eren, 2018: 7). Minmax Hedef Programlama, şu şekilde formüle edilmiştir (Verma vd., 2010: 303):

$$\text{Min } \lambda_i, \lambda_i \geq 0 \quad (21)$$

s.t.

$$Z_i(x) + d_i^- - d_i^+ = G_i \quad (22)$$

$$\lambda_i \geq d_i^- - d_i^+ \quad (23)$$

$$\lambda_i \geq d_i^+ - d_i^- \quad (24)$$

$$x \in X \quad (25)$$

$$x, d_i^+, d_i^- \geq 0 \quad (26)$$

Eşitlik (22)'de bulunan d_i^- ve d_i^+ , i. hedeften (G_i) pozitif ve negatif sapmaları gösterir. Eğer negatif sapma sıfır ise, pozitif sapmanın her bir değeri için $Z_i(x)$ karar değişkeni yani amaç fonksiyonu değeri, hedeften daha büyük bir değer alır. Aynı şekilde pozitif sapma sıfır ise, negatif sapmanın her değeri için $Z_i(x)$ karar değişkeni, hedeften daha az bir değer alır. Amaç fonksiyonundaki λ_i , hedef G_i deki maksimum hata aralığını yani maksimum sapmayı ifade eder. Amaç fonksiyonundaki λ_i (maksimum olası hata) minimize edildiğinden bu yöntem Minmax Hedef Programlama olarak adlandırılmaktadır (Verma vd., 2010: 303).

3.4.3. Hedef Programlamada Normalizasyon

Farklı birimlerdeki sapma değişkenleri, Önceliksiz (Ağırlıklı) Hedef Programlamada ya da Öncelikli Hedef Programın herhangi bir öncelik seviyesinde ölçülememeziğe yol açtığından hedefler toplanamazlar (Tamiz vd., 1998: 572). Bu ölçülememeziğe durumunun üstesinden gelmek için Hedef Programlamada Yüzde Normalizasyon, Öklit Normalizasyon, Toplam Normalizasyon ve Sıfır-Bir Normalizasyon teknikleri kullanılmaktadır (Tamiz vd., 1998: 572).

Yüzde Normalizasyon: Bu teknikte normalizasyon sabiti, hedef değeri 100'e bölünerek; $N_i = b_i/100$ formülü ile elde edilir; böylelikle tüm sapmaların yüzde ölçeğinde ölçülmesi sağlanmaktadır. Bu teknik ile hedeflerden sapmaların toplam yüzdesini ölçen en iyi başarı fonksiyon değeri elde edilmektedir. Ancak hedef değerlerin doğru konulması gerekmektedir ve amacın hedef değerinin sıfır olduğu modellerde kullanılmaya uygun değildir (Tamiz vd., 1998: 572).

Öklit Normalizasyon: Bu teknikte normalizasyon sabiti, her bir hedefin teknik katsayılarının Öklit ölçüsü ile gösterilmektedir ve $N_i = \sqrt{\sum_j a_{ij}^2}$ formülü ile hesaplanmaktadır (Tamiz vd., 1998: 573).

Toplam Normalizasyon: Bu teknikte normalizasyon sabiti, her bir hedefin teknik katsayılarının mutlak değeri ile gösterilmektedir ve $N_i = \sum_j |a_{ij}|$ formülü ile hesaplanmaktadır (Tamiz vd., 1998: 573).

Sıfır-Bir Normalizasyon: Bu teknikte normalizasyon sabiti, hedef değeri ile modeldeki sistem kısıtları tarafından tanımlanan kümedeki ilişkili sapma değişkeninin en kötü olası değeri arasındaki uzaklık ile gösterilmektedir. Bu teknikte, hedef, sıfırdır ve en kötü olasılık, birdir. Normalizasyon sapması bu iki değeri arasındaki bütün sapmaları ölçer.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. UYGULAMA

4.1. Araştırmanın Önemi ve Amacı

Dünya çapında en sık görülen ve yıkıcı doğal afetlerden biri olan seller, insan yaşamına ve ekonomiye büyük zararlar vermektedir (Duan vd., 2022: 1). Bu açıdan sel tehlikesinin konumsal risklerinin belirlenmesi afet yönetimi kapsamında gerçekleştirilecek faaliyetler açısından kritik öneme sahiptir. Afet yönetimi sürecinde tahliye için güvenilir alanların belirlenmesi, risklerin ve afetten zarar görülebilirliğin azaltılması açısından yapılacakların başında yer almaktadır (Liu vd., 2011: 931). Afet sonrası afetten etkilenen insanlara yerleşim yeri, tıbbi yardım, yiyecek temin eden ve insanları olası tehlikelere karşı koruyan uygun geçici barınma merkezi kuruluş yeri seçimi, afet yönetiminde afet sonrası tahliye planının etkinliğini arttırması açısından önemlidir. Afet sonrasında afetzedelerin kısa süreli kalabilecekleri yeri ifade eden geçici barınma merkezleri, sadece afetzedeleri potansiyel risk faktörlerinden korumakla kalmaz, aynı zamanda afetzedelerin fiziksel ve zihinsel sağlıklarını yeniden kazanmaları için gereken istikrarı sağlar (Choi vd., 2020: 1412). Afet sonrası afetzedeler en uygun nerede barınmaları gerektiğinin tercihini yapamayacaklarından, afet yönetimi kapsamında kurumların afetten etkilenenler için geçici barınma merkezlerinin uygun kuruluş yerlerini belirlemeleri gerekmektedir (Jahangiri vd., 2020: 58; Ömürgönülşen ve Menten, 2021: 159). Uygun olmayan geçici barınma merkezi kuruluş yerleri; geç teslimat, ikincil tehlike, maliyet, çevre kirliliği gibi problemlere neden olmaktadır (Johnson, 2007: 37).

Akgul vd. (2022)'nin bölgesel ve ulusal ölçekte Türkiye'de illerin risk gruplarının belirlenmesini amaçladıkları çalışmalarında, Trabzon'un sel afeti bazında en riskli il olduğu ortaya konmuştur. Yerleşim yerlerinin içerisinden geçen derelerin sel koruma yapılarının yeterli olmaması, üzerlerinin kapatılarak yol, vb. amaçlarla kullanılması, moloz, vb. malzemelerin dökülerek daraltılması, menfezlerin yeterli boyutta olmaması ve gelen malzemelerin temizlenmemesi, Trabzon'da özellikle yapı ve nüfus yoğunluğu yüksek olan yerleşim yerlerinde sel riskini arttırmaktadır. Ayrıca sahil kesiminden geçen Karadeniz sahil yolunun kot olarak yüksek tutulması sel sularının denize ulaşmasını engellemekte ve selin etkisini daha da arttırmaktadır (Trabzon İl AFAD Müdürlüğü, 2021: 59).

Buradan hareketle tez çalışmasında Trabzon İl AFAD Müdürlüğü tarafından belirlenen afet senaryosu göz önünde bulundurularak Trabzon ili için Coğrafi Bilgi Sistemlerine dayalı ÇKKV

Tekniği ile Hedef Programlama kullanılarak afetten etkilenen insanların günlük yaşamlarını devam ettirebilecekleri alternatif geçici barınma merkezi kuruluş yerlerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır.

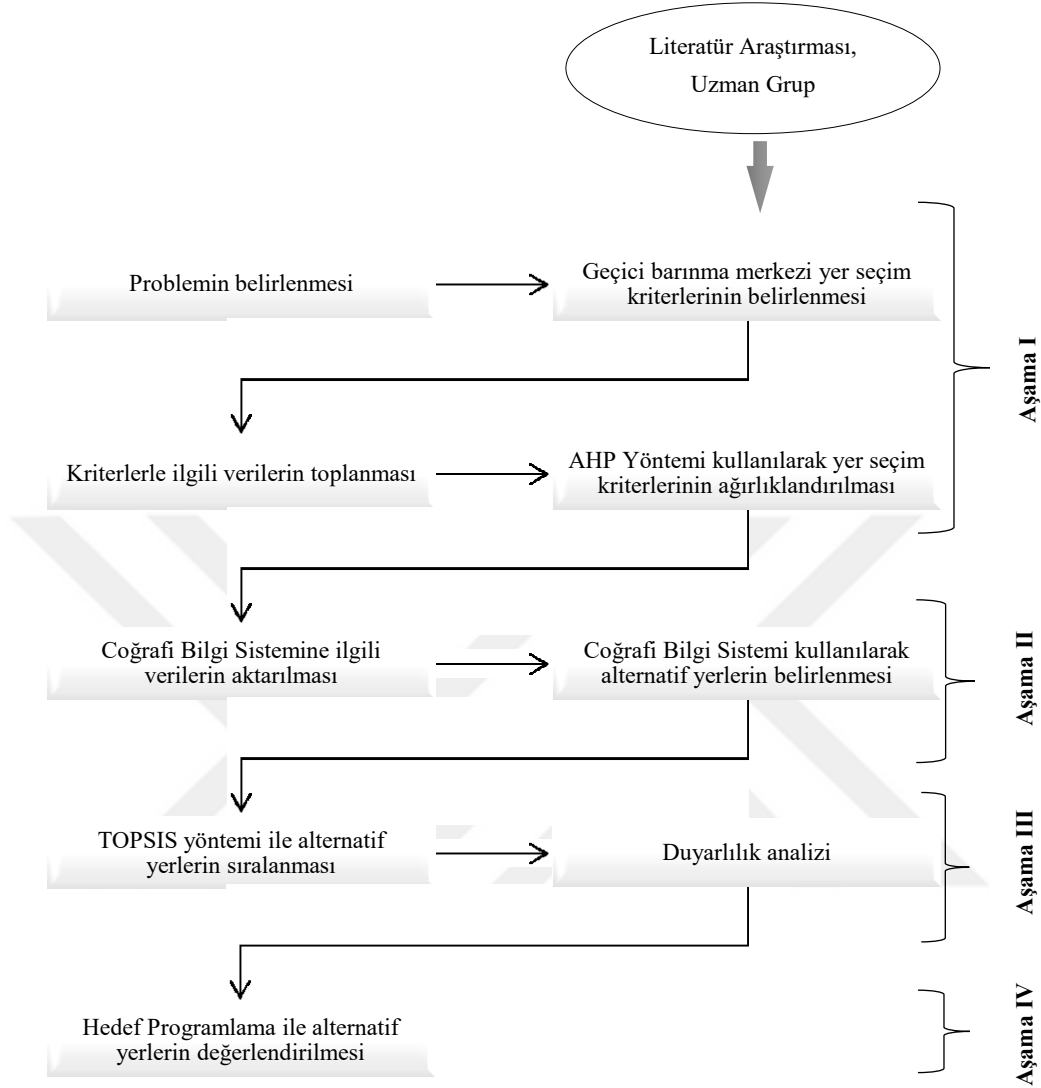
4.2. Uygulama Süreci

Trabzon ili için geçici barınma merkezi yerlerinin belirlenmesinin amaçlandığı bu çalışmada Şekil 12’de gösterildiği üzere dört aşamalı bir yaklaşım geliştirilmiştir. Uygulama kapsamında ilk aşamada ilgili literatür incelenerek ve Trabzon İl AFAD Müdürlüğü yetkilileri ile görüşülerek ilgili geçici barınma merkezi yer seçim kriterleri belirlenmiştir. Belirlenen kriterlere ilişkin konumsal veriler çeşitli kurumlardan temin edilmiştir. AHP yöntemi uygulanarak kriterlerin ağırlıkları hesaplanmış, böylelikle uygun geçici barınma merkezi yer seçimi üzerindeki etkileri ortaya konmuştur. İkinci aşamada kriterlere ilişkin konumsal veriler Coğrafi Bilgi Sistemlerine aktararak uygun analizler gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan katmanlar Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Ağırlıklandırılmış Bindirme (Weighted Sum) analizine tabi tutulmuş ve sonunda Trabzon ili geçici barınma merkezleri kuruluş yerlerine ilişkin uygunluk haritası elde edilmiştir. Üçüncü aşamada uygunluk haritası sonucunda elde edilen alternatif alanlar içerisinde bir öncelik sıralaması yapmak amacıyla ÇKKV Tekniklerinden TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Sonrasında ilgili kriter ağırlıkları değiştirildiğinde farklı ağırlıklar altında en uygun geçici barınma merkezi alanlarının değişip değişmediğini belirlemek amacıyla Duyarlılık analizi yapılmıştır. Dördüncü aşamada ise uygunluk haritası sonucunda elde edilen alternatif alanların hangilerinde geçici barınma merkezlerinin kurulması gerektiğine karar verebilmek amacıyla Hedef Programlama yöntemi kullanılmıştır.

4.2.1. Problemin Belirlenmesi

Trabzon’un en fazla sel riski taşıyan şehirler arasında olması, olası bir sel afeti sonrası afetten etkilenen insanlar için gerekli yardım faaliyetlerinin etkin biçimde yürütülmesini sağlayacak geçici barınma merkezi kuruluş yerlerinin belirlenmesini zorunlu hale getirmiştir. Trabzon ilinin büyük kısmının eğimli yamaçlardan oluşması ve arazi kullanımının sınırlamalar getirmesi, kırsal kesimlerde geçici barınma alanlarının yerlerinin tespitini zorlaştırmaktadır (Trabzon İl AFAD Müdürlüğü, 2021: 72). Trabzon İl AFAD Müdürlüğü tarafından 2021 yılında Trabzon iline ait afet risk azaltma planı yayınlanmış, bu planda tüm ilçeler için kullanılabilecek kamuya ait misafirhaneler ve yurtlar ilk etapta afet sonrası geçici iskan alanı olarak belirtilmesine rağmen, Trabzon İl AFAD İyileştirme Şube Müdürlüğü’nde çalışan uzmanlarla yapılan görüşmeler neticesinde il ve ilçe merkezlerinde çadır ve konteyner kurulacak alanların halen kesinleşmediği belirtilmiştir. Bu noktadan hareketle sel afeti için geçici barınma merkezi yer seçimi çalışmanın problemi olarak belirlenmiştir.

Şekil 12: Uygulama Adımları



4.2.2. Geçici Barınma Merkezi Yer Seçim Kriterlerinin Belirlenmesi

Geçici barınma merkezi kuruluş yeri seçim kriterlerinin eksiksiz olarak belirlenmesi etkin afet yönetiminin yürütülebilmesinde oldukça önemlidir. Herhangi bir kriterin ihmal edilmesi, afetzedelerin belirlenen alanda sorunlarla karşılaşmalarıyla sonuçlanabilmektedir (Omidvar vd., 2013: 551). Literatür incelendiğinde geçici barınma merkezi yer seçimi kapsamında çok sayıda kriterin ele alındığı görülmüştür. Geçici barınma merkezi yer seçiminde en çok ele alınan kriterler ve açıklamaları Tablo 8’de verilmiştir. Bu kriterler, afet sonrası geçici barınma merkezi standartları da göz önünde bulundurularak uzmanlarla (Trabzon İl AFAD İyileştirme Şube Müdürlüğü’nde çalışan uzmanlar ve akademisyenler) tartışılmıştır. Ayrıca AHP’de kriter sayısının çok fazla olmasının istenmemesi durumu da dikkate alınmıştır. Bunun sonucunda çalışma kapsamında

Trabzon ili için olası bir sel felaketinde uygun geçici barınma merkezi kuruluş yerlerinin seçimi için kriterler; *Toprak geçirgenliği* (K_1), *Arazi eğimi* (K_2), *Arazi topografyası* (K_3), *Jeolojik formasyon* (K_4), *Yerleşim birimlerine yakınlık* (K_5), *Karayolu ağlarına yakınlık* (K_6), *Sağlık hizmetleri* (K_7), *Güvenlik ve koruma* (K_8), *Heyelan riski olan alanlara uzaklık* (K_9), *Hidrometeorolojik tehlikeler* (K_{10}), *Afet enkaz toplama alanlarına uzaklık* (K_{11}), *Çevre kirliliğine sebep olan alanlara uzaklık* (K_{12}) olarak belirlenmiştir.

Tablo 8: Geçici Barınma Merkezi Kuruluş Yeri Seçim Kriterleri

Kriter	Açıklama	Kaynak	Uygulanabilecek Afet Türü
Toprak geçirgenliği	Toprağın suyun hızlı emilimi için uygun olmasını ifade etmektedir. Toprağın cinsi, kazıya ve suyu geçirmeye uygun olmalıdır.	Özdemir (2011); Kılıcı (2012); Nappi ve Souza (2015); Soltani vd. (2015); Celik (2017); Çınar vd. (2018); Trivedi (2018); Ömürgönülşen ve Menten (2021); Dayanır vd. (2022); Haggag vd. (2022)	Sel, deprem, heyelan
Arazi eğimi	Arazi eğimi arttıkça heyelan oluşma olasılığı artmaktadır. % 2 - % 4 arası eğimli araziler güvenilir kabul edilmektedir.	Kılıcı (2012); Omidvar vd. (2013); Soltani vd. (2015); Çetinkaya vd. (2016); Şentürk ve Erener (2017); Trivedi ve Singh (2017a); Trivedi ve Singh (2017b); Çınar vd. (2018); Trivedi (2018); Rizeei vd. (2019); Gökğöz vd. (2020); Jahangiri vd. (2020); Şirin ve Ocak (2020); Palazca (2020); Aşıkkutlu vd. (2021); Geng vd. (2021); Ömürgönülşen ve Menten (2021); Samany vd. (2021); Şenik ve Uzun (2021); Aman ve Aytac (2022); Dayanır vd. (2022); Ommi ve Janalipour (2022); Younes vd. (2022)	Sel, deprem, heyelan, çığ
Arazi topografyası	Arazinin (dağ eteği, vadi, savan [ağaçlı çayırılık], dere yatağı, vb.) imar için uygunluğunu göstermektedir.	Liu vd. (2011); Özdemir (2011); Kılıcı vd. (2015); Trivedi ve Singh (2017a); Trivedi ve Singh (2017b); Drakaki vd. (2018); Trivedi (2018); Rizeei vd. (2019); Godschall vd. (2020); Ismiati vd. (2020); Jahangiri vd. (2020); Palazca (2020); Şirin ve Ocak (2020); Samany vd. (2021); Aghaie ve Karimi (2022); Dayanır vd. (2022); Haggag vd. (2022); Hosseini vd. (2022); Ommi ve Janalipour (2022); Ramazani vd. (2022)	Sel, deprem, tsunami, heyelan, çığ

Tablo 8: (Devamı)

Kriter	Açıklama	Kaynak	Uygulanabilecek Afet Türü
Jeolojik formasyon	Toprağın sağlamlığını, sertliğini ölçmektedir. Sert toprak yağmurdan daha az etkilenir. Dolayısıyla üzerinde yapı kurmaya ve yaşamaya daha uygundur.	Özdemir (2011); Kılıcı vd. (2015); Şentürk ve Erener (2017); Trivedi ve Singh (2017a); Trivedi ve Singh (2017b); Çınar vd. (2018); Drakaki vd. (2018); Trivedi (2018); Moğulkoç (2019); Şirin ve Ocak (2020); Geng vd. (2021); Aman ve Aytac (2022)	Sel, deprem, heyelan
Yerleşim birimlerine yakınlık	Afetzedelerin hızlıca erişebilecekleri şekilde geçici barınma merkezi yeri seçilmelidir.	Omidvar vd. (2013); Soltani vd. (2015); Nappi ve Souza (2015); Çetinkaya vd. (2016); Celik (2017); Şentürk ve Erener (2017); Drakaki vd. (2018); Junian ve Azizifar (2018); Das vd. (2019); Gökgöz vd. (2020); Akpınar ve Nişancı (2021); Ömürgönülşen ve Menten (2021); Şenik ve Uzun (2021); Uddin ve Matin (2021); Dayanır vd. (2022); Hosseini vd. (2022); Younes vd. (2022)	Sel, deprem
Karayolu ağlarına yakınlık	Afetzedelerin kolayca girip çıkacakları ve yardım hizmetlerini hızlı şekilde alabilecekleri şekilde geçici barınma merkezi yeri seçilmelidir.	Omidvar vd. (2013); Nappi ve Souza (2015); Soltani vd. (2015); Çetinkaya vd. (2016); Celik (2017); Şentürk ve Erener (2017); Trivedi ve Singh (2017b); Çınar vd. (2018); Trivedi (2018); Das vd. (2019); Moğulkoç (2019); Gökgöz vd. (2020); Jahangiri vd. (2020); Şirin ve Ocak (2020); Alam vd. (2021); Aşıkkutlu vd. (2021); Samany vd. (2021); Şenik ve Uzun (2021); Uddin ve Matin (2021); Aghaie ve Karimi (2022); Aman ve Aytac (2022); Darvishi vd. (2022); Dayanır vd. (2022); Younes vd. (2022)	Sel, deprem, heyelan, kasırga

Tablo 8: (Devamı)

Kriter	Açıklama	Kaynak	Uygulanabilecek Afet Türü
Sağlık hizmetleri	Sağlık merkezlerine yakın yerler tercih edilmelidir.	Liu vd. (2011); Kılıcı vd. (2015); Soltani vd. (2015); Şentürk ve Erener (2017); Trivedi ve Singh (2017a); Trivedi ve Singh (2017b); Junian ve Azizifar (2018); Trivedi (2018); Choi vd. (2020); Godschall vd. (2020); Gökgöz vd. (2020); Jahangiri vd. (2020); Akpınar ve Nişancı (2021); Alam vd. (2021); Aşıkkutlu vd. (2021); Lee vd. (2021); Ömürgönülşen ve Menten (2021); Şenik ve Uzun (2021); Aghaie ve Karimi (2022); Aman ve Aytac (2022); Darvishi vd. (2022); Dayanır vd. (2022); Younes vd. (2022)	Sel, deprem, kasırga
Güvenlik ve koruma	Afetzedelerin koruma ve güvenliklerinin sağlanması amacıyla polis karakollarına veya askeri tesislere uygun bir mesafede yerler seçilmelidir.	Omidvar vd. (2013); Soltani vd. (2015); Celik (2017) ; Şentürk ve Erener (2017); Nappi vd. (2019); Choi vd. (2020); Jahangiri vd. (2020); Alam vd. (2021); Dayanır vd. (2022); Ömürgönülşen ve Menten (2021); Darvishi vd. (2022); Haggag vd. (2022); Ramazani vd. (2022)	Sel, deprem, kasırga
Heyelan riski olan alanlara uzaklık	Geçici barınma merkezleri, toprak kayması olan yerlerden uzağa kurulmalıdır.	Liu vd. (2011); Soltani vd. (2015); Çetinkaya vd. (2016); Şentürk ve Erener (2017); Trivedi ve Singh (2017b); Trivedi (2018); Aman ve Aytac (2022); Hosseini vd. (2022); Younes vd. (2022)	Sel, deprem, heyelan
Hidrometeorolojik tehlikeler	Geçici barınma merkezleri, akarsu yataklarından, su yollarından, sele duyarlı alanlardan uzağa kurulmalıdır.	Liu vd. (2011); Soltani vd. (2015); Çetinkaya vd. (2016); Şentürk ve Erener (2017); Trivedi ve Singh (2017b); Trivedi (2018); Das vd. (2019); Godschall vd. (2020); Şirin ve Ocak (2020); Aşıkkutlu vd. (2021); Lee vd. (2021); Şenik ve Uzun (2021); Aman ve Aytac (2022); Hosseini vd. (2022); Ommi ve Janalipour (2022); Younes vd. (2022)	Sel, deprem, heyelan, kasırga

Tablo 8: (Devamı)

Kriter	Açıklama	Kaynak	Uygulanabilecek Afet Türü
Afet enkaz toplama alanlarına uzaklık	Geçici barınma merkezleri, afet enkaz toplama alanlarından uzağa kurulmalıdır.	Omidvar vd. (2013); Soltani vd. (2015); Trivedi ve Singh (2017b); Trivedi (2018)	Sel, deprem
Çevre kirliliğine sebep olan alanlara uzaklık	Geçici barınma merkezleri, fabrika gibi çevre kirliliğine sebep olan alanlardan uzağa kurulmalıdır.	Soltani vd. (2015); Şentürk ve Erener (2017); Jahangiri vd. (2020)	Sel, deprem
Drenaj sistemi	İyi drenaj sistemine sahip olan yerler tercih edilmelidir. Toprağın suyu emmesi ya da yetersiz kanalizasyon altyapısı hastalıkların yayılmasına neden olabilir.	Omidvar vd. (2013); Nappi ve Souza (2015); Soltani vd. (2015); Celik (2017); Trivedi ve Singh (2017b); Trivedi (2018); Samany vd. (2021); Haggag vd. (2022)	Sel, deprem, heyelan
Kanalizasyon altyapısı	Sağlıklı bir ortam oluşturulması için kanalizasyon alt yapısı uygun olmalıdır.	Kılcı (2012); Omidvar vd. (2013); Nappi ve Souza (2015); Soltani vd. (2015); Celik (2017); Trivedi ve Singh (2017b); Trivedi (2018); Moğulkoç (2019); Aman ve Aytac (2022)	Sel, deprem
Bitki örtüsü	Seçilen alanda bitki örtüsü için yeterli alan olmalıdır. Özellikle ağaçları içeren yoğun bitki örtüsü tercih edilmelidir.	Kılcı (2012); Kılcı vd. (2015); Soltani vd. (2015); Trivedi ve Singh (2017a); Trivedi ve Singh (2017b); Trivedi (2018); Geng vd. (2021); Ömürgönülşen ve Menten (2021); Haggag vd. (2022)	Sel, deprem, heyelan, yangın, çığ
Ekolojik etmenler	Geçici barınma merkezleri, ekolojik ya da çevresel olarak korunan ya da hassas olan yerlerden uzağa kurulmalıdır.	Soltani vd. (2015); Haggag vd. (2022)	Sel, deprem
Kültürel miras etmenleri	Geçici barınma merkezleri, kültürel korunan ya da hassas olan yerlerden uzağa kurulmalıdır.	Soltani vd. (2015); Şentürk ve Erener (2017); Dayanır vd. (2022); Ramazani vd. (2022)	Sel, deprem

Tablo 8: (Devamı)

Kriter	Açıklama	Kaynak	Uygulanabilecek Afet Türü
Depo ve dağıtım merkezlerine yakınlık	Geçici barınma merkezleri yiyecek, çadır, battaniye, su gibi yardım malzemelerinin kolayca ulaştırılabileceği yerlerde kurulmalıdır.	Kılıcı vd. (2015); Nappi ve Souza (2015); Soltani vd. (2015); Celik (2017); Trivedi ve Singh (2017b); Drakaki vd. (2018); Trivedi (2018); Jahangiri vd. (2020); Tezcan vd. (2020)	Sel, deprem
Havaalanına yakınlık	Havaalanına yakın yerler tercih edilmelidir.	Çetinkaya vd. (2016); Younes vd. (2022)	Sel, deprem
Su tedarigi	Geçici barınma merkezleri için içme suyu, musluk suyu ve yangın suyu sağlayacak yerler tercih edilmelidir.	Omidvar vd. (2013); Nappi ve Souza (2015); Soltani vd. (2015); Şentürk ve Erener (2017); Drakaki vd. (2018); Trivedi ve Singh (2017b); Trivedi (2018); Jahangiri vd. (2020); Lee vd. (2021)	Sel, deprem
Elektrik ağları	Geçici barınma merkezleri için aydınlanma ve güç ihtiyaçlarını karşılayacak elektrik altyapısının sağlanabileceği yerler tercih edilmelidir.	Kılıcı (2012); Nappi ve Souza (2015); Kılıcı vd. (2015); Soltani vd. (2015); Şentürk ve Erener (2017); Trivedi ve Singh (2017a); Trivedi ve Singh (2017b); Drakaki vd. (2018); Trivedi (2018); Moğulkoç (2019); Darvishi vd. (2022); Dayanır vd. (2022)	Sel, deprem
Akaryakıt istasyonları ve yanıcı malzeme depo alanlarına uzaklık	Geçici barınma merkezleri, akaryakıt istasyonları ve yanıcı malzeme depo alanlarından uzağa kurulmalıdır.	Şentürk ve Erener (2017); Şenik ve Uzun (2021)	Sel, deprem
Alan maliyeti	Geçici barınma merkezi için kuruluş, stok tutma ve dağıtım maliyetlerini minimize eden yerler seçilmelidir.	Sanyal ve Lu (2009); Nappi ve Souza (2015); Celik (2017); Trivedi ve Singh (2017a); Hosseini vd. (2018); Xu vd. (2018); Tezcan vd. (2020); Praneetpholkrang vd. (2021)	Sel, deprem
Mülkiyet	Kamu alanları için imar izni alınması daha kolay olduğundan geçici barınma merkezleri için kamu alanları tercih edilmelidir.	Kılıcı (2012); Omidvar vd. (2013); Kılıcı vd. (2015); Soltani vd. (2015); Çetinkaya vd. (2016); Hosseini vd. (2016); Trivedi ve Singh (2017a); Drakaki vd. (2018); Hosseini vd. (2018); Trivedi (2018); Alam vd. (2021); Ömürgönülşen ve Menten (2021); Aman ve Aytac (2022); Dayanır vd. (2022); Hosseini vd. (2022); Ramazani vd. (2022)	Sel, deprem

4.2.3. Kriterlerle İlgili Verilerin Toplanması

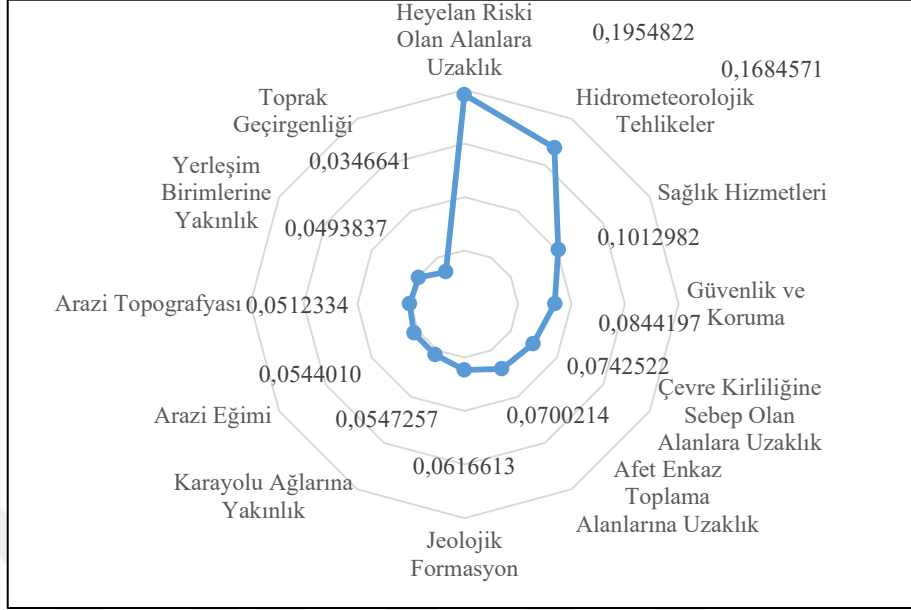
Kriterlerin önem derecelerinin belirlenebilmesiyle amacıyla Trabzon İl AFAD Müdürü ve İyileştirme Şube Müdürlüğü ile Planlama ve Zarar Azaltma Dairesi Başkanlığı'nda çalışan 14 uzman, Trabzon Yerel Afet Yönetim Merkezi ve Düzce Afet Müdahale Şefliğinde çalışan 4 uzman kişi ile afet konusunda çalışan 10 akademisyenden oluşan toplam 28 uzmana anket çalışması uygulanmıştır. Trabzon ili için geçici barınma merkezi kuruluş yeri seçiminde kullanılan kriterleri ağırlıklandırma anketine ilişkin veri formu Ek 2'de sunulmuştur. Ankete yönelik olarak alınan Etik Kurul Belgesi Ek 3'tedir.

4.2.4. AHP Yöntemi Kullanılarak Yer Seçim Kriterlerinin Ağırlıklandırılması

ÇKKV yaklaşımında kriterlerin tanımlanması ve ağırlıklandırılması, alternatiflerin doğru değerlendirilmesinde oldukça önemlidir (Aman ve Aytac, 2022: 2). Bölüm üçte detaylı anlatıldığı şekilde AHP yöntemi ikili karşılaştırmalarla kriterlerin önem derecelerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. 1980 yılında Saaty tarafından geliştirilen AHP yöntemi, kriterler arasındaki öncelikleri kurabilmek için nitel ve nicel verilerin analiz edilebildiği bir karar destek yaklaşımıdır (Trivedi ve Singh, 2017a: 831). Afet durumlarında, karar verme her aşamada nicel analizlerden ziyade insan yargılarına dayalı hızlı yürütülmesi gereken bir süreç olduğundan AHP, çok kriterli yapısı ile afet kapsamında yer seçim problemlerinde sıklıkla tercih edilmektedir (Trivedi ve Singh, 2019: 101).

Geçici barınma merkezi kuruluş yeri seçiminde kullanılacak olan Coğrafi Bilgi Sistemleri, alternatif yerleri belirlerken bütün kriter ağırlıklarının eşit olduğunu varsaymaktadır. Her kriter eşit önem derecesine sahip olmadığından bu çalışma kapsamında değerlendirme kriterlerinin ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla AHP yöntemi kullanılmıştır. AHP uygulama adımları Ek 3'te verilmiştir. Her bir kriterin ikili karşılaştırmasını içeren anket uygulamasıyla elde edilen değerlendirici puanlarının geometrik ortalaması alınmıştır. AHP yöntemi kullanılarak elde edilen kriter ağırlıkları Grafik 1'de verilmiş olup, Tablo 9'da kriter ağırlıklarının yüzdelik oranları önem sırasına göre gösterilmektedir.

Grafik 1: Geçici Barınma Merkezi Yer Seçim Kriter Ağırlıkları



Uygulama aşamasında kriterler arasında ikili karşılaştırma yaparken sonuçların tutarlı olup olmadıklarını ölçmek amacıyla tutarlılık analizi uygulanmıştır. Ana kriter ve alt kriter olarak adlandırdığımız ana kriterlere ait alt sınıflara ait tutarlılık oranları Ek 4’te verilmiş olup, sonuçların tutarlı olduğu görülmüştür.

Analiz sonuçlarına göre *heyelan riski olan alanlara uzaklık* (%19,55) ve *hidrometeorolojik tehlikeler* (%16,85) kriterleri en önemli kriterlerdir. Trabzon’un büyük kısmını riskli ve yüksek riskli alanların oluşturması ve özellikle Doğu Karadeniz Bölgesi’nde sel afetinden en çok etkilenen alanların dere yataklarında kurulmuş alanlar olmasından dolayı bu iki kriterin ilk iki sırada çıktığı değerlendirilmektedir.

Tablo 9: Geçici Barınma Merkezi Yer Seçim Kriter Ağırlık Oranları

Kriterler	Ağırlık Oranları
Heyelan Riski Olan Alanlara Uzaklık (K ₉)	%19,55
Hidrometeorolojik Tehlikeler (K ₁₀)	%16,85
Sağlık Hizmetleri (K ₇)	%10,13
Güvenlik ve Koruma (K ₈)	%8,44
Çevre Kirliliğine Sebep Olan Alanlara Uzaklık (K ₁₂)	%7,43
Afet Enkaz Toplama Alanlarına Uzaklık (K ₁₁)	%7,00
Jeolojik Formasyon (K ₄)	%6,17
Karayolu Ağlarına Yakınlık (K ₆)	%5,47
Arazi Eğimi (K ₂)	%5,44
Arazi Topografyası (K ₃)	%5,12
Yerleşim Birimlerine Yakınlık (K ₅)	%4,94
Toprak Geçirgenliği (K ₁)	%3,47

4.2.5. Coğrafi Bilgi Sistemine İlgili Verilerin Aktarılması

4.2.5.1. Çalışma Alanı

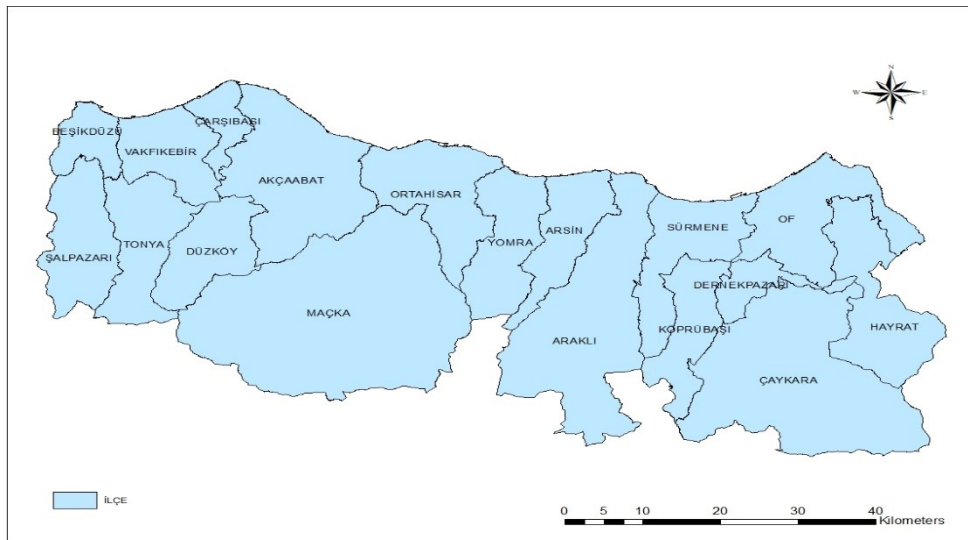
Trabzon ili, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde 38° 31' ve 40° 30' doğu meridyenleri ile 40° 30' ve 41° 30' kuzey paralelleri arasında yer almakta olup, 4.685 km² lik yüz ölçümüne sahiptir. Trabzon ili kuzeyinde Karadeniz, batıda Giresun, güneyde Gümüşhane ve Bayburt, doğuda ise Rize ile komşudur. 816.684 kişi nüfusa sahip Trabzon ilinde Şekil 13'te verildiği üzere 18 adet ilçe bulunmaktadır (TÜİK, 2021).

Trabzon oldukça dağlık bir yörededir ve hemen her mevsim yağış görülmekte olup en çok yağış kıyı kesimleri alır (Kavzoğlu vd., 2010: 487). Trabzon ilinin ortalama metrekareye düşen yağış miktarı 830 milimetre olmakla beraber zemin yapısının da su doygunluğu yüksek killi formasyonlardan oluşması heyelan riskini arttıran etmenlerdendir (Kavzoğlu vd., 2010: 487).

4.2.5.2. Verilerin Analizi

Bu bölümde çalışma kapsamında CBS'ye dayalı ÇKKV Tekniklerinden faydalanılarak Trabzon ili için geçici barınma merkezi kuruluş yerlerinin belirlenmesi amacıyla ele alınan kriterlere ait çeşitli kurumlardan temin edilen konumsal verilerin analizi ele alınmıştır. Konumsal verinin yönetilmesinde kullanılan CBS ile seçili kriterlere dayalı potansiyel yerlerin değerlendirilmesinde haritalar üretilebilmektedir (Aman ve Aytac, 2022: 3). Tablo 10'da ele alınan kriterler, CBS'de kullanıldığı veri türü ve elde edildiği kurum gösterilmiştir. Değerlendirme kriterlerine ilişkin Trabzon ili için kurumlardan elde edilen verilerin haritaları Ek 5'te verilmiştir.

Şekil 13: Çalışma Alanı-Trabzon İli



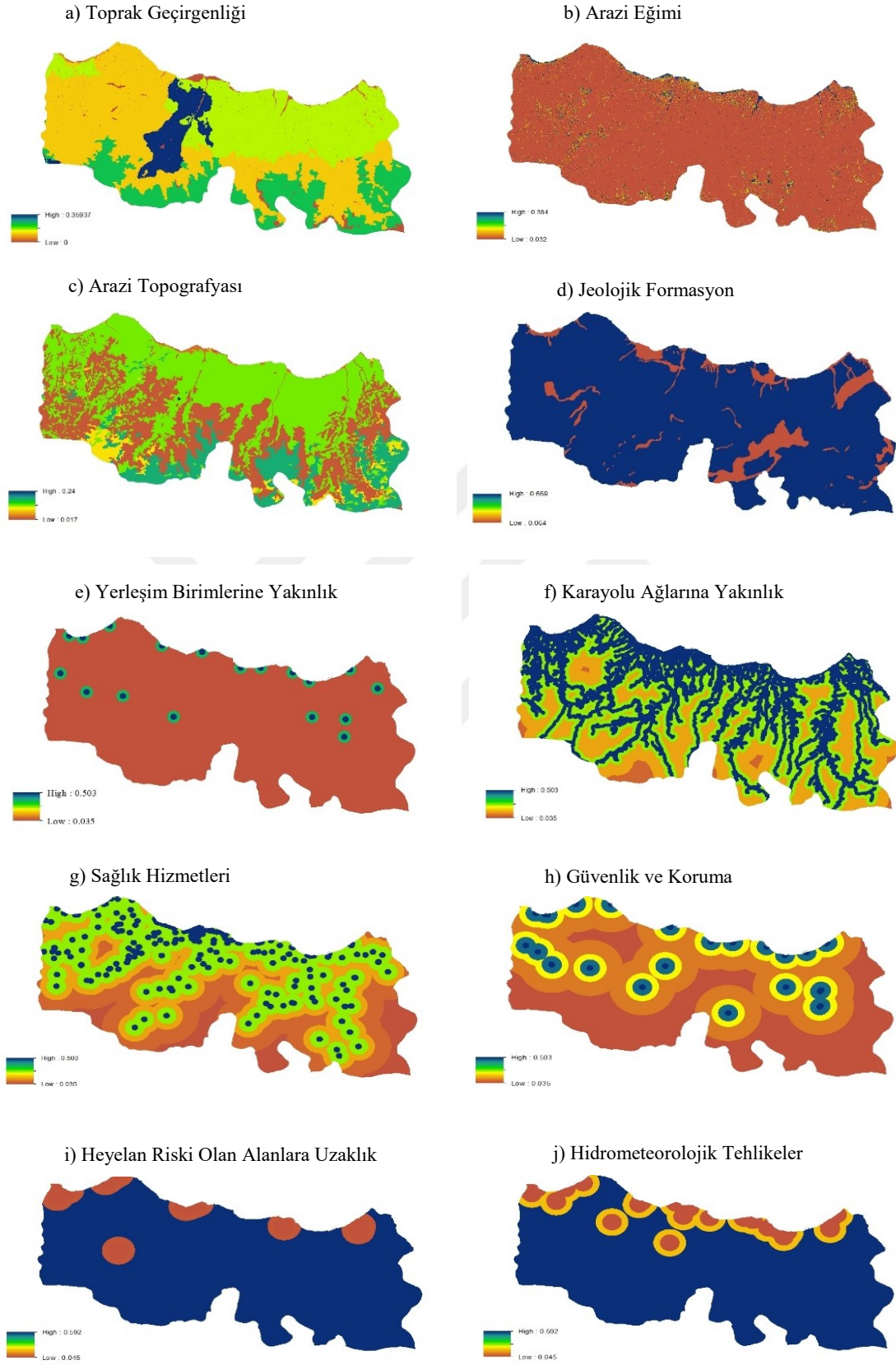
Tablo 10: Konumsal Veri Listesi

Kriter	Veri	Veri Kaynağı
Toprak geçirgenliği	Toprak türü	Tarım İl Müdürlüğü
Arazi eğimi	DEM	T.C. Trabzon Valiliği İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü (Trabzon İl AFAD)
Arazi topografyası	Arazi Kullanım Türleri	Trabzon Büyükşehir Belediyesi
Jeolojik formasyonlar	Litoloji	Trabzon İl AFAD Müdürlüğü
Yerleşim birimlerine yakınlık	İdari birim merkezleri (ilçe)	Trabzon İl AFAD Müdürlüğü
Karayolu ağlarına yakınlık	Yollar	Trabzon İl AFAD Müdürlüğü
Sağlık hizmetleri	Hastaneler, sağlık ocakları, eczaneler	Trabzon Büyükşehir Belediyesi
Güvenlik ve koruma	Polis karakolları, jandarma	Trabzon Büyükşehir Belediyesi
Heyelan riski olan alanlara uzaklık	Heyelan bölgeleri	Trabzon İl AFAD Müdürlüğü
Hidrometeorolojik tehlikeler	Sel risk haritası	Trabzon İl AFAD Müdürlüğü
Afet enkaz toplama alanlarına uzaklık	Afet enkaz toplama alanları	Trabzon İl AFAD Müdürlüğü
Çevre kirliliğine sebep olan alanlara uzaklık	Fabrikalar, Organize Sanayi Bölgeleri	Trabzon İl AFAD Müdürlüğü

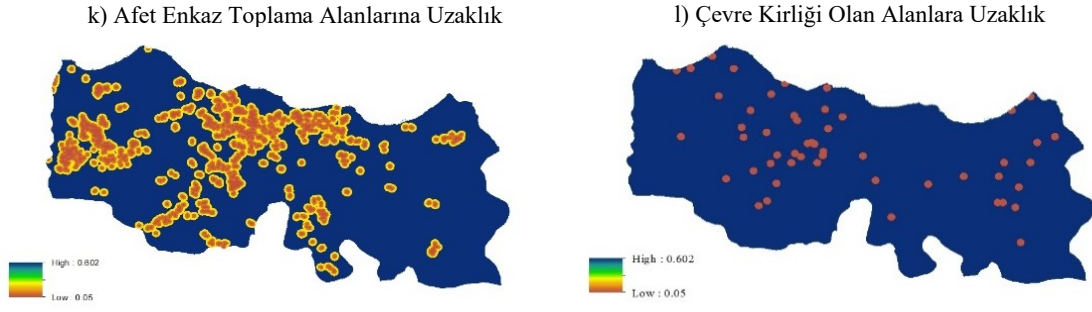
Analizlerde ArcGIS yazılımının ArcMap 10.7 platformunun Spatial Analyst eklentisi ile ArcToolbox araç kutusu kullanılmıştır. İlgili kurumlardan belirlenen kriterlere ilişkin grafik ve grafik olmayan veriler, shapefile formatında alınmıştır. CBS’de konumsal verilerle mesafe ve alan hesaplamalarında projeksiyon deformasyonunu en aza indirmek için (Erden ve Karaman, 2012: 480) tüm girdi ve çıktılarının koordinat sistemleri TUREF TM39 (Turkish National Reference Frame [Türkiye Ulusal Referans Çerçevesi]) olarak değiştirilmiştir. Sonrasında veri tekrarlarını engellemek, aynı grupta yer alan verileri bir araya getirmek ve verileri Trabzon İl sınırına uyumlu hale getirmek için ArcToolbox araç kutusundaki Geoprocessing menüsü altındaki Merge, Dissolve, Union ve Clip araçları kullanılarak veritabanı analiz için düzenlenmiştir.

En uygun yer analizinde kullanılan kriter verileri için alt sınıflar oluşturulmuş ve her bir alt sınıf AHP yöntemi kullanılarak ağırlıklandırılmıştır. Her bir kritere ait alt kriterler alanında uzman kişilerden faydalanarak 1-9 arası değer verilerek puanlanmıştır. En uygun yer analizinde kullanılan kriterlere ait veriler için oluşturulan alt sınıflara ait kriter ağırlıkları eklendikten sonra veriler, hücresel veri formatına dönüştürülmüştür. Her bir kriter 30mx30m hücre büyüklüğü çözünürlüğündeki hücresel verilere dönüştürülmüştür. DEM verisine eğim analizi uygulanarak eğim haritası, uzaklık içeren kriterlere ait verilere tampon analizi uygulanarak tampon bölgeler belirlenmiştir. CBS’de her bir kriter amacına uygun formatta hazırlanan katmanlara denk gelmektedir. Vektör veri formatından hücresel veri formatına dönüştürülen her bir kriterin sınıflandırılması işlemi gerçekleştirilmiştir. Gerekli dönüştürme işlemlerinden sonra tüm veriler analiz için uygun hale getirilmiştir. Kriterlere ait ağırlıklandırılmış hücresel veri formatında haritalar Şekil 14’te yer almaktadır.

Şekil 14: Kriterlere Ait Ağırlıklandırılmış Haritalar

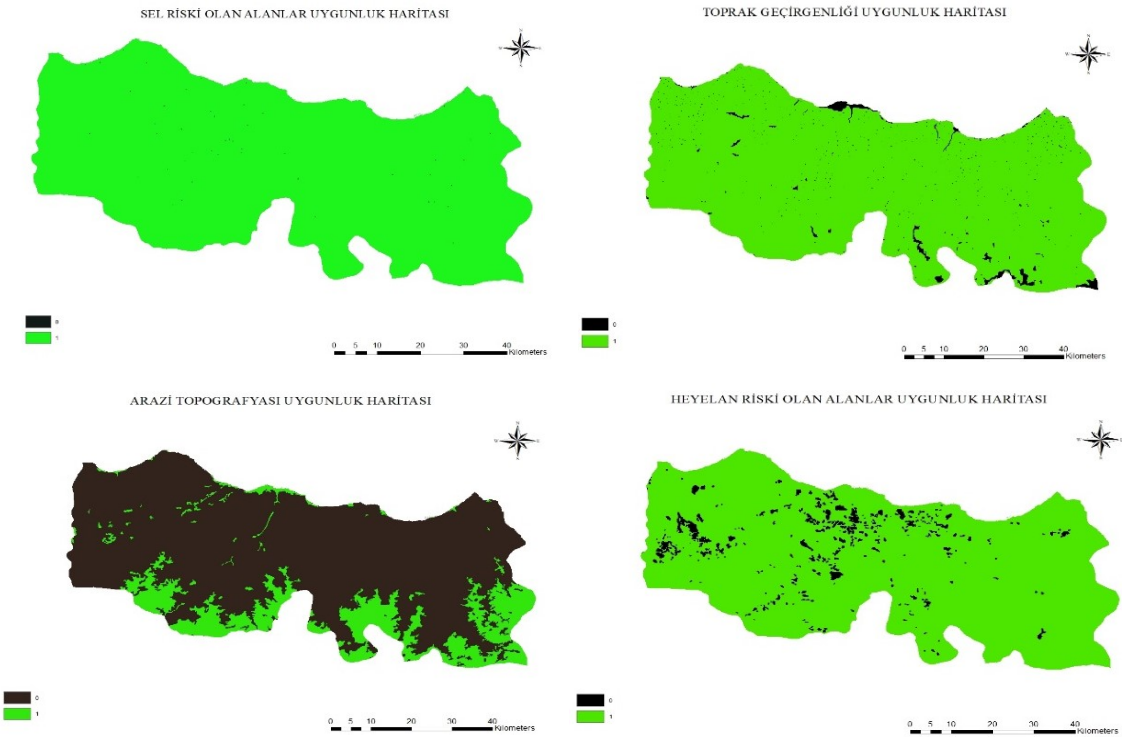


Şekil 15: (Devamı)



Yönetmelik incelenerek ve uzman görüşlerinden faydalanılarak analize dahil edilmemesi gereken alanlar belirlenmiştir. Buna göre 5403 numaralı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu'nun 10. maddesine göre tarım arazileri, mera arazileri, orman arazileri geçici barınma merkezleri kurulumu için uygun alanlar olmadığından yasaklı alanlar olarak belirlenmiştir (URL1). Dolayısıyla Arazi Topografyası kriterinin alt sınıflarını oluşturan tarım arazileri, mera arazileri, orman arazileri ile su yolları ve denizler yasaklı olanlar belirlenmiştir. Bunun haricinde afete duyarlı alanlar kapsamında sele ve heyelana duyarlı alanlar da yasaklı alanlar olarak belirlenmiştir. Ayrıca kurumdan temin edilen toprak verisinde toprak türü tanımlanmayan veri olduğundan bu alan da analizden çıkarılmıştır. Belirlenen kısıtlara ait uygunluk haritaları Şekil 15'te verilmiştir. Yasaklı alanlara ait uygunluk haritalarında yeşil alanlar, geçici barınma merkezleri için uygun kuruluş yerlerini gösterirken, siyah alanlar uygun olmayan yerleri göstermektedir.

Şekil 16: Yasaklı Alanlar İçin Uygunluk Haritaları



Sınıflandırılmış ve ağırlıklandırılmış kriterler, ArcToolBox içerisindeki Spatial Analyst modülündeki Overlay aracının altında yer alan Ağırlıklandırılmış Bindirme işlemi (Weighted Sum) uygulanarak birleştirilmiştir. Bu işlemde harita üzerindeki her bir pikselin değeri kriter ağırlıkları ile çarpılmaktadır. Ağırlıklı Doğrusal Birleştirme (Weighted Linear Combination) yöntemi uygulanarak alan uygunluğu Eşitlik (27) de yer alan formül kullanılarak hesaplanmaktadır (El Alfy vd., 2010:39):

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j x_{ij} \quad (27)$$

Eşitlik (27)'de S_i , alan i 'nin uygunluk değerini; w_j , j kriterinin kriter ağırlığını; x_{ij} , kriter j için i alanının standart değerini; n ise toplam kriter sayısını ifade etmektedir.

Yasaklı alanlar için uygunluk haritası oluşturulurken katmanlardaki her bir raster hücre geçici barınma merkezlerinin kurulumu için uygunluğa göre “0” ya da “1” değerini alacak şekilde oluşturulmuştur. Buna göre her bir kısıttaki benzer raster hücrelerin diğer kısıtta yer alan raster hücrelerle çarpılarak uygun olmayan alanların “0”, uygun olan alanların “1” değerini aldığı uygunluk haritası elde edilir. Bunun için Spatial Analyst altında yer alan Raster Calculator aracı kullanılmıştır. Hesaplama kullanılan formülasyon Eşitlik (28)'de gösterilmektedir (Özkan vd. 2020:42915):

$$T_i = \prod_{m=1}^n c_{im} \quad (28)$$

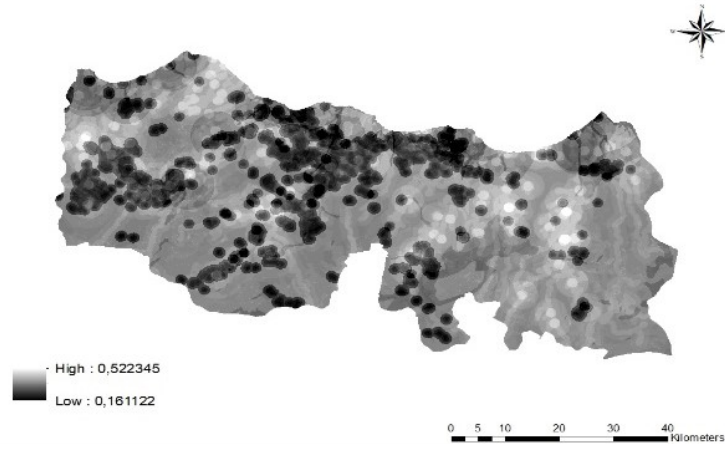
Eşitlik (28)'de T_i , i alanının uygunluk değerini; c_{im} , i alanının m kısıtı altındaki uygunluk değerini; n ise formüldeki toplam kısıtları göstermektedir.

Sonrasında bindirme analizleri sonucunda elde edilen katmanlar kriterler ve kısıtlar için tekrar bindirme analizine tabi tutulur. Böylelikle geçici barınma merkezi kurulumu için kesinlikle uygun olmayan alanlar Ağırlıklı Doğrusal Bindirme analizi uygulanarak elde edilen katmandan çıkarılır. Bu aşamada kullanılan formül Eşitlik (29)'te verilmiştir (Özkan vd. 2020:42915):

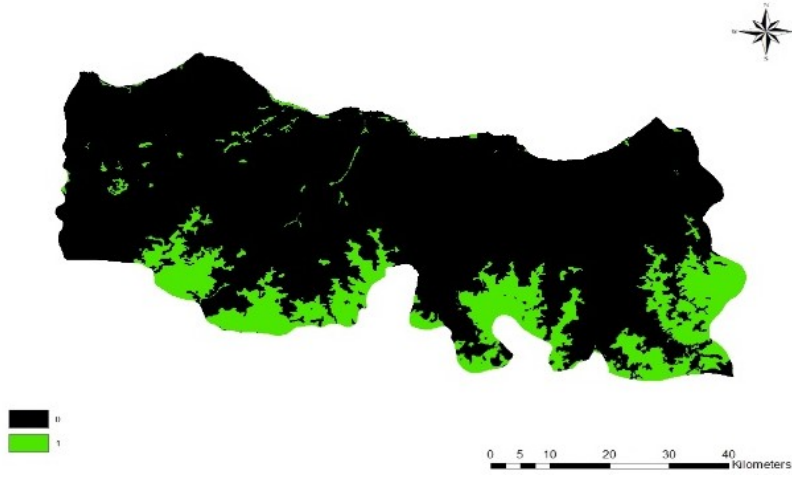
$$U_i = S_i T_i \quad (29)$$

Şekil 16, Eşitlik (27) uygulanarak elde edilen kriterler bazında bindirme analizi sonucu uygunluk haritasını; Şekil 17, Eşitlik (28) uygulanarak yasaklı alanlar bazında bindirme analizi uygunluk haritasını; Şekil 18 ise Eşitlik (29) uygulanarak kriterler ve yasaklı alanlar bazında bindirme analizi uygunluk haritasını göstermektedir.

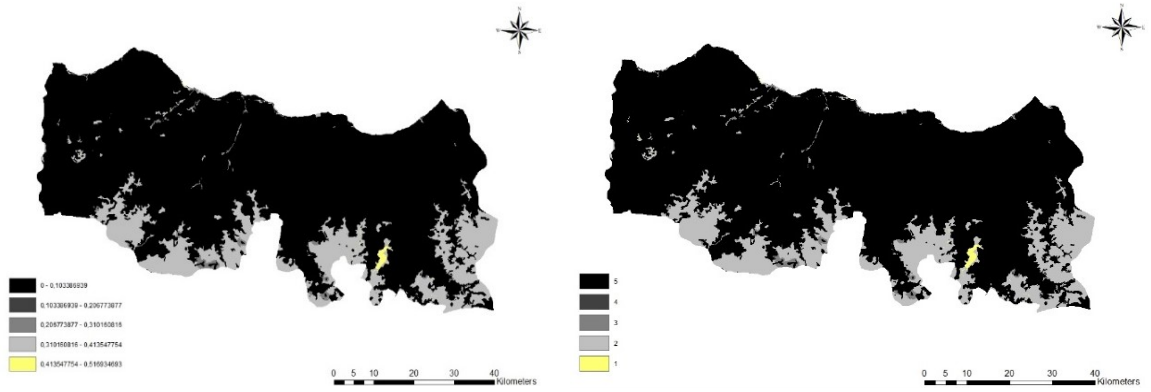
Şekil 17: Kriterler İçin Uygunluk Haritası



Şekil 18: Yasaklı Alanlar İçin Uygunluk Haritası



Şekil 19: Kriterler ve Yasaklı Alanlar İçin Ağırlıklandırılmış ve Sınıflandırılmış Uygunluk Haritaları



Bu işlemlerden sonra Trabzon ilinde geçici barınma merkezi kurulumu için uygun olan alanların haritası elde edilmiştir. Sınıflandırmada beşten fazla sınıf olduğunda haritanın

anlaşılabilirliğinin azalacağı, az sınıf olunca ise yeterli bilginin verilemeyeceğinden hareketle (Erden ve Karaman, 2012: 477), elde edilen sonuç haritası Şekil 18’de gösterildiği şekilde beş sınıf olarak kategorize edilmiştir. Geçici barınma merkezi uygun kuruluş yerini gösteren uygunluk haritasında yer alan “1” değeri en uygun alanları ifade ederken, “2” değeri uygun alanları, “3” değeri az uygun alanları, “4” ve “5” değerleri uygun olmayan ve hiç uygun olmayan alanları ifade etmektedir.

Ağırlıklandırılmış Bindirme Analizi için kullanılan ana kriter ve alt kriter olarak adlandırdığımız kriter sınıflarına ait ağırlıklar Tablo 11’de gösterilmektedir. Ayrı ayrı tüm alanlar AHP ile ağırlıklandırılmıştır.

Tablo 11: Yer Seçimi İçin Ana Kriter ve Alt Kriter Ağırlıkları

Ana Kriter	Ağırlık	Alt Kriter	Ağırlık
Toprak Geçirgenliği (K ₁)	0,0347	Alüvyal	0,0264
		Kolüvyal	0,0430
		Gri-Kahverengi Podzolik toprak	0,0709
		Kırmızı-Sarı Podzolik toprak	0,1058
		Yüksek Dağ Çayır toprak	0,1583
		Kahverengi Orman toprak	0,2361
		Kireçsiz Kahverengi orman toprak	0,3594
Arazi Eğimi (K ₂)	0,0544	% 0-2	0,2251
		% 2-4	0,3841
		% 4-6	0,2251
		% 6-8	0,0838
		% 8-10	0,0501
		% 10+	0,0319
Arazi Topografyası (K ₃)	0,0512	Mera	0,2396
		Doğal Çayırılık	0,1700
		Seyrek Bitki Alanları	0,1700
		Tarım Alanları	0,1223
		Bitki Değişim Alanları	0,0901
		Spor ve Eğlence Alanları	0,0667
		Kesikli Şehir Yapısı	0,0396
		Karışık Ormanlar	0,0249
		Çıplak Kayalık	0,0249
		İnsan Yapıları	0,0173
		Su Yolları	0,0173
		Sahil-Kumluk-Kumsal	0,0173
Jeolojik Formasyon (K ₄)	0,0617	Taşınan Malzeme	0,0637
		Sedimanter Kayalar	0,2674
		Magmatik Kayalar	0,6689

Tablo 11: (Devamı)

Ana Kriter	Ağırlık	Alt Kriter	Ağırlık
Yerleşim Birimlerine Yakınlık (K ₅)	0,0494	0-200 m	0,5028
		200-500 m	0,2602
		500-1000 m	0,1344
		1000-2000 m	0,0678
		2000+ m	0,0348
Karayolu Ağlarına Yakınlık (K ₆)	0,0547	0-500 m	0,5028
		500-1500 m	0,2602
		1500-5000 m	0,1344
		5000-10000 m	0,0678
		10000+ m	0,0348
Sağlık Hizmetleri (K ₇)	0,1013	0-1000 m	0,5028
		1000-3000 m	0,2602
		3000-5000 m	0,1344
		5000-10000 m	0,0678
		10000+ m	0,0348
Güvenlik ve Koruma (K ₈)	0,0844	0-1000 m	0,5028
		1000-3000 m	0,2602
		3000-5000 m	0,1344
		5000-10000 m	0,0678
		10000+ m	0,0348
Heyelan Riski Olan Alanlara Uzaklık (K ₉)	0,1955	0-100 m	0,0498
		100-500 m	0,1046
		500-1000 m	0,2433
		1000+ m	0,6024
Hidrometeorolojik Tehlikeler (K ₁₀)	0,1685	0-100 m	0,0498
		100-500 m	0,1046
		500-1000 m	0,2433
		1000+ m	0,6024
Afet Enkaz Toplama Alanlarına Uzaklık (K ₁₁)	0,0700	0-1000 m	0,0453
		1000-3000 m	0,1007
		3000-5000 m	0,2620
		5000+ m	0,5920
Çevre Kirliliğine Sebep Olan Alanlara Uzaklık (K ₁₂)	0,0743	0-1000 m	0,0453
		1000-3000 m	0,1007
		3000-5000 m	0,2620
		5000+ m	0,5920

Analiz kapsamında ele alınan Tablo 11’de verilen kriter ve alt kriterlere ilişkin bilgiler aşağıda verilmiştir:

Toprak Geçirgenliği (K₁): Shapefile formatında alınan Trabzon iline ait toprak verileri incelenerek alüvyal, kolüvyal, gri-kahverengi podzolik toprak, kırmızı-sarı podzolik toprak, yüksek dağ çayır toprak, kahverengi orman toprak, kireçsiz kahverengi orman toprak olmak üzere toprak ana kriterinin alt kriterleri oluşturulmuştur. Bunlar içerisinde en yüksek AHP ağırlığı geçici barınma merkezi kullanımı için en uygun olan alt kritere aittir. Çadır kurulacak alandaki toprağın cinsi, kazıya ve suyu geçirmeye uygun olmalıdır (Özdemir, 2011: 249). Alüvyal topraklar su tutundurma için yüksek potansiyele sahip olduklarından tercih edilmemesi gereken toprak türlerindendir (Şener, vd. 2010: 2042). Kurumdan temin edilen toprak verisinde toprak türü tanımlanmayan veri olduğundan bu alana kriter ağırlığı olarak “0” değeri girilerek Spatial Analyst altında yer alan Raster Calculator kullanılarak bindirme analizinden bu alanların çıkarılması sağlanmıştır.

Arazi Eğimi (K₂): Shapefile formatında alınan DEM verisine ArcToolBox içerisindeki Spatial Analyst modülündeki Surface aracının altında yer alan Slope analizi uygulanarak eğim haritası üretilmiştir. Oluşturulan model üzerinde elde edilen eğim haritasının en düşük eğim derecesi 0 ve en yüksek eğim derecesi 61’dir. Arazi yüzeyinin eğimi %0-2, %2-4, %4-6, %6-8, %8-10 ve %10+ olarak alt sınıflara ayrılmıştır. Arazi eğimi arttıkça heyelan oluşma olasılığı arttığından %2-4 arası eğimli araziler geçici barınma merkezlerinin kurulumu için en uygun arazilerdir (Omidvar vd., 2013: 544).

Arazi Topografyası (K₃): Shapefile formatında alınan Trabzon iline ait arazi kullanım haritası verileri incelenerek mera, doğal çayırılık, seyrek bitki alanları, tarım alanları, bitki değişim alanları, spor ve eğlence alanları, kesikli şehir yapısı, karışık ormanlar, çıplak kayalıklar, insan yapıları, su yolları ve sahil-kumluk-kumsal olmak üzere arazi kullanımı ana kriterinin alt kriterleri oluşturulmuştur. Bunlar içerisinde en yüksek AHP ağırlığı geçici barınma merkezi kullanımı için en uygun olan alt kritere aittir. İlk olarak 5403 numaralı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu’nun 10. Maddesine göre tarım arazileri, mera arazileri, orman arazileri geçici barınma merkezleri kurulumu için uygun alanlar olmadığından yasaklı alanlar olarak belirlenmiştir (URL1). Su yolları ve denizler de geçici barınma merkezleri için uygun alanlar olmadığından tarım arazileri, mera arazileri, orman arazileri ve su yolları için kriter ağırlığı olarak “0” değeri girilerek Spatial Analyst altında yer alan Raster Calculator kullanılarak bindirme analizinden yasaklı alanların çıkarılması sağlanmıştır.

Jeolojik Formasyon (K₄): T.C. Trabzon Valiliği İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü’nden Trabzon iline ait Jeoloji haritası verileri alınmıştır. Alınan veride eksiklikler tespit edilmiş ve Karadeniz Teknik Üniversitesi Harita Mühendisliği Bölümü’nden veri yeniden temin edilmiştir. Veriler incelenerek taşınan malzemeler, sedimanter kayalar ve magmatik kayalar olarak

adlandırılan jeolojik oluşumlar olmak üzere jeolojik formasyon ana kriterinin alt kriterleri oluşturulmuştur. Bunlar içerisinde en yüksek AHP ağırlığı geçici barınma merkezi kullanımı için en uygun olan alt kritere aittir. Alüvyon ve kireç taşı su tutundurma için yüksek potansiyele sahip olduğundan barınma alanı için uygun yerler olarak tercih edilmemelidir (Şener vd. 2010: 2042).

Yerleşim Birimlerine Yakınlık (K₅): Bu kapsamda shapefile formatında alınan ilçe merkezleri verisi kullanılmıştır. Etkilenen afetzedelerin belirlenen merkeze en kısa sürede ulaşabilmesi için geçici barınma merkezi kurulacak alanların ilçe merkezlerine mümkün olduğunca yakın olması istenmektedir (Das vd., 2019: 5). Yerleşim birimlerine yakınlık kriterine ait alt kriterler için 0-200 m, 200-500 m, 500-1.000 m, 1.000-2.000 m ve 2.000 m üzeri olmak üzere oluşturulan tampon bölgeler, ArcToolBox içerisindeki Analysis Tools modülündeki Proximity aracının altında yer alan Multiple Ring Buffer analizi ile elde edilmiştir. Her bir tampon bölge AHP ile ağırlıklandırılmıştır.

Karayolu ağlarına yakınlık (K₆): Büyükşehir Belediyesi yol verisi shapefile formatında alınmıştır. Yollara yakınlık taşıma maliyetleri açısından da önem taşımaktadır. Alt kriterler için 0-500 m, 500-1.500 m, 1.500-5.000 m, 5.000-10.000 m ve 10.000 m üzeri olmak üzere oluşturulan tampon bölgeler, ArcToolBox içerisindeki Analysis Tools modülündeki Proximity aracının altında yer alan Multiple Ring Buffer analizi ile elde edilmiştir (Şenik ve Uzun, 2021: 1591). Her bir tampon bölge AHP ile ağırlıklandırılmıştır.

Sağlık hizmetleri (K₇): Hastane, sağlık ocakları ve eczane konumlarını içeren Sağlık Hizmetleri verisi shapefile formatında alınmıştır. Alt kriterler için 0-1.000 m, 1.000-3.000 m, 3.000-5.000 m ve 5.000 m üzeri olmak üzere oluşturulan tampon bölgeler, ArcToolBox içerisindeki Analysis Tools modülündeki Proximity aracının altında yer alan Multiple Ring Buffer analizi ile elde edilmiştir (Şenik ve Uzun, 2021: 1591). Her bir tampon bölge AHP ile ağırlıklandırılmıştır. Geçici barınma merkezleri için yer seçiminde sağlık merkezlerine yakın yerler tercih edilmektedir.

Güvenlik ve koruma (K₈): Polis karakolları ve jandarma merkez konum bilgisini içeren Güvenlik ve Koruma verisi, shapefile formatında alınmıştır. Alt kriterler için 0-1.000 m, 1.000-3.000 m, 3.000-5.000 m ve 5.000 m üzeri olmak üzere oluşturulan tampon bölgeler, ArcToolBox içerisindeki Analysis Tools modülündeki Proximity aracının altında yer alan Multiple Ring Buffer analizi ile elde edilmiştir (Şentürk ve Erener, 2017: 87). Her bir tampon bölge AHP ile ağırlıklandırılmıştır. Geçici barınma merkezleri için yer seçiminde güvenlik merkezlerine yakın yerler tercih edilmektedir.

Heyelan riski olan alanlara uzaklık (K₉): Bu kapsamda shapefile formatında alınan heyelana duyarlı alanlar verisi kullanılmıştır. Alt kriterler için 0-100 m, 100-500 m, 500-1.000 m ve 1.000 m üzeri olmak üzere oluşturulan tampon bölgeler, ArcToolBox içerisindeki Analysis

Tools modülündeki Proximity altında yer alan Multiple Ring Buffer analizi ile elde edilmiştir (Şenik ve Uzun, 2021: 1591). Her bir tampon bölge AHP ile ağırlıklandırılmıştır. Buna göre heyelan oluşma olasılığı yüksek bölgelere yakın alanlar tercih edilmemelidir. Heyelana duyarlı alanlar geçici barınma merkezleri için uygun alanlar olmadığından 0-100 m aralığındaki tampon bölgeye ait kriter ağırlığı olarak “0” değeri girilerek Spatial Analyst altında yer alan Raster Calculator kullanılarak bindirme analizine yasaklı alanların dahil edilmemesi sağlanmıştır.

Hidrometeorolojik tehlikeler (K_{10}): Bu kapsamda shapefile formatında alınan sele duyarlı alanlar verisi kullanılmıştır. Alt kriterler için 0-100 m, 100-500 m, 500-1.000 m ve 1.000 m üzeri olmak üzere oluşturulan tampon bölgeler, ArcToolBox içerisindeki Analysis Tools modülündeki Proximity aracının altında yer alan Multiple Ring Buffer analizi ile elde edilmiştir (Şenik ve Uzun, 2021: 1591). Her bir tampon bölge AHP ile ağırlıklandırılmıştır. Buna göre sel oluşma olasılığı yüksek bölgelere yakın alanlar tercih edilmemelidir. Sele duyarlı alanlar geçici barınma merkezleri için uygun alanlar olmadığından 0-100 m aralığındaki tampon bölgeye ait kriter ağırlığı olarak “0” değeri girilerek Spatial Analyst altında yer alan Raster Calculator kullanılarak bindirme analizine yasaklı alanların dahil edilmemesi sağlanmıştır.

Afet enkaz toplama alanlarına uzaklık (K_{11}): Afet enkaz toplama yerlerinin konumlarını içeren afet enkaz toplama alanlarına uzaklık verisi shapefile formatında alınmıştır. Afet enkaz toplama alanlarına en az 1.000 m uzaklıktaki yerlerin tercih edilmesi gerektiğinden alt kriterler için 0-1.000 m, 1.000-3.000 m, 3.000-5.000 m ve 5.000 m üzeri olmak üzere oluşturulan tampon bölgeler, ArcToolBox içerisindeki Analysis Tools modülündeki Proximity aracının altında yer alan Multiple Ring Buffer analizi ile elde edilmiştir (Şener vd., 2010: 2040). Her bir tampon bölge AHP ile ağırlıklandırılmıştır. Geçici barınma merkezleri için yer seçiminde afet enkaz toplama alanlarına yakın yerler tercih edilmemelidir.

Çevre kirliliğine sebep olan alanlara uzaklık (K_{12}): Fabrika ve organize sanayi bölgelerinin konumlarını içeren çevre kirliliğine sebep olan alanlara uzaklık verisi shapefile formatında alınmıştır. Çevre kirliliğine sebep olan fabrika ve sanayi bölgelerini içeren alanlara en az 1.000 m uzaklıktaki yerlerin tercih edilmesi gerektiğinden alt kriterler için 0-1.000 m, 1.000-3.000 m, 3.000-5.000 m ve 5.000 m üzeri olmak üzere oluşturulan tampon bölgeler, ArcToolBox içerisindeki Analysis Tools modülündeki Proximity aracının altında yer alan Multiple Ring Buffer analizi ile elde edilmiştir (Şener vd., 2010: 2040). Her bir tampon bölge AHP ile ağırlıklandırılmıştır. Geçici barınma merkezleri için yer seçiminde çevre kirliliğine sebep olan alanlara yakın yerler tercih edilmemelidir.

4.2.5.3. Sonuç Haritasının Elde Edilmesi

Sınıflandırılmış ve ağırlıklandırılmış kriterlere ait haritalar, ArcGIS yazılımı kapsamında ağırlıklandırılmış bindirme işlemi (Weighted Sum) uygulanarak birleştirilmiş; sele duyarlı alanlar, heyelana duyarlı alanlar, tarım arazileri, mera arazileri, orman arazileri ve toprak verisinin olmadığı alanlar Raster Calculator aracı kullanılarak Eşitlik (28) ve Eşitlik (29)'da yer alan formülasyondan faydalanarak bindirme analizinden çıkarılmıştır. Bütünleşik CBS-AHP yöntemi kullanılarak uygunluk değerleri elde edilmiştir. Sonuç olarak Trabzon ilinde geçici barınma merkezi kurulumu için uygun olan alanların haritası elde edilmiştir. Yüksek uygunluk değerleri geçici barınma merkezleri için en uygun alanları belirtmektedir. Bu uygunluk değerlerine göre çalışma alanı ArcGIS'te yer alan "Eşit Aralıklı Sınıflandırma" yöntemi kullanılarak beş sınıfa ayrılmıştır. Şekil 19, ağırlıklandırılmış uygunluk haritasını göstermekte olup Şekil 20'de yer alan sınıflandırılmış uygunluk haritasında en uygun alandan daha az uygun alana doğru belirlenen yerler gösterilmektedir. Uygunluk haritasında yer alan "1" değeri çok uygun alanları ifade ederken, "4" ve "5" değerleri uygun olmayan yerleri ifade etmektedir. Sınıflandırılmış bölgelerin alan büyüklükleri ile ilgili bilgiler Tablo 12'de gösterilmiştir. Trabzon ili geçici barınma merkezi kuruluş yerleri uygunluk değerleri 0-0,516935 arasında yer almakta olup, Şekil 20'de gösterilen geçici barınma merkezleri uygunluk haritasında en yüksek uygunluk değerlerinin çoğunlukla Trabzon'un batısı, kuzeyi ve güneydoğusunda yer alan alanlara ait olduğu görülmüştür.

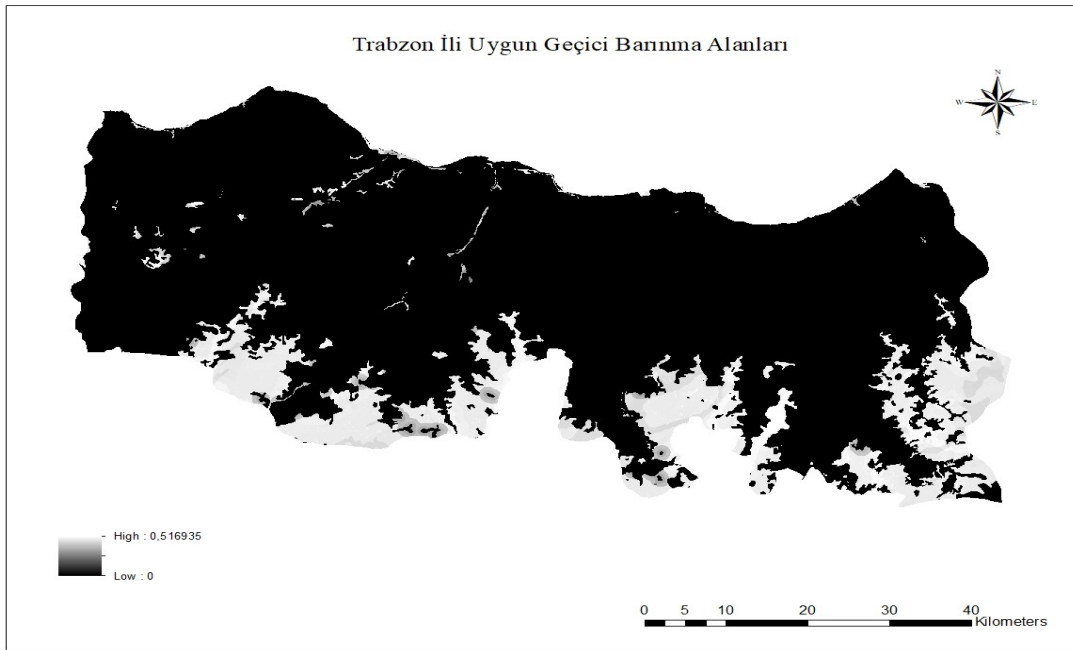
Tablo 12: Sınıflandırılmış Bölgelerin Alan Büyüklükleri

Sınıf	Alan Büyüklüğü (km ²)	Alan Büyüklüğü (%)
Çok Uygun (1)	11,313	0,250
Uygun (2)	696,5127	15,378
Az Uygun (3)	30,9384	0,683
Uygun Değil (4)	0,1332	0,003
Hiç Uygun Değil (5)	3.790,2537	83,686
Toplam	4.529,151	100

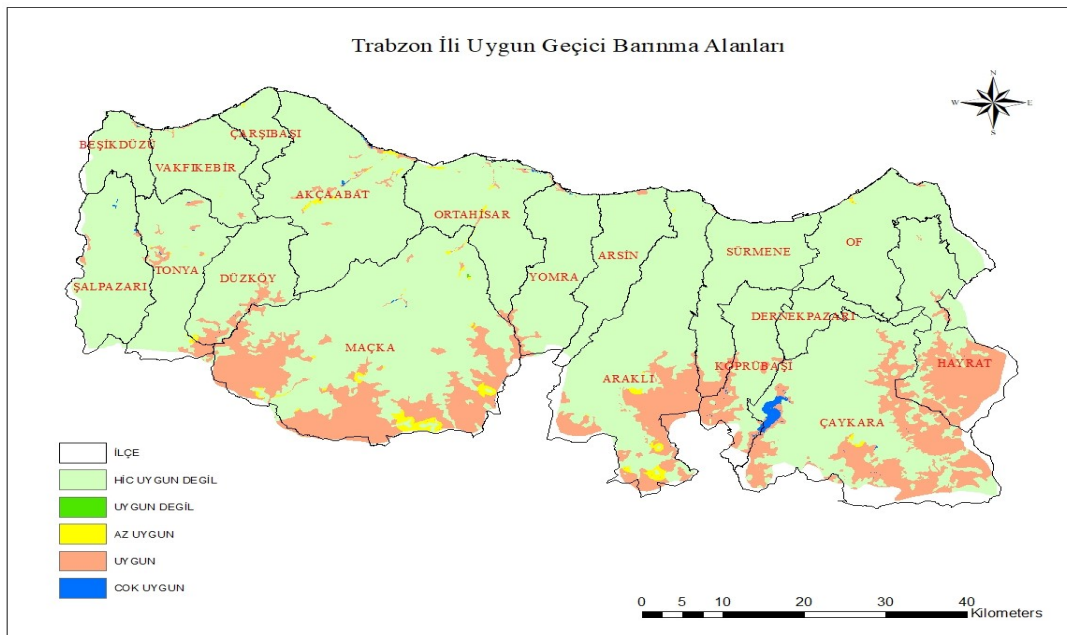
Uygunluk haritası oluşturulduktan sonra alternatif geçici barınma merkezi kuruluş yerleri belirlenmiştir. Buna göre "1- Çok Uygun" değerini alan 24 adet alternatif alan belirlenmiştir. Belirlenen 24 alternatife ilişkin uydu görüntüleri Şekil 21'de gösterilmiştir. Burada gösterilen alanlar belirlenen değerlendirme kriterleri bazında ele alınan heyelana duyarlı alanlara uzaklık, hidrometeorolojik tehlikeler vb. kriterleri sağlamaktadır. Belirlenen alternatif geçici barınma merkezi kuruluş yerlerinin mekânsal uygunluk değerleri (CBS puanları) kapladıkları arazide yer alan raster hücrelerin uygunluk değerlerinin ortalaması alınarak elde edilmiştir. Bunun için de ArcGIS yazılımında Spatial Analyst modülünün altında yer alan Zonal Statistics as Table aracı kullanılmıştır. Alternatiflere ilişkin CBS puanları ve sıralamaları Tablo 13'te verilmiştir. Bu alanlar Trabzon İl AFAD Müdürlüğü'nden temin edilen afete duyarlı alanlara ait harita ile

karşılaştırılmıştır. Geçici barınma merkezlerinin yer seçimi ve planlaması yapılırken göz önünde bulundurulmuş ulusal ve uluslararası standartlara göre (AFAD 2015) kişi başına düşen altyapı hizmetleri dahil yaşam alanının 45 m²'den az olmama durumu göz önünde bulundurularak alternatif alanlar tekrar değerlendirilmiştir. Trabzon ilinin Müdahale Organizasyon (TAMP) şemasında yer alan afet senaryosu dahilinde Trabzon ilinde geçici barınmaya ihtiyacı olacak kişi sayısı 3.250 olarak tahmin edildiğinden 146.250 m² geçici barınma merkezi alanına ihtiyaç olduğu ortaya konmuştur. Tablo 14'te belirlenen alternatif alanlara ilişkin bilgiler verilmiştir.

Şekil 20: Trabzon İli Geçici Barınma Merkezleri Ağırlıklandırılmış Uygunluk Haritası



Şekil 21: Trabzon İli Geçici Barınma Merkezleri Sınıflandırılmış Uygunluk Haritası



Şekil 22: Trabzon İli Geçici Barınma Merkezleri Alternatif Alanlar



Tablo 13: Trabzon İli Geçici Barınma Merkezi Alternatifleri CBS Değerleri ve Sıralamaları

Alternatif	CBS Puanı	Sıralama	Alternatif	CBS Puanı	Sıralama	Alternatif	CBS Puanı	Sıralama
A1	0,402318	21	A9	0,435105	3	A17	0,41721	11
A2	0,416011	12	A10	0,413584	17	A18	0,422504	7
A3	0,416011	12	A11	0,424605	6	A19	0,441025	2
A4	0,381744	23	A12	0,415147	15	A20	0,421014	8
A5	0,404657	20	A13	0,222532	24	A21	0,414101	16
A6	0,432215	4	A14	0,415987	14	A22	0,409759	18
A7	0,395072	22	A15	0,431452	5	A23	0,417777	9
A8	0,417323	10	A16	0,450198	1	A24	0,409687	19

Tablo 14: Alternatif Geçici Barınma Alanları ve Büyüklükleri

ALTERNATİF	İLÇE	MAHALLE	ALAN(m ²)
1	TONYA	BÜYÜK-KALEÖNÜ	73.255,51
2	TONYA	KALEÖNÜ	6.998,93
3	TONYA	BÜYÜK	878,28
4	ŞALPAZARI	DORUKKİRİŞ-KASIMAĞZI	123.405,32
5	TONYA	HOŞARLI-KARASU	31.962,37
6	TONYA	YENİ	7.973,52
7	AKÇAABAT	ÇINARLIK-YEŞİLTEPE	132.371,73
8	AKÇAABAT	HELVACI	7.116,67
9	AKÇAABAT	DÜRBİNAR	4.943,45
10	AKÇAABAT	ORTA	1.382,37
11	AKÇAABAT	DÜRBİNAR	1.627,61
12	ORTAHİSAR	PELİTLİ	5.190,84
13	ORTAHİSAR	YALINCAK	15.554,37
14	YOMRA	SANCAK	4.588,80
15	ARSİN	NUROĞLU	3.995,09
16	SÜRMENE	ÇAMBURNU	7.646,69
17	ÇAYKARA	YAYLAÖNÜ	12.294,32
18	ÇAYKARA	ATAKÖY	297.724,61
19	ÇAYKARA	ATAKÖY	549.078,16
20	ÇAYKARA	ATAKÖY-UZUNTARLA	484.634,99
21	KÖPRÜBAŞI	ARPALI	11.834,14
22	KÖPRÜBAŞI	ARPALI	7.543,84
23	KÖPRÜBAŞI	ARPALI	8.532,97
24	KÖPRÜBAŞI	BEŞKÖY	29.013,10

4.2.6. TOPSIS Yöntemi ile Alternatif Yerlerin Sıralanması

Afet sonrası karmaşık ve değişken bir ortam söz konusu olduğundan karar vericiler için alternatifler arasından bir öncelik sıralaması yapmak zordur (Geng vd., 2021: 4). Bu kapsamda TOPSIS, geçici barınma merkezi kurulacak yer alternatiflerinin performans değerlendirmesi açısından diğer ÇKKV Tekniklerine göre daha uygun bir yöntemdir (Geng vd., 2021: 4). Çok kriterli karar verme analizleri içerisinde ideal nokta yöntemleri arasında yer alan TOPSIS yönteminde, karar vericiler tarafından en iyisi olarak önerilen alternatif, pozitif ideal noktaya en yakın olan ve negatif ideal noktaya en uzak olan alternatiftir (Yavuz Kumlu ve Tüdeş, 2019: 1002). TOPSIS yöntemi sıralandırma yapılmasına imkan sunmasının yanında her bir istenen alternatife ideal noktaya göreli uzaklığını temel aldığından konumsal karar problemlerinde, kriterler arasındaki karşılıklı bağılıktan kaynaklı oluşabilecek doğrulama zorluklarını ortadan kaldırmaktadır (Nyimbili vd., 2018: 1543). Bu çalışmada olduğu gibi birçok sayıda alternatife ele alındığı seçim ve değerlendirme problemlerini içeren farklı karar verme problemlerinin çözümünde TOPSIS yöntemi, kolay anlaşılabilir, uygulanabilir ve insan tercihlerinin temelini ifade eden robust bir mantıksal yaklaşıma sahip olduğundan dolayı başarılı bir şekilde uygulanmaktadır; ayrıca

sıralandırma problemlerinin çözümünde TOPSIS yönteminin en iyilerden biri olduğu kanıtlanmıştır (Nyimbili vd., 2018: 1543).

Trabzon ili için geçici barınma merkezlerinin kuruluş yerlerinin belirlenmesinin amaçlandığı bu tez çalışmada CBS kapsamında elde edilen mekânsal uygunluk değerlerine göre belirlenen 24 alternatifte ilişkin sıralama bilgileri Tablo 13'te verildiği şekilde elde edilmiştir. Bununla birlikte çalışma kapsamında belirlenen uygun alanlar içerisinde öncelik sıralaması yapmak amacıyla TOPSIS yönteminin kullanılması tercih edilmiştir. Alternatifler, TOPSIS yöntemi ile Microsoft Excel Programı kullanılarak sıralandırılmıştır. Her bir kriter katmanındaki alternatifi oluşturan raster hücrelerinin uygunluk değerlerinin ortalaması alınarak bir kriterdeki bir alternatifi uygunluk değeri hesaplanmaktadır (Özkan vd. 2020: 42925). Alternatiflerin kriterlere göre uygunluk değerleri Tablo 15'te verilmiştir. Tablo 11'de verilen kriterlere ait ağırlık değerleri ile Tablo 15'te verilen uygunluk değerleri çarpılarak TOPSIS yöntemi kullanılarak alternatifler Tablo 16'da verildiği şekilde sıralanmıştır. TOPSIS uygulama adımları Ek 6'da gösterilmiştir.

Sıralama sonuçlarına göre A14, A16 ve A9 alternatifleri ilk üç sırada yer alırken, A5 alternatifi en alt sırada yer almaktadır. Belirlenen alternatiflere ilişkin bilgileri içeren Tablo 13 incelendiğinde A14 alternatifinin Yomra, A16 alternatifinin Sürmene, A9 alternatifinin ise Akçaabat ilçelerinde olduğu görülmektedir.

Tablo 15: Alternatiflerin Kriterlere Göre Uygunluk Değerleri

	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉	K ₁₀	K ₁₁	K ₁₂
A1	0,14	0,04	0,26	0,21	0,04	0,06	0,14	0,26	0,18	0,20	0,20	0,25
A2	0,14	0,04	0,27	0,21	0,04	0,06	0,14	0,26	0,18	0,20	0,20	0,25
A3	0,14	0,04	0,27	0,21	0,04	0,06	0,14	0,26	0,21	0,20	0,20	0,25
A4	0,14	0,05	0,13	0,21	0,04	0,12	0,14	0,26	0,21	0,20	0,20	0,25
A5	0,14	0,04	0,14	0,21	0,04	0,22	0,14	0,07	0,20	0,20	0,20	0,25
A6	0,14	0,04	0,14	0,21	0,04	0,23	0,14	0,26	0,21	0,20	0,20	0,25
A7	0,14	0,04	0,26	0,21	0,04	0,23	0,28	0,04	0,21	0,20	0,20	0,11
A8	0,14	0,04	0,27	0,21	0,04	0,23	0,28	0,04	0,21	0,20	0,20	0,11
A9	0,14	0,30	0,06	0,21	0,65	0,23	0,28	0,07	0,21	0,20	0,20	0,04
A10	0,14	0,30	0,06	0,21	0,33	0,23	0,28	0,07	0,21	0,20	0,20	0,04
A11	0,14	0,04	0,06	0,21	0,65	0,23	0,28	0,07	0,21	0,20	0,20	0,04
A12	0,20	0,07	0,06	0,21	0,04	0,23	0,28	0,07	0,21	0,20	0,20	0,11
A13	0,11	0,04	0,06	0,21	0,04	0,23	0,28	0,14	0,21	0,20	0,20	0,11
A14	0,05	0,52	0,06	0,02	0,09	0,23	0,28	0,51	0,21	0,20	0,20	0,02
A15	0,20	0,42	0,06	0,21	0,09	0,23	0,28	0,26	0,21	0,20	0,20	0,02
A16	0,20	0,04	0,03	0,21	0,04	0,23	0,14	0,51	0,21	0,20	0,20	0,25
A17	0,14	0,04	0,27	0,21	0,04	0,23	0,14	0,04	0,21	0,20	0,20	0,25
A18	0,30	0,10	0,27	0,21	0,04	0,23	0,14	0,04	0,21	0,20	0,20	0,25
A19	0,30	0,08	0,27	0,21	0,04	0,18	0,28	0,04	0,21	0,20	0,20	0,25
A20	0,30	0,07	0,27	0,21	0,04	0,22	0,14	0,04	0,21	0,20	0,20	0,25
A21	0,30	0,31	0,27	0,21	0,04	0,23	0,04	0,04	0,21	0,20	0,20	0,25
A22	0,30	0,17	0,27	0,21	0,04	0,23	0,04	0,04	0,21	0,20	0,20	0,25
A23	0,30	0,34	0,27	0,21	0,04	0,23	0,04	0,04	0,21	0,20	0,20	0,25
A24	0,30	0,29	0,27	0,21	0,04	0,18	0,04	0,04	0,21	0,20	0,20	0,25
Ağırlık	0,035	0,054	0,051	0,062	0,049	0,055	0,101	0,084	0,195	0,168	0,070	0,074

Tablo 16: Alternatiflerin Sıralandırılması

Alternatif	$S^-(S^-+S^+)$	Sıralama	Alternatif	$S^-(S^-+S^+)$	Sıralama	Alternatif	$S^-(S^-+S^+)$	Sıralama
A1	0,4060	10	A9	0,5021	3	A17	0,3289	22
A2	0,4064	9	A10	0,4344	6	A18	0,3459	19
A3	0,4102	7	A11	0,4582	5	A19	0,3970	12
A4	0,3985	11	A12	0,3539	18	A20	0,3408	21
A5	0,3178	24	A13	0,3699	13	A21	0,3548	17
A6	0,4085	8	A14	0,5959	1	A22	0,3262	23
A7	0,3597	16	A15	0,5014	4	A23	0,3619	14
A8	0,3603	15	A16	0,5241	2	A24	0,3454	20

4.2.7. Duyarlılık Analizi

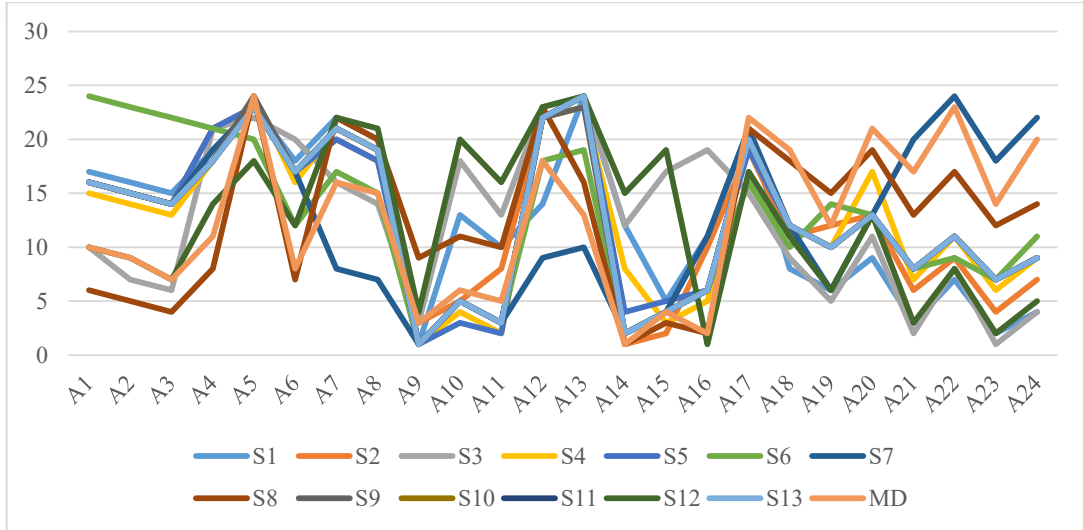
Uygulamanın son aşamasında kriterlerin önem ağırlıkları değiştiğinde en uygun geçici barınma merkezi için belirlenen alternatiflerde meydana gelen sıralama değişikliklerini görmek amacıyla Duyarlılık Analizi yapılmıştır. Duyarlılık Analizi kapsamında 13 senaryo ele alınmıştır. Senaryo 1’de (S_1) AHP yöntemi kullanılarak hesaplanan Tablo 4’te gösterilen Heyelan riski olan alanlara uzaklık (K_9) kriterine ait maksimum kriter ağırlığı (0,1954822), Toprak Geçirgenliği (K_1) kriteri için ağırlık olarak kullanılmış, kalan onbir kriter için eşit ağırlıklar (0,073138) verilmiştir. Senaryo 2’de (S_2) AHP yöntemi kullanılarak hesaplanan Tablo 4’te gösterilen Heyelan riski olan alanlara uzaklık (K_9) kriterine ait maksimum kriter ağırlığı (0,1954822), Arazi Eğimi (K_2) kriteri için ağırlık olarak kullanılmış, kalan onbir kriter için eşit ağırlıklar (0,073138) verilmiştir. S_3 , S_4 , S_5 , S_6 , S_7 , S_8 , S_9 , S_{10} , S_{11} , S_{12} senaryoları da benzer şekilde oluşturulmuştur. Son olarak ise Senaryo 13 (S_{13})’de uygulama kapsamında ele alınan 12 kriter için eşit kriter ağırlıkları (0,083333) kullanılmıştır. Mevcut durum (MD) ve belirlenen 13 senaryo (S_1 , S_2 , S_3 , S_4 , S_5 , S_6 , S_7 , S_8 , S_9 , S_{10} , S_{11} , S_{12} , S_{13}) için kriter ağırlıkları Tablo 16’da verilmiştir.

Tablo 17: Duyarlılık Analizi İçin Kriter Ağırlıkları

		K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8	K_9	K_{10}	K_{11}	K_{12}
Kriter Ağırlıkları	MD	0,035	0,054	0,051	0,062	0,049	0,055	0,101	0,084	0,195	0,168	0,070	0,074
	S_1	0,195	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073
	S_2	0,073	0,195	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073
	S_3	0,073	0,073	0,195	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073
	S_4	0,073	0,073	0,073	0,195	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073
	S_5	0,073	0,073	0,073	0,073	0,195	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073
	S_6	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,195	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073
	S_7	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,195	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073
	S_8	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,195	0,073	0,073	0,073	0,073
	S_9	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,195	0,073	0,073	0,073
	S_{10}	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,195	0,073	0,073
	S_{11}	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,195	0,073
	S_{12}	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,195
	S_{13}	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083

AHP yöntemi kullanılarak kriter ağırlıklarının hesaplandığı mevcut durum (MD) ile farklı kriter ağırlıklarının kullanıldığı on üç senaryoya ait TOPSIS yöntemine göre sıralama sonuçları Grafik 2’de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre mevcut durumda ilk sırada yer alan A_{14} alternatifinin S_2 ve S_8 ’de de 1. sırada yer aldığı, S_6 , S_7 , S_9 , S_{10} , S_{11} ve S_{13} ’de ikinci sırada yer aldığı görülmüştür. On üç senaryo göz önünde bulundurulduğunda A_9 alternatifinin senaryoların çoğunda (S_1 , S_4 , S_5 , S_6 , S_7 , S_9 , S_{10} , S_{11} ve S_{13}) birinci sırada yer aldığı görülmüştür. A_9 alternatifi mevcut durumda da üçüncü sırada yer almaktadır. Mevcut durumda ikinci sırada yer alan A_{16} alternatifinin ise S_8 ’de ikinci ve S_{12} ’de birinci sırada yer aldığı ortaya konmuştur. Ayrıca mevcut durumda olduğu gibi A_5 alternatifinin çoğu senaryoda ya sonuncu sırada (S_4 , S_8 , S_9) ya da 23. sırada (S_1 , S_2 , S_5 , S_6 , S_7 , S_{10} , S_{11} , S_{13}) olduğu görülmüştür.

Grafik 2: Duyarlılık Analizi Sonuçları



4.2.8. Hedef Programlama ile Geçici Barınma Merkezi Kuruluş Yerlerinin Değerlendirilmesi

Çalışmanın bu kısmında bütünlük CBS-AHP yöntemi kullanılarak CBS ortamında elde edilen her bir kriter bazında alternatiflerin uygunluk değerleri Hedef Programlama modelinde girdi olarak kullanılmıştır. Önerilen modelde Eşitlik (30)’da gösterilen amaç fonksiyonunda ağırlıklı negatif sapma değişkenlerinin toplamalarının minimize edilmesi amaçlanmaktadır. Burada amaç fonksiyonundaki kriter ağırlıkları (w_j) için, AHP yöntemi ile belirlenen Tablo 11’de yer alan ana kriter ağırlıkları kullanılmıştır. Trabzon ilinin doğusu, batısı ve orta kısmında birer tane geçici barınma merkezi kurulmasının göz önünde bulundurulduğu Ağırlıklı Hedef Programlama Matematiksel modeli Ek 7’de verilmiştir. Bu kapsamda kullanılan matematiksel model aşağıdaki şekilde formüle edilmiştir:

İndisler ve Kümeler:

i: Alternatifler indisi (Lokasyonlar), $(i \in I) \quad i = 1, \dots, 24$

j: Kriterler indisi, $(j \in J) \quad j = 1, \dots, 12$

I: Alternatiflerin kümesi $I = I_1 \cup I_2 \cup I_3$

I_1 : 1. bölgedeki alternatiflerin kümesi

I_2 : 2. bölgedeki alternatiflerin kümesi

I_3 : 3. bölgedeki alternatiflerin kümesi

J: Kriterler kümesi

Karar değişkeni ve Sapma değişkenleri:

$$x_i = \begin{cases} 1, & \text{Geçici barınma merkezi i. alternatife (lokasyona) kurulursa} \\ 0, & \text{Diğer durumlarda} \end{cases}$$

d_j^- : j. kritere ilişkin kısıttaki hedef değerden negatif sapma miktarı

d_j^+ : j. kritere ilişkin kısıttaki hedef değerden pozitif sapma miktarı

Parametreler:

p_{ij} : i. alternatifin, j. kriter altındaki uygunluk (performans) değeri

w_j : j. kriterin önem ağırlığı

A_i : i. alternatifin alanı (m^2)

Matematiksel Model:

$$\text{Min } Z = \sum_{j \in J} w_j d_j^- \quad (30)$$

s.t.

$$(\sum_{i \in I} p_{ij} x_i) + d_j^- - d_j^+ = 1; \quad \forall j \quad (31)$$

$$\sum_{i \in I_1} x_i = 1 \quad (32)$$

$$\sum_{i \in I_2} x_i = 1 \quad (33)$$

$$\sum_{i \in I_3} x_i = 1 \quad (34)$$

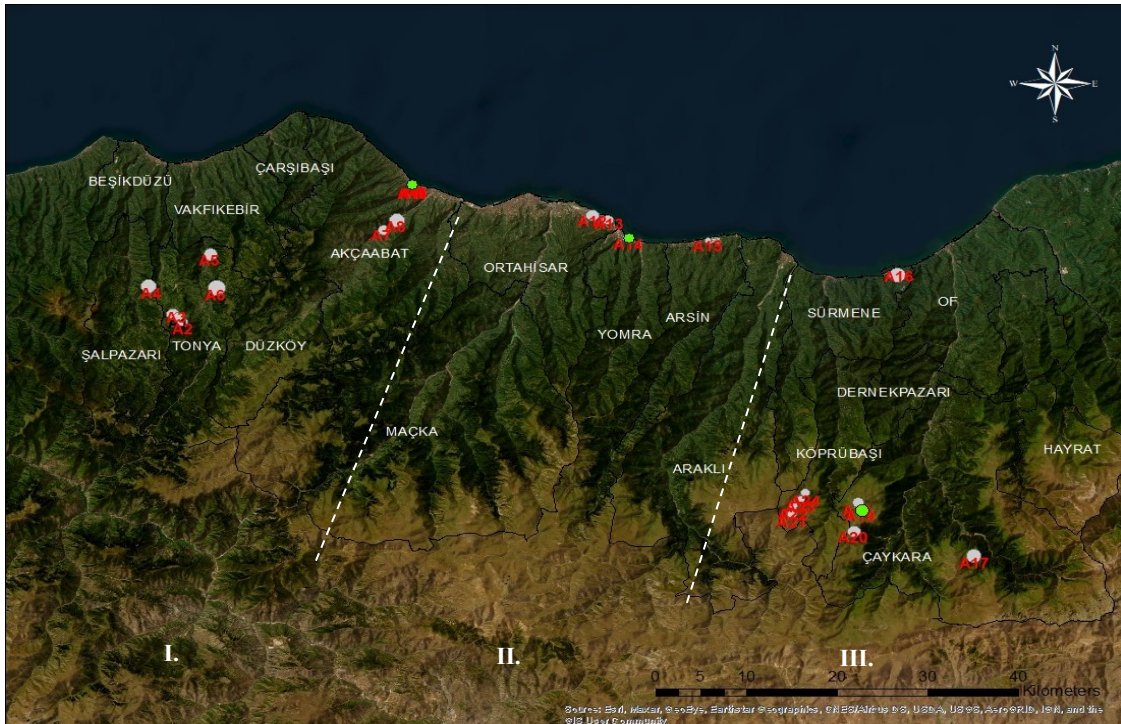
$$\sum_{i \in I} A_i x_i \geq 146250 \quad (35)$$

$$x_i \in \{0,1\}; \quad \forall i,j \quad (36)$$

$$d_j^-, d_j^+ \geq 0; \quad \forall j \quad (37)$$

Eşitlik (31), her bir kriter için oluşturulan hedef kısıttır. Bu kısıtta her bir kısıt için hedef değeri 1 olarak belirlenmiştir. Buna göre her bir kriter için oluşturulan kısıtta hedef değerden negatif yönlü sapmanın değeri amaç fonksiyonunda ağırlıklı olarak minimize edilmektedir. Burada model, tüm kısıtları eş zamanlı dikkate alarak mümkün olduğunca her bir kriter için oluşturulan hedef değeri olan 1'e en yakın performans değerine sahip alternatifi seçmeye çalışacaktır. Eşitlik (32), Eşitlik (33) ve Eşitlik (34) sırasıyla Şekil 22'deki belirtilen bölümlenmeye göre, her bir bölgede 1 adet geçici barınma merkezi kurulmasını sağlayacaktır. Eşitlik (35) ise geçici barınma merkezleri için toplam gerekli alan miktarının sağlanmasını garanti etmektedir. Eşitlik (36) ve (37) sırasıyla karar değişkenleri ve sapma değişkenleri için kısıtlamaları ifade etmektedir. GAMS programında model çözüldüğünde elde edilen sonuçlara göre A9, A14 ve A19 alternatifleri 1 değerini almıştır. Bu da Şekil 22'de gösterildiği üzere Trabzon ilinde üç ayrı bölgede kurulması planlanan geçici barınma merkezi alanlarının yeşil olarak işaretlenen bu alanlarda kurulması gerektiğini belirtmektedir. Buna göre A9 alternatifinin Akçaabat, A14 alternatifinin Yomra, A19 alternatifinin ise Çaykara ilçesinde olduğu görülmektedir. Negatif sapma değişkenlerinin ağırlıklandırılmış toplamalarının minimize edilmesini amaçladığımız amaç fonksiyon değeri de 0,387 olarak bulunmuştur.

Şekil 23: Hedef Programlama Modeli Sonucu Elde Edilen Geçici Barınma Merkezi Alternatifleri



SONUÇ ve ÖNERİLER

Son yıllarda dünya genelinde farklı ülkelerde çok sayıda kişinin yaşamını yitirmesine ve ciddi ekonomik kayıplara neden olan doğal afetler yaşanmakta olup, veriler, 2022 yılında en çok sellerin yaşandığını ve fırtınadan sonra en fazla zarara sebep olan afet olduğunu göstermektedir (CRED-2022a). Jeolojik ve meteorolojik özellikleri nedeniyle büyük can ve mal kayıplarına yol açan doğal afetlerle sık sık karşılaşan ülkelerin başında gelen Türkiye’de ise 2022 yılı meteorolojik afet dağılımına bakıldığında ise en fazla yaşanan meteorolojik afetin şiddetli yağış/sel olduğu görülmektedir (MGM, 2023). Başarılı bir afet yönetimi ile sel afetinin etkilerinin en aza indirilmesinde afet lojistiği çok önemli rol oynamaktadır. Afet lojistiği kapsamında da afet sonrası afetten etkilenen insanlara yerleşim yeri, tıbbi yardım, yiyecek temin eden ve insanları olası tehlikelere karşı koruyan uygun geçici barınma merkezi kuruluş yeri seçimi, kurumların en fazla dikkate aldıkları konudur (Jahangiri vd., 2020: 58). Bu noktadan hareketle tezin amacı, Trabzon İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü (AFAD) tarafından belirlenen afet senaryosu göz önünde bulundurularak Trabzon ili için Coğrafi Bilgi Sistemlerine dayalı ÇKKV Tekniği ile Hedef Programlama kullanılarak afetten etkilenen insanların günlük yaşamlarını devam ettirebilecekleri alternatif geçici barınma merkezi kuruluş yerlerinin belirlenmesidir. Çalışma konusunu oluşturan geçici barınma merkezlerinin belirlenmesini de içeren mekansal karar problemleri, çok sayıda alternatif ve birbiriyle çelişen, ölçülemez değerlendirme kriterlerini içermektedir (Çetinkaya vd., 2016: 219). Verilen kararın etkinliği, kriter haritalarını üretmekte kullanılan verinin kalitesine bağlı olduğundan Coğrafi Bilgi Sistemlerine Dayalı ÇKKV Teknikleri, konumsal ve konumsal olmayan verileri karar vericilerin öznel yargılarını da göz önünde bulundurarak gerekli bilgiye dönüştürecek teknikleri ve prosedürleri sağlamaktadır (Çetinkaya vd., 2018: 2). Bu yöntemler uygunluklarına göre potansiyel yerleri puanlamak için ilgili kriterleri sayısal hale getirerek karmaşık karar problemlerini analiz etmek üzere bir çerçeve sunmaktadır; böylelikle yüksek riskli bölgeler belirlenmekte, müdahale edilmesi gereken yerler önceliklendirilmekte ve hasar görebilir nüfus ortaya konmaktadır (Walker vd., 2021: 2075).

Teorik Katkıları

Çalışmada geçici barınma merkezi yer seçimi için dört aşamalı bir yaklaşım geliştirilmiştir. Uygulama kapsamında ilk aşamada ilgili literatür incelenerek ve Trabzon İl AFAD Müdürlüğü yetkilileri ile görüşülerek ilgili geçici barınma merkezi yer seçim kriterleri belirlenmiştir. Belirlenen kriterlere ilişkin konumsal veriler çeşitli kurumlardan temin edilmiştir. AHP yöntemi uygulanarak kriterlerin ağırlıkları hesaplanmış, böylelikle uygun geçici barınma merkezi yer seçimi

üzerindeki etkisi ortaya konmuştur. İkinci aşamada kriterlere ilişkin konumsal veriler Coğrafi Bilgi Sistemlerine aktararak uygun analizler gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan katmanlar Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Ağırlıklandırılmış Bindirme (Weighted Sum) analizine tabi tutulmuş ve sonunda Trabzon ili geçici barınma merkezleri kuruluş yerlerine ilişkin uygunluk haritası elde edilmiştir. Üçüncü aşamada uygunluk haritası sonucunda elde edilen alternatif alanlar içerisinde bir öncelik sıralaması yapmak amacıyla ÇKKV Tekniklerinden TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Sonrasında ilgili kriterlerin önem ağırlıkları değiştiğinde en uygun geçici barınma merkezi için belirlenen alternatiflerde meydana gelen sıralama değişikliklerini görmek amacıyla Duyarlılık Analizi yapılmıştır. Dördüncü aşamada ise uygunluk haritası sonucunda elde edilen alternatif alanların hangilerinde geçici barınma merkezlerinin kurulması gerektiğine karar verebilmek amacıyla Hedef Programlama yöntemi kullanılmıştır.

Sel afeti durumunda geçici barınma merkezi kuruluş yeri seçimine ilişkin literatür incelendiğinde bu tez çalışmasının dört aşamalı yaklaşımıyla literatürde incelenen diğer çalışmalardan çeşitli açılardan farklılaştığı görülmektedir:

- 1) Trabzon İl AFAD Müdürlüğü tarafından 2021 yılında Trabzon iline ait afet risk azaltma planı yayınlanmış, bu planda tüm ilçeler için kullanılabilecek kamuya ait misafirhaneler ve yurtlar ilk etapta afet sonrası geçici iskan alanı olarak belirtilmesine rağmen, Trabzon İl AFAD İyileştirme Şube Müdürlüğü'nde çalışan uzmanlarla yapılan görüşmeler neticesinde il ve ilçe merkezlerinde çadır ve konteyner kurulacak alanların halen kesinleşmediği ortaya konmuştur. Bu durum da Trabzon ili için uygulamada bir boşluk olarak karşımıza çıkmaktadır.
- 2) Gerçek veriler ve bir vaka analizi kullanılarak, Coğrafi Bilgi Sistemleri, ÇKKV Teknikleri ve matematiksel bir model entegre edilerek çok kriterli optimizasyon yaklaşımı önerilmiştir.
- 3) Çalışma kapsamında Trabzon ili için geçici barınma merkezi yerlerinin belirlenmesinde birbirinden farklı 12 değerlendirme kriterinin aynı anda ele alınması çalışmanın bir diğer katkısıdır.
- 4) Literatürden farklı olarak bütünleşik CBS-AHP ve TOPSIS yöntemi kullanılarak CBS ortamında elde edilen her bir kriter bazında alternatiflerin uygunluk değerleri Hedef Programlama modeline girdi olarak kullanılmıştır. Böylece bu alanların hangilerinde geçici barınma merkezlerinin kurulması gerektiğine karar verilmeye çalışılmıştır.
- 5) Uygulamanın son aşamasında kriterlerin önem ağırlıkları değiştiğinde en uygun geçici barınma merkezi için belirlenen alternatiflerde meydana gelen sıralama değişikliklerini görmek amacıyla 13 adet senaryonun göz önünde bulundurularak Duyarlılık Analizi yapılması da çalışmanın bir diğer katkısıdır.

AHP yöntemi kullanılarak hesaplanan kriter ağırlıkları incelendiğinde *Heyelan Riski Olan Alanlara Uzaklık* (K_9) (%19,55) ve *Hidrometeorolojik Tehlikeler* (K_{10}) (%16,85) kriterleri en önemli kriterler olarak tespit edilmiştir. Trabzon'un büyük kısmını riskli ve yüksek riskli alanların oluşturması ve özellikle Doğu Karadeniz Bölgesi'nde sel afetinden en çok etkilenen alanların dere yataklarında kurulmuş alanlar olmasından dolayı geçici çadır kuruluş yeri kriterlerinden *Heyelan Riski Olan Alanlara Uzaklık* ve *Hidrometeorolojik Tehlikeler* kriterlerinin ilk iki sırada çıktığı değerlendirilmektedir. En son sırada ise *Toprak Geçirgenliği* (K_1) (%3,47) kriterinin yer aldığı görülmüştür.

Kriter ağırlıkları belirlendikten sonra Ağırlıklandırılmış Doğrusal Kombinasyon (WLC) yöntemi kullanılarak geçici barınma merkezleri için uygun kurulum alanları belirlenmiştir. Bu alanlar kesinlikle uygun olmayan alanlara denk gelebileceğinden öncelikle literatür ile yönetmelik incelenerek ve uzman görüşlerinden faydalanılarak analize dahil edilmemesi gereken alanlar belirlenmiştir. Sonrasında WLC yöntemi kullanılarak elde edilen uygun alanlar ile yasaklı alan olarak ifade edilen analize dahil edilmemesi gereken alanlar karşılaştırılarak nihai Trabzon ili geçici barınma merkezi kuruluş yerleri uygunluk haritası elde edilmiştir. Bütünleşik CBS-AHP yaklaşımı sonucu elde edilen uygunluk haritasına göre Trabzon ili geçici barınma merkezi kuruluş yerleri uygunluk değerleri 0-0,516935 arasında yer almaktadır. Yüksek uygunluk değerleri geçici barınma merkezleri için en uygun alanları belirtmektedir. 0 - 0,103387 aralığı hiç uygun olmayan alanları; 0,103387 - 0,206774 aralığı uygun olmayan alanları; 0,206774 - 0,310161 aralığı az uygun alanları; 0,310161 - 0,413548 aralığı uygun alanları; 0,413548 - 0,516935 aralığı ise çok uygun alanları belirtmektedir. Trabzon ili için geçici barınma merkezi kurulumu için çok uygun alanların toplam alan içerisinde %0,25 oranına sahip olduğu görülmüştür. Uygun alanlar, toplam alan içerisinde %15,38'lik bir orana sahip iken; hiç uygun olmayan alanlar %83,69'luk bir orana sahiptir. Trabzon ilinin büyük bir kısmını tarım arazileri, ormanlar ve meralar oluşturmakta ve diğer arazi kullanım türlerine ait alan ilin küçük bir kısmını oluşturmaktadır. 5403 numaralı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu'nun 10. Maddesine göre tarım arazileri, mera arazileri, orman arazileri geçici barınma merkezleri kurulumu için uygun alanlar olmadığından ve çalışma kapsamında yasaklı alanlar olarak belirlendiğinden bu durum beklenen bir sonuçtur. Geçici barınma merkezleri uygunluk haritasında en yüksek uygunluk değerlerinin çoğunlukla Trabzon'un batısı, kuzeyi ve güneydoğusunda yer alan alanlara ait olduğu görülmüştür.

Uygunluk haritası oluşturulduktan sonra alternatif geçici barınma merkezi kuruluş yerleri belirlenmiştir. Buna göre "1- Çok Uygun" değerini alan 24 adet alternatif alan belirlenmiştir. Belirlenen alternatif alanlar değerlendirme kriterlerini sağlamaktadır. Her bir alternatif birbirinden farklı değerlere sahip raster hücrelerin birleşiminden oluştuğu için alternatif geçici barınma merkezi kuruluş yerlerinin mekânsal uygunluk değerleri (CBS puanları) kapladıkları arazide yer alan raster hücrelerin uygunluk değerlerinin ortalaması alınarak elde edilmiştir. Alternatifler CBS puanlarına göre sıralandığında A16 (Sürmene), A19 (Çaykara) ve A9 (Akçaabat) alternatiflerinin

ilk üç sırada yer aldığı ortaya konmuştur. A13 alternatifinin ise en son sırada yer aldığı görülmüştür.

Çalışma kapsamında belirlenen uygun alanlar içerisinde öncelik sıralaması yapmak amacıyla TOPSIS yönteminin kullanılması tercih edilmiştir. TOPSIS yöntemi ile elde edilen sıralama sonuçlarına göre A14, A16 ve A9 alternatifleri ilk üç sırada yer alırken, A5 alternatifi en alt sırada yer almaktadır. A14 alternatifi Yomra ilçesi Sancak mahallesinde, A16 alternatifi Sürmene ilçesi Çamburnu mahallesinde, A9 alternatifi ise Akçaabat ilçesi Dürbinar mahallesinde yer almaktadır. CBS puanlarına göre elde edilen sıralamalar ile TOPSIS yöntemi ile elde edilen sıralamaların ilk sıralar için büyük oranda örtüştüğü görülmüştür. Trabzon ilinin Müdahale Organizasyon (TAMP) şemasında yer alan afet senaryosu dahilinde 146.250 m² geçici barınma merkezi alanına ihtiyaç olma durumu göz önünde bulundurulduğunda ilk onbir alternatifin (A14, A16, A9, A15, A11, A10, A3, A6, A2, A1, A4) bu durumu sağladığı görülmektedir.

Uygulamanın sonraki aşamasında kriterlerin önem ağırlıkları değiştiğinde en uygun geçici barınma merkezi için belirlenen alternatiflerde meydana gelen sıralama değişikliklerini görmek amacıyla Duyarlılık Analizi yapılmıştır. Duyarlılık Analizi kapsamında 13 senaryo ele alınmıştır. On üç senaryo göz önünde bulundurulduğunda Akçaabat ilçesi Dürbinar mahallesinde bulunan A₉ alternatifinin senaryoların çoğunda (S₁, S₄, S₅, S₆, S₇, S₉, S₁₀, S₁₁ ve S₁₃) birinci sırada yer aldığı görülmüştür. A₉ alternatifi mevcut durumda da üçüncü sırada yer almaktadır. Ayrıca mevcut durumda olduğu gibi Tonya ilçesinde Hoşarlı-Karasu mahallelerinde bulunan A₅ alternatifinin çoğu senaryoda ya sonuncu sırada (S₄, S₈, S₉) ya da 23. sırada (S₁, S₂, S₅, S₆, S₇, S₁₀, S₁₁, S₁₃) olduğu görülmüştür.

Uygunluk haritası sonucunda elde edilen alternatif alanların hangilerinde geçici barınma merkezlerinin kurulması gerektiğine karar verebilmek amacıyla kurulan Ağırlıklı Hedef Programlama modelinde Trabzon'un doğu, batı ve orta bölgesinde birer tane geçici barınma merkezi kurulması göz önünde bulundurulmuştur. Belirlenen 24 alternatifin değerlendirme kriterleri bazında istenen değerlerden sapmalarının en aza indirilmesinin amaçlandığı model sonuçlarına göre A9, A14 ve A19 alternatifleri geçici barınma merkezi kurulumu için uygun alanlar olarak ortaya konmuştur. Buna göre Trabzon ilinin batısı için Akçaabat ilçesi Dürbinar mahallesinde yer alan A9 alternatifi, Trabzon ilinin orta kesimi için Yomra ilçesi Sancak mahallesinde bulunan A14 alternatifi, Trabzon ilinin doğusu için de Çaykara ilçesi Ataköy mahallesinde bulunan A19 alternatifi önerilmiştir.

Çalışmada belirlenen 24 alternatif geçici barınma merkezi alanı içerisinde, TOPSIS sıralama sonuçlarına göre belirlenen alanlar, alan kısıtı açısından bakıldığında nispeten dağıtılmış stratejiyi destekleyen yapıya sahip olarak düşünülebilirken; Hedef Programlama sonuçlarına göre belirlenen alanların, Trabzon ili için belirlenen üç bölgede birer tane geçici barınma merkezi kurulması göz

önünde bulundurulduğunda, merkezileştirilmiş stratejiyi destekleyen bir yapıya sahip olduğu söylenebilir. Merkezileştirilmiş strateji, kaynak ve faaliyetlerin tek bir merkezi coğrafi konumdan yürütülmesini ifade ederken; dağıtılmış strateji ise afetlere daha iyi müdahale edilebilmesini sağlamak için kaynak ve faaliyetlerin farklı coğrafi konumlarda yürütülmesini ifade etmektedir (Jahre ve Jensen, 2009: 1010). Afet lojistiği stratejileri açısından bakıldığında kullanılacak strateji afetin özelliklerine ve mevcut kaynaklara göre farklılık gösterecektir. Merkezileştirilmiş stratejide afet yönetimi kapsamında bilgi akışı, etkin kontrol ve koordinasyon daha kolay sağlanmakta olup; dağıtılmış stratejide de afete yanıt süresini iyileştiren alt bölgesel seviyede kapasite geliştirme olanağı sağlanmakta, daha esnek ve afete dirençli faaliyetler yürütülebilmektedir (Noor Sidin, 2019: 5). Bu kapsamda etkin afet müdahale planının yaşanan afetin özelliğine bakarak dinamik bir yapıya sahip olması gerekmektedir. Bundan dolayı etkin bir afet yönetim planında roller ve sorumluluklar açık bir şekilde tanımlanmalı ve gerektiği kadar dağıtık mümkün olduğu kadar da merkezileştirilmiş bir yapı belirlenmelidir (Noor Sidin, 2019: 5).

Yönetimsel Katkılar

Doğal afetlerin oluşması engellenemese de alınacak önlemler ve stratejik planlamalar, afetin doğuracağı zararların azaltılmasını ve toplum üzerindeki etkilerinin mümkün olduğu kadar en aza indirilmesini sağlayacaktır (Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2017: 4). Trabzon'un topografik ve jeolojik yapısından kaynaklanan afetsellik gibi pek çok değerlendirme faktörünün göz önünde bulundurulduğu bu çalışma, afet yöneticilerine teorik katkının yanında yönetimsel katkı da sağlamaktadır. Önerilen yaklaşım haritalandırma yaparak kritik faktörlerin değerlendirilmesinde pratik bir çözüm sunduğundan politika yapıcılara ve karar vericilere, afet yönetimi kapsamında stratejik bir karar olan güvenilir geçici barınma merkezleri kuruluş yerlerinin belirlenmesinde yol gösterici bir nitelik taşımaktadır. Önerilen yaklaşımın olası afet durumlarında farklı bölgelere ve farklı afet türlerine uygulanabilir olması da karar vericilere yardımcı olacaktır. Trabzon İl AFAD Müdürlüğü'nde çalışan uzmanlarla görüşüldüğünde belli kriterler dahilinde gözlemsel olarak bazı alternatif geçici barınma merkezi yerlerinin belirlendiği belirtilmiştir. Başarılı bir yöneticinin aynı zamanda iyi bir karar verici olması gerektiğinden sistematik karar yöntemleri ve pek çok değerlendirme kriteri kullanılarak önerilen yaklaşım sayesinde gelecekte oluşabilecek afetler karşısında daha etkin kararlar verilebilecektir. Acil durumlarda geçici barınma merkezlerinin yer seçimi için geliştirilen model, faaliyetlerin iyileştirilmesi ve süreç koordinasyonu açısından büyük önem taşımaktadır (Nappi ve Souza, 2015: 2422). Uygun geçici barınma merkezi kuruluş yerinin seçimi ile sağlanacak hizmetler, afet sonrası oluşabilecek can kayıplarının, ekonomik zararların, sosyal ve psikolojik etkilerin azalmasını sağlayacaktır. Ayrıca geçici barınma merkezleri için uygun alanların belirlenmesi, toplum afet direncinin oluşturulmasına da yardımcı olmaktadır. Geçici barınma merkezlerinin uygun alanlarda kurulması, etkin bir şekilde tasarlanması ve insanların bu konuda bilgilendirilmesi afet sonrası oluşacak karışıklığı da azaltacaktır (Alavi vd., 2022: 579). Trabzon ili için ilk etapta yurtlar ve kamu misafirhaneleri geçici barınma merkezi

ihtiyacını karşılamasına rağmen artan nüfusla beraber bunlar yetersiz kalacaktır. Bu noktada uygun geçici barınma alanları bulmak yerel yöneticiler açısından zorunluluk haline gelmiştir. Bu kapsamda önerilen yaklaşım sonucunda belirlenen 24 alternatif geçici barınma merkezi alanı Trabzon İl AFAD Müdürlüğü'nde çalışan uzmanlarla beraber gezilerek değerlendirilmiştir. Bu sayede belirlenmiş alanların zayıf yanları tespit edilebilmiştir. Bu durum olası geçici barınma merkezi alternatifleri hakkında karar vermede büyük kolaylık sağlamış ve karar vericilere uygun aksiyonları almada yönlendirici olmuştur. Önerilen yaklaşımın gelecek çalışmalar için uygulanabilir olduğu ve güzel bir kaynak olacağı söylenmiştir.

Kısıtlar

Çalışmanın bazı kısıtları mevcuttur. Çalışmanın kapsamı sadece Trabzon ili ile sınırlıdır. Alternatif geçici barınma merkezleri afet sonrası geçici barınma merkezi standartları da göz önünde bulundurularak uzmanlarla (Trabzon İl AFAD İyileştirme Şube Müdürlüğü'nde çalışan uzmanlar ve akademisyenler) tartışılarak belirlenen ve literatürde çoğunlukla ele alınan 12 değerlendirme kriteri bazında ortaya konmuştur. Bu kriterlerden farklı olarak Su Tedariği ve Elektrik Ağları kriterlerine ait veriler ilgili kurumlardan temin edilemediğinden değerlendirme kriteri olarak ele alınamamıştır. Ayrıca havaalanına uzaklık, ekolojik etmenler, kültürel miras etmenleri, akaryakıt istasyonları ve yanıcı malzeme depo alanlarına uzaklık kriterleri geçici barınma merkezi yer seçiminde literatürde çoğunlukla ele alınmadığından ve depo ve dağıtım merkezlerine uzaklık kriterine ait sağlıklı veri elde edilemediğinden değerlendirme kriteri olarak ele alınmamıştır. Çalışma tek bir afet türüne odaklanmaktadır. Ancak belirlenen değerlendirme kriterleri sel dışında farklı afet türlerinde de uygulanabilmektedir. Belirlenen kriterlerin afet türüne ve uygulama yapılan bölgeye göre farklılık göstereceği de unutulmamalıdır. Ayrıca kriterler karar vericilerin öznel yargıları kapsamında değerlendirildiğinden karar vericilerin verdikleri kararların ya da kurumlardan elde edilen verilerin değişmesi durumunda belirlenen alternatif alanlar da değişebilecektir. Çalışma kapsamında belirlenen 24 adet alternatif alandan kimileri arazi değerlendirmeleri sonucunda uygun olarak değerlendirilememiştir. Bu durum belirlenen afet senaryosu dahilinde geçici barınma merkezleri için gerekli alan kısıtı noktasında sınırlamalar getirmektedir. Karar vericilerin sadece akademisyenler ve AFAD'da çalışan uzmanlardan oluşması kısıtlar arasında yer alabilir.

Gelecek Çalışmalar İçin Öneriler

Gelecek çalışmalarda değerlendirme kriterlerinin önem derecelerinin belirlenmesinde Bulanık AHP yöntemi tercih edilebilir. Alternatif geçici barınma merkezlerinin kuruluş yerlerinin belirlenmesi amacıyla ele alınan kriterler ve sayıları çalışma alanının koşullarına göre değiştirilebilir. Farklı ÇKKV Teknikleri (VIKOR, PROMETHEE, ELECTRE, MOORA vb.) kullanılarak sonuçlar birbiriyle karşılaştırılabilir. Ayrıca alternatifleri sıralamak için de Bulanık

ÇKKV yöntemleri kullanılabilir. Çalışmada geçici barınma merkezine ihtiyaç duyan kişi sayısı bilindiğinden deterministik bir yaklaşım önerilmiştir. Ancak afet sonrası bu veri hemen ulaşılabilir olmadığından Trabzon ili için belirlenen alternatiflerden hangilerine geçici barınma merkezi kurulması gerektiğine karar vermek amacıyla kullanılan Hedef Programlama modeli, geçici barınma merkezine ihtiyaç duyan kişi sayısına göre farklı senaryolar için (5.000 kişi, 10.000 kişi vb.) çalıştırılabilir ve sonuçlar mevcut senaryo ile karşılaştırılabilir. Bunların haricinde geçici barınma merkezlerinin kurulacağı alanlar sadece mülkiyeti kamuya ait alanlar olarak belirlenebilir. İlave olarak 5403 numaralı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu'nun 13. maddesine dayanarak alternatif alan bulunmaması durumunda doğal afet sonrası ortaya çıkan geçici yerleşim yeri ihtiyacını karşılamak için tarım alanlarının amaç dışı kullanımına Bakanlık tarafından izin verildiğinden, yasaklı olarak kabul edilen tarım alanları da analize dahil edilerek elde edilen alternatif geçici barınma merkezleri konumları mevcut çalışmanın sonuçlarıyla karşılaştırılabilir. Ek olarak çalışmada belirlenen kriterler sel afetinin yanında farklı afet türlerine ve farklı bölgelere uygulanabilir. Şehir planlamacıları, KIZILAY gibi farklı aktörler de karar vericiler grubuna dahil edilerek analiz yapılabilir.

KAYNAKÇA

- Academy of Disaster Reduction and Emergency Management (ADREM) vd. (2020), “2019 Global Natural Disaster Assessment Report”, https://www.preventionweb.net/files/73363_2019globalnaturaldisasterassessment.pdf (01.09.2020).
- Adayeye, Ademola David ve Oyawale, Festus Adekunle (2010), “Multi-objective methods for welding flux performance optimization”, **Materials and Geoenvironment**, 57(2), 251-270.
- AFAD (2014), T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, “Açıklamalı Afet Yönetimi Terimleri Sözlüğü”, <https://www.afad.gov.tr/aciklamali-afet-yonetimi-terimleri-sozlugu> (05.03.2020).
- _____ (2015), T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, “Geçici Barınma Merkezlerinin Kurulması, Yönetimi ve İşletilmesi Hakkında Yönerge”, <https://www.aile.gov.tr/uploads/athgm/uploads/pages/goc-afet-ve-acil-durumlarda-psikososyal-destek/gecici-barinma-merkezlerinin-kurulmasi-yonetimi-ve-isletilmesi-hakkinda-yonerge.pdf> (18.12.22).
- Aghaie, Sepide ve Karimi, Behrooz (2022), “Location-allocation-routing for emergency shelters based on geographical information system (ArcGIS) by NSGA-II (case study: Earthquake occurrence in Tehran (District-1))”, **Socio-Economic Planning Sciences**, 1-16, <https://doi.org/10.1016/j.seps.2022.101420>.
- Agostinho, Camilla F. (2013), “Humanitarian Logistics: How to help even more?”, 6th IFAC Conference on Management and Control of Production and Logistics, **The International Federation of Automatic Control**, September 11-13, Fortaleza, Brazil.
- Ahmadi, Morteza vd. (2015), “A humanitarian logistics model for disaster relief operation considering network failure and standard relief time: A case study on San Francisco district”, **Transportation Research Part E**, 75, 145-163.
- Ahmadlou, Mohammad vd. (2020), “Flood susceptibility mapping and assessment using a novel deep learning model combining multilayer perceptron and autoencoder neural networks”, **Journal of Flood Risk Management**, 14, 1-22.
- Ahmed, Naser vd. (2021), “Flood risk assessment: role of mitigation capacity in spatial flood risk mapping”, **Geocarto International**, 1-23.

- Ajibade, Fidelis Odedishemi vd. (2021), "Flood-prone area mapping using GIS-based analytical hierarchy frameworks for Ibadan city, Nigeria", **Journal of Multi-Criteria Decision Analysis**, 28, 283-295.
- Akgul, Mustafa vd. (2022), "A new approach to spatial risk analysis in the long-term (1950–2020) assessment of natural disasters (avalanche, landslide, rockfall, food) in Turkey", **Natural Hazards**, <https://doi.org/10.1007/s11069-022-05528-z>.
- Akpınar, Muhammet Enes ve Nişancı, Zehra Nuray (2021), "Analytical hierarch process based temporary shelter site selection for post-disaster emergency situations", **İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 20(42), 1368-1381.
- Aktürk, Gül ve Hauser, Stephan J. (2021), "Detection of disaster-prone vernacular heritage sites at district scale: The case of Fındıklı in Rize, Turkey", **International Journal of Disaster Risk Reduction**, 58, 1-12.
- Alam, MD Jahedul vd (2021), "Shelter locations in evacuation: A Multiple Criteria Evaluation combined with flood risk and traffic microsimulation modeling", **International Journal of Disaster Risk Reduction**, 53, 1-10.
- Alam, Teg (2022), "Modeling and Analyzing a Multi-Objective Financial Planning Model Using Goal Programming", **Applied System Innovation**, 5(128), 1-10.
- Alavi, Mahsa Shariat vd. (2022), "Post-disaster sheltering process after the 2019 floods, in Golestan province, Iran", **International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment**, 13(5), 568-582.
- Alexander, David E. (2002), **Principles of emergency planning and management**, Oxford University Press, UK.
- AlSukker, Akram vd. (2022), "Flood Risk Map Using a Multi-Criteria Evaluation and Geographic Information System: Wadi Al-Mafraq Zone", **Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering**, 16(2), 291-300.
- Aman, Doga Dinemis ve Aytac, Gulsen (2022), "Multi-criteria decision making for city-scale infrastructure of post-earthquake assembly areas: Case study of Istanbul", **International Journal of Disaster Risk Reduction**, 67, 102668, 1-14.
- Aşıkkutlu, Hüseyin Samet vd. (2021), "Determination of Temporary Shelter Areas by the Analytic Hierarchy Process Method: The Case of Burdur City Center, Turkey", **Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology**, 9(4), 807-813.

- Attfield, Ian vd. (2002), **Improving Micro-Planning in Education** through a Geographical Information System: Studies on Ethiopia and Palestine, School map, IIEP (International Institute for Educational Planning) Publishing, Paris.
- Aydin, Mehmet Cihan ve Birincioğlu, Elif Sevgi (2022), “Flood risk analysis using gis-based analytical hierarchy process: a case study of Bitlis Province”, **Applied Water Science**, 12:122, 1-10.
- Balcı, İhsan vd. (2000), “Coğrafi Bilgi Sistemi”, **Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi**, 1, 115-132.
- Balcik, Burcu vd. (2010), “Coordination in humanitarian relief chains: Practices, challenges and opportunities”, **International Journal of Production Economics**, 126, 22–34.
- Balcik, Burcu ve Beamon, Benita M. (2008), “Facility location in humanitarian relief”, **International Journal of Logistics: Research and Applications**, 11(2), 101-121.
- Bashawri, Abdulrahman vd. (2014), “An Overview of The Design of Disaster Relief Shelters”, **Procedia Economics and Finance**, 18, 924-931.
- Baumgartner, Michael F. ve Apfl, Gabriela M. (1996), “Remote sensing and geographic information systems”, **Hydrological Sciences Journal**, 41(4), 593-607.
- Bayram, Vedat vd. (2015), “Compromising system and user interests in shelter location and evacuation planning”, **Transportation Research Part B**, 72, 146–163.
- Beamon, Benita M. ve Kotleba, Stephen A. (2006), “Inventory modelling for complex emergencies in humanitarian relief operations”, **International Journal of Logistics: Research and Applications**, 9(1), 1-18.
- Bera, Somnath vd. (2023), “Assessment of shelter location-allocation for multi-hazard emergency evacuation”, **International Journal of Disaster Risk Reduction**, 84, 103435, 1-12.
- Blecken, Alexander (2010), “Supply chain process modelling for humanitarian organizations”, **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, 40(8/9), 675-692.
- Boonmee, Chawis vd. (2017a), “Facility location optimization model for emergency humanitarian logistics”, **International Journal of Disaster Risk Reduction**, 24, 485-498.
- _____ (2017b), “A Bi-Criteria Optimization Model for Hierarchical Evacuation and Shelter Site Selection under Uncertainty of Flood Events”, **Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies**, 12, 251-268.

- _____ (2017c), “Improving Evacuation Planning and Shelter Site Selection For Flood Disaster: Thai Flooding Case Study”, **Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. D3 (Infrastructure Planning and Management)**, 73(5), 253-267.
- Burrough, P.A. (1986), “Principles of geographical information systems for land resources assessment”, **Geocarto International**, 3(1), 54.
- Cai, Shun Yao vd. (2021), “Flooding Risk Assessment and Analysis Based on GIS and the TFN-AHP Method: A Case Study of Chongqing, China”, **Atmosphere**, 12, 623, 1-26.
- Camacho-Vallejo, José-Fernando vd. (2015), “A bi-level optimization model for aid distribution after the occurrence of a disaster”, **Journal of Cleaner Production**, 105, 134-145.
- Carter, W. Nick (2008), **Disaster Management: A Disaster Manager’s Handbook**, Asian Development Bank, Mandaluyong City, Phil.
- Caunhye, Aakil M. vd. (2016), “A location-routing model for prepositioning and distributing emergency supplies”, **Transportation Research Part E**, 90, 161-176.
- Celik, Erkan (2017), “A cause and effect relationship model for location of temporary shelters in disaster operations management”, **International Journal of Disaster Risk Reduction**, 22, 257–268.
- Celik, Erkan vd. (2017), “A stochastic location and allocation model for critical items to response large-scale emergencies: A case of Turkey”, **An International Journal of Optimization and Control: Theories & Applications**, 7(1), 1-15.
- Ceylan, Şeyma ve Yılmaz, Işık (2020), “Orta ölçekli yerleşime uygunluk planlarının CBS tabanlı analitik hiyerarşi süreci (AHS) kullanılarak hazırlanması: Sivas il merkezi örneği”, **Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi**, 26(3), 545-558.
- Chakraborty, Omprakash vd. (2018), “A multi-objective framework for analysis of road network vulnerability for relief facility location during flood hazards: A case study of relief location analysis in Bankura District, India”, **Transaction in GIS**, 22, 1064 -1082.
- Chakraborty, Subhankar ve Mukhopadhyay, Sutapa (2019), “Assessing food risk using analytical hierarchy process (AHP) and geographical information system (GIS): application in Coochbehar district of West Bengal, India”, **Natural Hazards**, 99, 247-274.
- Chanta, Sunarin ve Sangsawang, Ornurai (2012), “Shelter-site selection during flood disaster”, **Lecture Notes in Management Science**, 4, 282–288.
- Charnes, Abraham vd. (1955), “Optimal Estimation of Executive Compensation by Linear Programming”, **Management Science**, 1(2), 138-151.

- Chelariu, Oana-Elena vd. (2022), “A GIS-Based Model for Flood Shelter Locations and Pedestrian Evacuation Scenarios in a Rural Mountain Catchment in Romania”, **Water**, 14, 3074, 1-18.
- Chen, Yi vd. (2021), “A GIS-Based Approach for Flood Risk Zoning by Combining Social Vulnerability and Flood Susceptibility: A Case Study of Nanjing, China”, **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 18, 11597, 1-17, <https://doi.org/10.3390/ijerph182111597>
- Chen, Yu (2022), “Flood hazard zone mapping incorporating geographic information system (GIS) and multi-criteria analysis (MCA) techniques”, **Journal of Hydrology**, 612, 128268, 1-13.
- Choi, Yu Ra vd. (2020), “A planning guide for temporary disaster shelters focusing on habitability”, **Indoor and Built Environment**, 29(10), 1412-1424.
- Coppola, Damon P. (2006), **Introduction to International Disaster Management**, Butterworth Heinemann, Oxford, UK.
- CRED (2021), “2021 Disasters in Numbers”, <https://www.emdat.be/publications> (19.12.2022).
- _____ (2022a), “2022 Disasters in Numbers”, <https://www.emdat.be/publications> (19.12.2022).
- _____ (2022b), “CRED Crunch 65 -Technological Disasters: Trends & Transport accidents”, <https://www.emdat.be/publications> (19.12.2022).
- Çağatay, Uluç ve Bayrakdaroğlu, Ali (2013), “Konut Finansman Sisteminde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanılabilirliği”, **Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi**, 5(1), 101-112.
- Çeliker, Murat vd. (2020), “Bingöl İl Merkezinde Taşkın Yayılım Alanlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri ve HEC-RAS ile Belirlenmesi”, **Doğal Afetler ve Çevre Dergisi**, 6(2), 354-365.
- Çetinkaya, Cihan vd. (2016), “GIS-based fuzzy MCDA approach for siting refugee camp: A case study for southeastern Turkey”, **International Journal of Disaster Risk Reduction**, 18, 218–231.
- _____ (2018), "Evaluation of ecotourism sites: a GIS-based multi-criteria decision analysis", **Kybernetes**, 1-23.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2018), “Türkiye’nin Yedinci Ulusal Bildirimi”, https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/icerikler/yed-nc--ulusal-b-ld-r-m_20190909092640.pdf (07.12.2020).
- Çınar, Ali Kemal vd. (2018), “Afet Sonrası Acil Toplanma ve Geçici Barınma Alanlarının Planlanmasındaki Faktörlerin İncelenmesi: İzmir-Karşıyaka Örneği”, **Planlama**, 28(2):179-200.

- Darvishi, Davood vd. (2022), “Assessing the Location of Relief Centers Using a Combination of Multi-Criteria Decision-Making Methods and GIS (Case Study: District 18 of Tehran)”, **International Journal of Research in Industrial Engineering**, 11(1), 16-29.
- Das, Biswajit vd. (2019), “Living with floods through geospatial approach: a case study of Arambag C.D. Block of Hugli District, West Bengal, India”, **SN Applied Sciences**, 1(329), <https://doi.org/10.1007/s42452-019-0345-3>.
- Dash, Nicole (1997), “The Use of Geographic Information Systems in Disaster Research”, **International Journal of Mass Emergencies and Disasters**, 15(1), 135-146.
- Dayanır, Hande vd. (2022), “Delphi Yöntemi Kullanarak Afet Sonrası Geçici Barınma Alanı Seçimi ve Planlaması Ölçütlerinin Belirlenmesi: İzmir/Seferihisar Örneği”, **Doğal Afetler ve Çevre Dergisi**, 8(1), 87-102.
- Deb, Kalyanmoy (1999). “Solving Goal Programming Problems Using Multi-Objective Genetic Algorithms”, **1999 Congress on Evolutionary Computation**, 6-9 July, Washington.
- Demir, Elif vd. (2011), “Afet-Acil Durum Yönetimine Yönelik Coğrafi Veri Modelinin Tasarlanması: Yangın Örneği”, **TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı**, 18-22 Nisan 2011, Ankara, 1-8.
- Demirci, Ali ve Karakuyu, Mehmet (2004), “Afet Yönetiminde Coğrafi Bilgi Teknolojilerinin Rolü”, **Doğu Coğrafya Dergisi**, 12, 67-100.
- Díaz-Delgado, Carlos ve Iniestra, Juan Gaytán (2014), “Flood Risk Assessment in Humanitarian Logistics Process Design”, **Journal of Applied Research and Technology**, 12, 976-984.
- Doğan, Hakan vd. (2022a), “2021 Yılı Meteorolojik Afetler Değerlendirmesi”, <https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/raporlar/afetlerraporu2021.pdf> (19.12.22).
- _____ (2022b), “Türkiye Meteorolojik Afetler Değerlendirmesi (2010-2021)”, <https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/raporlar/meteorolojikafetler2010-2021.pdf> (19.12.22).
- Doorga, Jay R.S. vd. (2022), “GIS-based multi-criteria modelling of flood risk susceptibility in Port Louis, Mauritius: Towards resilient flood management”, **International Journal of Disaster Risk Reduction**, 67, 1-17.
- Dönmez, Zehranaz vd. (2021), “Humanitarian facility location under uncertainty: Critical review and future prospects”, **Omega**, 102, 102393.
- Drakaki, Maria vd. (2018), “An intelligent multi-agent based decision support system for refugee settlement siting”, **International Journal of Disaster Risk Reduction**, 31, 576–588.

- Du, Bo vd. (2020), “A two-stage robust model for a reliable p -center facility location problem”, **Applied Mathematical Modelling**, 77, 99-114.
- Duan, Yu vd. (2022), “Assessment and spatiotemporal analysis of global flood vulnerability in 2005–2020”, **International Journal of Disaster Risk Reduction**, 80(1), 103201, 1-16.
- Duran, Serhan vd. (2013), “Humanitarian Logistics: Advanced Purchasing and Pre-Positioning of Relief Items”, **Handbook of Global Logistics: Transportation in International Supply Chains, International Series in Operations Research & Management Science**, 181, 2012th Edition içinde (447-462), Springer, New York.
- EMDAT (2020a), <https://www.emdat.be/classification> (27.11.2020).
- _____ (2020b), <https://www.emdat.be/publications> (01.12.2020).
- Erden, Turan ve Karaman, Himmet (2012), “Analysis of earthquake parameters to generate hazard maps by integrating AHP and GIS for Küçükçekmece region”, **Natural Hazards and Earth System Sciences**, 12, 475–483.
- ESRI (2000), “GIS Technology for Disasters and Emergency Management”, <https://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/disastermgmt.pdf>.may (21.02.2023).
- _____ (2023), “ESRI Kimdir?”, <https://www.esri.com.tr/tr-tr/hakkinda/esri-kimdir> (22.02.2023).
- Fang, Xi vd. (2018), “Research on Improved NSGA-II Algorithm and Its Application in Emergency Management”, **Hindawi Mathematical Problems in Engineering**, 1-14.
- Fava, Paola Rosa vd. (2010), **The Use of Geographic Information Systems for Disaster Risk Reduction Programmes in Africa**, Cooperazione Internazionale, COOPI, Malawi.
- Feizizadeh, Bakhtiar vd. (2021), “An integrated approach of GIS and hybrid intelligence techniques applied for flood risk modeling”, **Journal of Environmental Planning and Management**, 64(3), 485-516.
- Félix, Daniel vd. (2013), “Temporary housing after disasters: A state of the art survey”, **Habitat International**, 40, 136-141.
- Gacu, Jerome G. vd. (2022), “Flood Risk Assessment Using GIS-Based Analytical Hierarchy Process in the Municipality of Odiongan, Romblon, Philippines”, **Applied Sciences**, 12, 9456, 1-31.
- Gama, Melissa vd. (2016), “A multi-period shelter location-allocation model with evacuation orders for flood disasters”, **EURO Journal on Computational Optimization**, 4, 299–323.
- George, Sekar Leo vd. (2022), “Multi-Data Geospatial Approach for Understanding Flood Risk in the Coastal Plains of Tamil Nadu, India”, **Earth**, 3, 383-400.

- Geng, Shaoqing vd. (2021), “A Hybrid Approach of VIKOR and Bi-Objective Decision Model for Emergency Shelter Location– Allocation to Respond to Earthquakes”, **Mathematics**, 9, 1-29.
- Gerdan, Serpil (2018), “GIS-based Decision-Support System Applications in Disaster Management”, **Yönetim ve Ekonomi**, 25(3), 961-979.
- Ghosh, Abhishek ve Kar, Shyamal Kumar (2018), “Application of analytical hierarchy process (AHP) for flood risk assessment: a case study in Malda district of West Bengal, India”, **Natural Hazards**, 94, 349-368.
- Godschall, Sarah vd. (2020), “A Decision Process for Optimizing Multi-Hazard Shelter Location Using Global Data”, **Sustainability**, 12, 6252, 1-18.
- Goldman, Karen Denard ve Schmalz, Kathleen Jahn (2000), “The Gist of GIS (Geographic Information Systems), **Health Promotion Practice**, 1(1), 11-14.
- Gökgöz, Berru İzel vd. (2020), “Acil Durum Toplanma Alanlarının AHP Yöntemi ile Değerlendirilmesi”, **Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi**, 19, 935-945.
- Gür, Seyda ve Eren, Tamer (2018), “Scheduling and Planning in Service Systems with Goal Programming: Literature Review”, **Mathematics**, 265(6), 1-16.
- Haggag, Azza G. Vd. (2022), “Emergency camps design using analytical hierarchy process to promote the response plan for the natural disasters”, **Architectural Engineering and Design Management**, 1-18, <https://doi.org/10.1080/17452007.2022.2125359>.
- Hallak, Jamil vd. (2019), “Determining shelter locations in conflict areas by multiobjective modeling: A case study in northern Syria”, **International Journal of Disaster Risk Reduction**, 38, 101202.
- Ha-Mim, Nur Mohammad (2022), “Employing multi-criteria decision analysis and geospatial techniques to assess flood risks: A study of Barguna district in Bangladesh”, **International Journal of Disaster Risk Reduction**, 77, 103081, 1-17.
- He, Lei ve Xie, Ziang (2022), “Optimization of Urban Shelter Locations Using Bi-Level Multi-Objective Location-Allocation Model”, **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 19, 4401, 1-18.
- Hiassat, Abdelhalim vd. (2017), “A genetic algorithm approach for location-inventory-routing problem with perishable products”, **Journal of Manufacturing Systems**, 42, 93-103.
- Hosseini, Sayyed Mohammad Ali vd. (2016), “Multicriteria Decision-Making Method for Sustainable Site Location of Post-Disaster Temporary Housing in Urban Areas”, **Journal of Construction Engineering and Management**, 142(9), 1-13.

- Hosseini, K. Amini vd. (2022), “A new index-based model for site selection of emergency shelters after an earthquake for Iran”, **International Journal of Disaster Risk Reduction**, 77, 1-13.
- Idrees, Mohammed O. vd. (2022), “Urban flood susceptibility mapping in Ilorin, Nigeria, using GIS and multi-criteria decision analysis”, **Modeling Earth Systems and Environment**, 8, 5779-5791.
- Ignizio, James P. (1985), **Introduction to Linear Goal Programming**, SAGE, Iowa.
- İlerisoy, Zeynep Yeşim vd. (2022), “Selection of Emergency Shelter Areas Using Multi-Criteria Decision-Making Techniques: An Assessment of the Case of Erciş-Van, Turkey”, **Periodica Polytechnica Architecture**, 53(1), 23-34.
- Internal Displacement Monitoring Centre (IDMC) (2022), “Global Report on Internal Displacement, 2022”, https://www.internal-displacement.org/sites/default/files/publications/documents/IDMC_GRID_2022_LR.pdf (19.12.2022).
- International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies (IFRC) (2013), **Post-disaster shelter: Ten designs**, International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, Geneva.
- _____ (IFRC), <https://www.ifrc.org/en/what-we-do/disaster-management/about-disasters/what-is-a-disaster/> (06.03.2020).
- International Organization for Migration (IOM) (2012), **Transitional Shelter Guidelines**, Shelter Centre, Switzerland.
- Isahak, Anizan vd. (2018), “Delineating risk zones and evaluation of shelter centres for flood disaster management along the Pahang River Basin, Malaysia”, **Jambá: Journal of Disaster Risk Studies**, 10(1), 1-7.
- Ishizaka, Alessio ve Nemery, Philippe (2013), **Multi-criteria Decision Analysis: Methods and Software**, Wiley, 1st Edition.
- Ismiati, Feni vd. (2020), “Determining location of tsunami disaster temporary evacuation shelter (TES) utilizes network analysis in City of Makassar, South Sulawesi Province”, **IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science**, 500, 1-7.
- Jahangiri, Katayoun vd. (2020), “Site selection criteria for temporary sheltering in urban environment”, **International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment**, 11(1), 58-70.
- Jahre, Marianne ve Jensen, Leif-Magnus (2009), “Theory development in humanitarian logistics: a framework and three cases”, **Management Research News**, 32(11), 1008-1023.

- Jayaraman, Raja vd. (2017), “A Weighted Goal Programming model for planning sustainable development applied to Gulf Cooperation Council Countries”, **Applied Energy**, 185, 1931-1939.
- Jiang, Weiguo vd. (2009), “Risk assessment and validation of flood disaster based on fuzzy mathematics”, **Progress in Natural Science**, 19, 1419-1425.
- Jiang, Xue vd. (2018), “A practical approach to constructing hierarchical networks for urban hazard mitigation planning using GIS: The case of Futian, Shenzhen”, **International Journal of Disaster Risk Reduction**, 28, 629–639.
- Johnson, Cassidy (2007a), “Impacts of prefabricated temporary housing after disasters:1999 earthquakes in Turkey”, **Habitat International**, 31, 36–52.
- _____ (2007b), “Strategic planning for post-disaster temporary housing”, **Disasters**, 31(4), 435–458.
- Junian, Javad ve Azizifar, Valiollah (2018), “The Evaluation of Temporary Shelter Areas Locations Using Geographic Information System and Analytic Hierarchy Process”, **Civil Engineering Journal**, 4(7), 1678-1688.
- Kadıoğlu, Mikdat (2012), **Türkiye’de İklim Değişikliği Risk Yönetimi**, Türkiye’nin İklim Değişikliği II. Ulusal Bildiriminin Hazırlanması Projesi Yayını, Ankara.
- Kapluhan, Erol (2014), “Coğrafi Bilgi Sistemleri’nin (CBS) Coğrafya Öğretiminde Kullanımının Önemi ve Gerekliliği”, **Marmara Coğrafya Dergisi**, 29, 34-59.
- Kar, Bandana ve Hodgson, Michael E. (2008), “A GIS-Based Model to Determine Site Suitability of Emergency Evacuation Shelters”, **Transactions in GIS**, 12(2), 227-248.
- Kavzoğlu, Taşkın. vd. (2010), “CBS Tabanlı Çok Kriterli Karar Analizi Yöntemiyle Heyelan Duyarlılık Haritasının Üretilmesi: Trabzon İli Örneği”, **3. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu (UZALCBS'2010)**, 11-13 Ekim 2010, Gebze.
- Khalilpourazari, Soheyl ve Pasandideh, Seyed Hamid Reza (2021), Designing emergency food evacuation plans using robust optimization and artificial intelligence”, **Journal of Combinatorial Optimization**, 41, 640-677.
- Kılıcı, Fırat (2012), **A Decision Support System For Shelter Site Selection With GIS Integration: Case For Turkey**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Bilkent Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kılıcı, Fırat vd. (2015), “Locating temporary shelter areas after an earthquake: A case for Turkey”, **European Journal of Operational Research**, 243, 323–332.

- Kınay, Ömer Burak vd. (2018), “Modeling the shelter site location problem using chance constraints: A case study for Istanbul”, **European Journal of Operational Research**, 270, 132–145.
- Kilicoglu, Cem (2022), “GIS-based multicriteria decision analysis for settlement areas: a case study in Canik”, **Environmental Science and Pollution Research**, 29, 35746-35759.
- Kittipongvises, Suthirat vd. (2020), “AHP-GIS analysis for flood hazard assessment of the communities nearby the world heritage site on Ayutthaya Island, Thailand”, **International Journal of Disaster Risk Reduction**, 48, 1-17.
- Kongsomsaksakul, Sirisak vd. (2005), “Shelter location-allocation model for flood evacuation planning”, **Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies**, 6, 4237-4252.
- Kovács, Gyo“ngyi ve Spens, Karen M. (2007), “Humanitarian logistics in disaster relief operations, **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, 37(2), 99-114.
- Kulshrestha, Ashish vd. (2011), “Robust Shelter Locations for Evacuation Planning with Demand Uncertainty”, **Journal of Transportation Safety & Security**, 3, 272–288.
- Kumsa, Amanuel ve Feyisso, Firesew (2022), “Applications of Geospatial Science and Technology in Disaster Risk Management”, **Journal of Robotics and Automation Research**, 3(3), 270-281.
- Kunz, Nathan vd. (2014), “Investing in disaster management capabilities versus pre-positioning inventory: A new approach to disaster preparedness”, **International Journal of Production Economics**, 157, 261-272.
- Kusumo, Adya Ninggar Laras vd. (2017), “Utilising volunteered geographic information to assess resident's flood evacuation shelters. Case study: Jakarta”, **Applied Geography**, 88, 174-185.
- Leal da Silva, Lucas Borges (2020), “GIS-based multidimensional decision model for enhancing flood risk prioritization in urban areas”, **International Journal of Disaster Risk Reduction**, 48, 1-15.
- Lee, Yoon-Ha vd. (2021), “A hierarchical flood shelter location model for walking evacuation planning”, **Environmental Hazards**, 20(4), 432-455.
- Levy, Jason K. (2005), “Multiple criteria decision making and decision support systems for flood risk management”, **Stochastic Environmental Research and Risk Assessment**, 19, 438–447.

- Liu, Qiang vd. (2011), "Selection of emergency shelter sites for seismic disasters in mountainous regions: Lessons from the 2008 Wenchuan Ms 8.0 Earthquake, China", **Journal of Asian Earth Sciences**, 40, 926–934.
- Liu, Fenglian vd. (2016), "Global research trends of geographical information system from 1961 to 2010: a bibliometric analysis", **Scientometrics**, 106, 751-768.
- Liu, Jiafu vd. (2017), "Storm flood risk zoning in the typical regions of Asia using GIS technology", **Natural Hazards**, 87, 1691-1707.
- Ma, Yunjia vd. (2019), "Site Selection Models in Natural Disaster Shelters: A Review", **Sustainability**, 11, 399, 1-24.
- Mabahwi, Nurul Ashikin Binti (2020), "GIS-based multi-criteria analysis to identify site suitability of flood shelters in Kuantan, Malaysia", **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, 799, 012027, 1-14.
- Majlingová, Andrea vd. (2018), "GIS Applications in the Disaster Management – an Overview", **Delta**, 12(1), 44-81.
- Manawongcharoen, Pattaramone ve Panbamrungkij, Thitirat (2021), "A Flood Damage and Shelter Need Assessment: A Case Study of Mueang Sing Buri, Thailand", **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, 884, 012025, 1-12.
- Martin, Timothy ve Pooley, Michael (1995), **GIS Technology for Disaster Management A Pilot Study**, Irrigation Support Project for Asia and the Near East, USA.
- Mehra, K.S., vd. (2023), "Experimental investigation of emission characteristics of CI engine using biodiesel-diesel blends and best fuel selection: An AHP-TOPSIS approach", **Materials Today: Proceedings**, <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.02.237>.
- Mejia-Argueta, Christopher vd. (2018), "Multicriteria optimization approach to deploy humanitarian logistic operations integrally during floods", **International Transactions in Operational Research**, 25, 1053–1079.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) (2023), "2022 Yılı İklim Değerlendirmesi", <https://mgm.gov.tr/FILES/iklim/yillikiklim/2022-iklim-raporu.pdf> (31.03.2023).
- Mısır, Mehmet (2001), **Çok Amaçlı Orman Amenajman Planlarının Coğrafi Bilgi Sistemlerine Dayalı Olarak Amaç Programlama Yöntemiyle Düzenlenmesi**, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Mishra, Kanchan ve Sinha, Rajiv (2020), "Flood risk assessment in the Kosi megafan using multi-criteria decision analysis: A hydro-geomorphic approach", **Geomorphology**, 350, 1-19.

- Mitra, Rajib ve Das, Jayanta (2022), “A comparative assessment of food susceptibility modelling of GIS-based TOPSIS, VIKOR, and EDAS techniques in the Sub-Himalayan foothills region of Eastern India”, **Environmental Science and Pollution Research**, <https://doi.org/10.1007/s11356-022-23168-5>.
- Moeiny, Ehsan ve Mokhlesi, Javad (2011), **Management of Relief Supply Chain & Humanitarian Aid Logistics through Supply Chain Resilience**, Master of Science, University of Boras, School of Engineering.
- Moghri, Ali ve Khalili, Ahmadsreza (2022), “Investigating the influential post-disaster factors in determining the optimal location of shelters: A case study, Sarpol-e Zahab, Kermanshah province, Iran”, **Frontiers of Architectural Research**, 11, 846-864.
- Moğulkoç, İrfan (2019), **Afet Sonrası Geçici Barınma Alanlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Tespit Edilmesi: Sivas İli Örneği**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Mühendisliği Ana Bilim Dalı.
- Mohamadi, Ahmad vd. (2019), “Fuzzy multi-objective stochastic programming model for disaster relief logistics considering telecommunication infrastructures: a case study”, **Operational Research - An International Journal**, 19, 59-99.
- Msabi, Michael M. ve Makonyo, Michael (2021), “Flood susceptibility mapping using GIS and multi-criteria decision analysis: A case of Dodoma region, central Tanzania”, **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, 21, 100445, 1-12.
- Mujib, Muhammad Asyroful vd. (2021). “Assessment of Flood Hazard Mapping Based on Analytical Hierarchy Process (AHP) and GIS: Application in Kencong District, Jember Regency, Indonesia”, **Geosfera Indonesia**, 6 (3), 353-376.
- Musungu, Kevin vd. (2012). “Using Multi-criteria Evaluation and GIS for Flood Risk Analysis in Informal Settlements of Cape Town: The Case of Graveyard Pond”, **South African Journal of Geomatics**, 1(1), 77-91.
- Nappi, Manuela Marques Lalane ve Souza, João Carlos (2015), “Disaster management: hierarchical structuring criteria for selection and location of temporary shelters”, **Natural Hazards**, 75, 2421-2436.
- Nappi, Manuela Marques Lalane vd. (2019), “Multi-criteria decision model for the selection and location of temporary shelters in disaster management”, **Journal of International Humanitarian Action**, 4(16), 1-19.

- Nasution, Irham Walad (2017), “Doğal Afetler Sonrasında Kullanılacak Geçici Barınak Tasarımı Üzerine Bir Çalışma: Endonezya – Sinabung Örneği”, **Journal of Natural Hazards and Environment**, 3(2), 93-111.
- Noor Sidin, Noor Haryantie vd. (2019), “A Data Integration Model for Multi-Agency Assets in Disaster Logistic Management”, **ASM Science Journal**, 12, 1-11.
- Nyimbili, Penjani Hopkins vd. (2018), “Integration of GIS, AHP and TOPSIS for earthquake hazard analysis”, **Natural Hazards**, 92, 1523-1546.
- Ogonowski, Piotr (2022), “Integrated AHP and TOPSIS Method in the Comparative Analysis of the Internet Activities”, **Procedia Computer Science**, 207, 4409-4418.
- Oloruntoba, Richard ve Gray, Richard (2006), “Humanitarian aid: an agile supply chain?”, **Supply Chain Management: An International Journal**, 11(2), 115–120.
- Omidvar, Babak vd. (2013), “Temporary site selection and decision making methods: a case study of Tehran, Iran”, **Disasters**, 37(3), 536–553.
- Ommi, Salma ve Janalipour, Milad (2022), “Selection of shelters after earthquake using probabilistic seismic aftershock hazard analysis and remote sensing”, **Natural Hazards**, 113, 345-363.
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, “Taşkın Yönetimi”, https://kutuphane.tarimorman.gov.tr/pdf_goster?file=5fc37e27151a23786b554b75b36abaa4&search=Ta%C5%9Fk%C4%B1n+y%C3%B6netimi+%5C#book/7 (12.02.2023).
- Ömürgönülşen, Mine ve Menten, Cem (2021), “Bulanık TOPSIS Yöntemi ile Ankara İli İçin Olası Afet Sonrası Geçici Barınma Alanlarının Seçimi”, **Doğal Afetler ve Çevre Dergisi**, 7(1), 159-175.
- Öncü, Merve Altundal (2022), “30 Years of Geographic Information Systems Studies in Turkey: A Bibliometric Analysis (1990-2020)”, **Turkish Journal of Geographic Information Systems**, 4(2), 79-86.
- Özdemir, Hasan (2011), “Afetlere Hazırlık Çalışmalarında Geçici İskan Alanlarının Belirlenmesi”, **Doğu Coğrafya Dergisi**, 9(12), 237-256.
- Özkan, Barış vd. (2019), “GIS-Based Maximum Covering Location Model in Times of Disasters: The Case of Tunceli”, **Beykoz Akademi Dergisi**, 100-111.
- _____ (2020). “Evaluation of landfill sites using GIS-based MCDA with hesitant fuzzy linguistic term sets”, **Environmental Science and Pollution Research**, 27, 42908-42932.

- Palazca, Arzu (2020), **Afet Sonrası Toplanma Alanlarının Analizi: Denizli Örneği**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Pan American Health Organization (PAHO) ve World Health Organization (WHO) (2001), **Humanitarian supply management in logistics in the health sector**, Pan American Health Organization, Washington, D.C.
- Pant, Daya Nand vd. (2021), **Fundamentals of GIS**, Uttarakhand Open University, 1st Edition, Haldwani.
- Pathan, Azazkhan Ibrahimkhan vd. (2022), “AHP and TOPSIS based flood risk assessment- a case study of the Navsari City, Gujarat, India”, **Environmental Monitoring and Assessment**, 194: 509, 1-37.
- Peng, Jiaqi ve Zhang, Jianmin (2022), “Urban flooding risk assessment based on GIS- game theory combination weight: A case study of Zhengzhou City”, **International Journal of Disaster Risk Reduction**, 77, 103080, 1-13.
- Perez-Galarce, Francisco vd. (2017), “An optimization model for the location of disaster refuges”, **Socio-Economic Planning Sciences**, 59,56-66.
- Pettit, Stephen J. ve Beresford, Anthony K. C. (2005), “Emergency relief logistics: An evaluation of military, non-military and composite response models”, **International Journal of Logistics: Research and Applications**, 8(4), 313-331.
- Pothiawala, Sohil (2015), “Food and Shelter Standards in Humanitarian Action”, **Turkish Journal of Emergency Medicine**, 15(Suppl 1), 34-39.
- Praneetpholkrang, Panchalee vd. (2021), “A multi-objective optimization model for shelter location-allocationin response to humanitarian relief logistics”, **The Asian Journal of Shipping and Logistics**, 1-8.
- Quarantelli, Enrico L. (1995), “Patterns of sheltering and housing in US disasters”, **Disaster Prevention and Management**, 4(3), 43-53.
- Rad, Meysam Donyavi vd. (2021), “Developing a Fuzzy Goal Programming Model for Optimizing Humanitarian Supply Chain Operations”, **International Journal of Supply and Operations Management**, 8(4), 439-457.
- Rahman, Mahfuzur vd. (2021), “Location-allocation modeling for emergency evacuation planning with GIS and remote sensing: A case study of Northeast Bangladesh”, **Geoscience Frontiers**, 12, 101095.

- Raju, P.N.D. (2006), "Fundamentals of Geographical Information System", **Satellite Remote Sensing and GIS Applications in Agricultural Meteorology**, 103-120.
- Rakes, Terry R. Vd. (2022), "Disaster Risk Planning With Fuzzy Goal Programming", **Risk Analysis**, 42(9), 2026-2040.
- Ramazani, Reza vd. (2022), "Criteria for Locating Temporary Shelters for Refugees of Conflicts: A Systematic Review", **Iranian Journal of Public Health**, 51(4), 758-769.
- Ransikarbum, Kasin ve Mason, Scott J. (2016), "Goal programming-based post-disaster decision making for integrated relief distribution and early-stage network restoration", **International Journal of Production Economics**, 182, 324-341.
- Rao, Ramesh R. vd. (2007), **Improving Disaster Management: The Role of IT in Mitigation, Preparedness, Response, and Recovery**, The National Academies Press, Washington.
- Rifai, Ahmed K. (1996), "A note on the structure of the goal-programming model: assessment and evaluation", **International Journal of Operations & Production Management**, 16(1), 1996, 40-49.
- Rizeei, Hossein Mojaddadi vd. (2019), "Allocation of emergency response centres in response to pluvial flooding prone demand points using integrated multiple layer perceptron and maximum coverage location problem models", **International Journal of Disaster Risk Reduction**, 38, 101205.
- Rodríguez-Espíndola, Oscar ve Gaytán, Juan (2015), "Scenario-based preparedness plan for floods", **Natural Hazards**, 76, 1241-1262.
- Romero, Carlos (2004), "A general structure of achievement function for a goal programming model", **European Journal of Operational Research**, 153, 675-686.
- Roy, Priyanka vd. (2012), "Logistical framework for last mile relief distribution in humanitarian supply chains: considerations from the field", **Proceeding of the International Conference on Manufacturing Research (ICMR 2012)**, 11-13 September, Birmingham, UK.
- Roy, Subham vd. (2021), "Flood risk assessment using geospatial data and multi-criteria decision approach: a study from historically active flood-prone region of Himalayan foothill, India", **Arabian Journal of Geosciences**, 14, 999, 1-25.
- Saaty, Rozann Whitaker (1987), "The analytic hierarchy process-What it is and how it is used", **Mathematical Modelling**, 9 (3-5), 161-176.

- Saksrisathaporn, Krittiya vd. (2016), “Application of a Decision Model by Using an Integration of AHP and TOPSIS Approaches within Humanitarian Operation Life Cycle”, **International Journal of Information Technology & Decision Making**, 15(4), 887-918.
- Saleem, Umer vd. (2020), “Using Remote Sensing for Identifying Suitable Areas for Flood Shelter: A Case Study of Thatta, Sindh Pakistan”, **International Journal of Economic and Environmental Geology**, 11(1), 95-101.
- Samany, Najmeh Neysani vd. (2021), “Detection of safe areas in flood as emergency evacuation stations using modified particle swarm optimization with local search”, **Applied Soft Computing**, 111, 1-20.
- Sanyal, Joy ve Lu, X.X. (2006), “GIS-based flood hazard mapping at different administrative scales: A case study in Gangetic West Bengal, India”, **Singapore Journal of Tropical Geography**, 27, 207-220.
- _____ (2009), “Ideal location for Flood shelter: a geographic information system approach”, **Journal of Flood Risk Management**, 2, 262-271.
- Shaluf, Ibrahim Mohamed (2007), “Disaster types”, **Disaster Prevention and Management**, 16(5), 704-717.
- Sheu, Jiuh-Biing (2007), “Challenges of emergency logistics management”, **Transportation Research Part E**, 43, 655–659.
- Si, Yunrui vd. (2022), “Urban Flood Loss Estimation and Evacuation Design Based on a 500-Year Extreme Flood Event in Syracuse City”, **Water**, 15(3), 1-22.
- Singh, Sachchidanand vd. (2021), “Identification of flash-flood-prone river reaches in Beas river basin using GIS-based multi-criteria technique: validation using field and satellite observations”, **Natural Hazards**, 105, 2431-2453.
- Soltani, Ahmad vd. (2015), “Criteria for Site Selection of Temporary Shelters after Earthquakes: a Delphi Panel”, **PLOS Currents Disasters**, 7, doi: 10.1371/currents.dis.07ae4415115b4b3d71f99ba8b304b807.
- Soltani, Ali vd. (2019), “A Two-Stage Process for Emergency Evacuation Planning: Shelter Assignment and Routing”, In: Geertman S., Zhan Q., Allan A., Pettit C. (eds) **Computational Urban Planning and Management for Smart Cities**, CUPUM 2019, Lecture Notes in Geoinformation and Cartography (443-462), Springer, Cham.
- Sphere Association (2018), *The Sphere Handbook: Humanitarian Charter and Minimum Standards in Humanitarian Response*, Fourth edition, Geneva, Switzerland, <http://www.sphereproject.org/handbook/> (19.12.22).

- Suksawat Na Ayudhya, Wichitsawat (2020), "Flood Shelters Location Using P-median Model", **IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management**, 14-17 Aralık 2020, Singapur.
- _____ (2021), "Selecting Temporary Flood Shelter Locations by P-Center Model", **IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management**, 13-16 Aralık 2021, Singapur.
- Şahin, Seyfi (2017), **Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Bulanık Ortamda Afet Yönetimi Sisteminde Geçici Barınma Alanları Yer Seçimi**, İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Şatır, Hasan (2022), **Acil Durum Toplanma Yerleri ve Geçici Barınma Alanlarının Değerlendirilmesi: Sakarya-Adapazarı Örneği**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afet Yönetimi Anabilim Dalı.
- Şener, Şehnaz vd. (2010), "Combining AHP with GIS for landfill site selection: A case study in the Lake Beyşehir catchment area (Konya, Turkey)", **Waste Management**, 30, 2037–2046.
- Şenik, Berfin ve Uzun, Osman (2021), "An assessment on size and site selection of emergency assembly points and temporary shelter areas in Düzce", **Natural Hazards**, 105, 1587-1602.
- Şentürk, Erman ve Erener, Arzu (2017), "Determination of Temporary Shelter Areas in Natural Disasters by GIS: A Case Study, Gölcük/Turkey", **International Journal of Engineering and Geosciences (IJEG)**, 2(03), 84-90.
- Şirin, Mürşit ve Ocak, Fatih (2020), "Gümüşhane Şehrinde Afet ve Acil Durum Toplanma Alanlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri Ortamında Değerlendirilmesi", **Doğu Coğrafya Dergisi**, 25(44), 85-106.
- Tabarestani, Ehsan Shahiri ve Afzalimehr, Hossein (2021), "Artificial neural network and multi-criteria decision-making models for flood simulation in GIS: Mazandaran Province, Iran", **Stochastic Environmental Research and Risk Assessment**, 35, 2439-2457.
- Tamiz, Mehrdad vd. (1998), "Goal programming for decision making: An overview of the current state-of-the-art", **European Journal of Operational Research**, 111, 569-581.
- Tanyaş, Mehmet vd. (2013), **İstanbul İli Afet Lojistik Planı Kılavuzu**, T.C. Kalkınma Bakanlığı, Kalkınma Ajansı, Lojistik Derneği, İstanbul.
- Taşdemir, İbrahim (2020), **Bilgi Merkezleri: Sağlık ve Afet Bilgi Yönetimi**, Hiperlink Yayınları, İstanbul.

- Tatar, Ceren Özcan vd. (2021), “Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Türkiye’deki Tarihsel Gelişimi ve Mevcut Durumu”, **GSI Journals Serie C: Advancements in Information Sciences and Technologies (AIST)**, 4(1), 33-61.
- Tavana, Madjid vd. (2018), “An integrated location-inventory-routing humanitarian supply chain network with pre- and post-disaster management considerations”, **Socio-Economic Planning Sciences**, 64, 21-37.
- Tecim, Vahap (2008), **Coğrafi Bilgi Sistemleri: Harita Tabanlı Bilgi Yönetimi**, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir 51-52.
- Tezcan, Burcu vd. (2020), “Deprem Sonrası Mobil Hizmet Tesisi Seçim Problemi için Çok Kriterli Bir Karar Modeli Önerisi”, **Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi**, 12(2), 753-763.
- The Sphere Project (2011), **The Sphere Handbook, Humanitarian Charter and Minimum Standards in Humanitarian Response**, 2011 Edition, Belmont Press Ltd, Northampton, United Kingdom.
- Thomas, Anisya S. ve Kopczak, Laura Rock (2005), **From Logistics To Supply Chain Management: The Path Forward In The Humanitarian Sector**, Fritz Institute, San Francisco, 15, 1-15.
- Tomaszewski, Brian (2014), **Geographic Information Systems (GIS) for Disaster Management**, CRC Press, 1st Edition, Boca Raton.
- Trabzon İl AFAD Müdürlüğü (2016), T.C. Trabzon Valiliği İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, <http://www.trabzonafad.gov.tr/admin/files/1-Afet%20sunum2015-20160111-141433.pdf> (29.06.2016).
- _____ (2021), T.C. Trabzon Valiliği İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, “Trabzon İl Afet Risk Azaltma Planı”, <https://trabzon.afad.gov.tr/kurumlar/trabzon.afad/Duyurular/2022/MART/irap-plani/Trabzon-IRAP.pdf> (06.11.22).
- Trivedi, Ashish (2018), “A multi-criteria decision approach based on DEMATEL to assess determinants of shelter site selection in disaster response”, **International Journal of Disaster Risk Reduction**, 31, 722–728.
- Trivedi, Ashish ve Singh, Amol (2017a), “A hybrid multi-objective decision model for emergency shelter location-relocation projects using fuzzy analytic hierarchy process and goal programming approach”, **International Journal of Project Management**, 35, 827-840.

- _____ (2017b), “Prioritizing emergency shelter areas using hybrid multi-criteria decision approach: A case study”, **Journal of Multi-Criteria Decision Analysis**, 24, 133–145.
- _____ (2019), “Shelter planning for uncertain seismic hazards using multicriteria decision approach: A case of Nepal earthquake”, **Journal of Multi-Criteria Decision Analysis**, 26, 99-111.
- Tsioulou, Alexandra vd. (2021), “A method for determining the suitability of schools as evacuation shelters and aid distribution hubs following disasters: case study from Cagayan de Oro, Philippines”, **Natural Hazards**, 105,1835-1859.
- Tudunwada, Ibrahim Yakubu (2022), “Flood vulnerability mapping and prediction for early warning in Jigawa State, Northern Nigeria, using geospatial techniques”, **International Journal of Disaster Risk Reduction**, 79, 1-12.
- Tutak, Eda ve Koçer, Gökhan (2023), “21. Yüzyıl Deniz Gücünün Askeri ve Ticari Perspektiften Analizi İçin Yeni Bir Yaklaşım Önerisi: Türkiye Örneği”, **Akdeniz İİBF Dergisi**, 23(1), 1-17.
- TÜİK (2021), <https://cip.tuik.gov.tr/> (08.06.2022).
- Uddin, Kabir vd. (2013), Application of Remote Sensing and GIS for Flood Hazard Management: A Case Study from Sindh Province, Pakistan”, **American Journal of Geographic Information System**, 2(1), 1-5.
- Uddin, Kabir ve Matin, Mir A. (2021), “Potential flood hazard zonation and flood shelter suitability mapping for disaster risk mitigation in Bangladesh using geospatial technology”, **Progress in Disaster Science**, 11, 1-13.
- Ullah, Kashif ve Zhang, Jiquan (2020), “GIS-based flood hazard mapping using relative frequency ratio method: A case study of Panjkora River Basin, eastern Hindu Kush, Pakistan”, **PLoS ONE**, 15(3), 1-18.
- URL1, <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.5403.pdf>, (08.03.2022).
- Van Wassenhove, Luk N. (2006), “Humanitarian Aid Logistics: Supply Chain Management in High Gear”, **Journal of the Operational Research Society**, 57(5), 475-489.
- Varghese, Binu ve Karande, Prasad (2022), “AHP-MARCOS, a hybrid model for selecting gears and cutting fluids”, **Materials Today: Proceedings**, 52, 1397-1405.
- Vasile, Diana Marinela vd. (2021), “Flash Flood Assessment Using GIS and the Frequency Ratio Bivariate Statistical Model – Case Study, Codlea, Romania”, **Air and Water – Components of the Environment” Conference Proceedings**, Cluj-Napoca, Romania, 61-74.

- Veisi, Hadi vd. (2022), “Application of the analytic hierarchy process (AHP) in a multi-criteria selection of agricultural irrigation systems”, **Agricultural Water Management**, 267, 1-13.
- Verma, Mukesh Kumar vd. (2010). “Evaluation of Min–Max, Weighted and Preemptive Goal Programming Techniques with Reference to Mahanadi Reservoir Project Complex”, **Water Resources Management**, 24(2), 299-319.
- Walker, Blake Byron vd. (2021), “GIS-based multicriteria evaluation for earthquake response: a case study of expert opinion in Vancouver, Canada”, **Natural Hazards**, 105, 2075-2091.
- Wang, Yamei vd. (2011), “A GIS-Based Spatial Multi-Criteria Approach for Flood Risk Assessment in the Dongting Lake Region, Hunan, Central China”, **Water Resources Management**, 25, 3465–3484.
- Wang, Zongzhi vd. (2018), “Regional flood risk assessment via coupled fuzzy c-means clustering methods: an empirical analysis from China’s Huaihe River Basin”, **Natural Hazards**, 93, 803-822.
- Wang, Donghai vd. (2020), “A Dynamic Shelter Location and Victim Resettlement Model Considering Equitable Waiting Costs”, **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 17, 471, 1-17.
- Wu, Zening vd. (2019), “Assessing urban flood disaster risk using Bayesian network model and GIS applications”, *Geomatics*, **Natural Hazards and Risk**, 10(1), 2163-2184.
- Wu, Chenshuang vd. (2021), “Risk assessment of geological disasters in Nyingchi, Tibet”, **Open Geosciences**, 13, 219-232.
- Xi, Menghao vd. (2013), “A Modified P-Median Model for the Emergency Facilities Location Problem and Its Variable Neighbourhood Search-Based Algorithm”, **Journal of Applied Mathematics**, 2013(1), 1-10.
- Xu, Wei vd. (2018), “A multi-objective optimization based method for evaluating earthquake shelter location–allocation”, *Geomatics*, **Natural Hazards and Risk**, 9(1), 662-677.
- Yadav, Devendra K. ve Barve, Akhilesh (2015), “Analysis of critical success factors of humanitarian supply chain: An application of Interpretive Structural Modeling”, **International Journal of Disaster Risk Reduction**, 12, 213-225.
- Yalçın, Damla (2018), **Gri Kümeleme ve Gri P-Medyan Doğrusal Programlama Yöntemleri ile Acil Durum Toplanma Yerlerinin Önceliklendirilmesi: Süleyman Demirel Üniversitesi Örneği**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Yang, Baohua vd. (2022), “A robust method for avoiding rank reversal in the TOPSIS”, **Computers & Industrial Engineering**, 174, 1-16.
- Yao, Yibing vd. (2021), “A GIS-Based System for Spatial-Temporal Availability Evaluation of the Open Spaces Used as Emergency Shelters: The Case of Victoria, British Columbia, Canada”, **ISPRS International Journal of Geo-Information**, 63(10) 1-18.
- Yavuz Kumlu, Kadriye Burcu ve Tüdeş, Şule (2019), “Determination of earthquake-risky areas in Yalova City Center (Marmara region, Turkey) using GIS-based multicriteria decision-making techniques (analytical hierarchy process and technique for order preference by similarity to ideal solution)”, **Natural Hazards**, 96, 999-1018.
- Yılmaz, Osman Salih (2022), “Flood hazard susceptibility areas mapping using Analytical Hierarchical Process (AHP), Frequency Ratio (FR) and AHP-FR ensemble based on Geographic Information Systems (GIS): a case study for Kastamonu, Türkiye”, **Acta Geophysica**, <https://doi.org/10.1007/s11600-022-00882-9>.
- Yomralıoğlu, Tahsin (2000), **Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar**, Akademi Kitabevi, İstanbul.
- Younes, Ali vd. (2022), “Spatial suitability analysis for site selection of refugee camps using hybrid GIS and fuzzy AHP approach: The case of Kenya”, **International Journal of Disaster Risk Reduction**, 77, 1-22.
- Zhang, Zhe vd. (2014), “A fuzzy multiple-attribute decision-making modelling for vulnerability analysis on the basis of population information for disaster management”, **International Journal of Geographical Information Science**, 28(9), 1922-1939.
- Zhao, Xiujuan vd. (2020), “A Typhoon Shelter Selection and Evacuee Allocation Model: A Case Study of Macao (SAR), China”, **Sustainability**, 12, 3308, 1-13.
- Zheng, Jiajun vd. (2021), “Evaluation of the cost-effectiveness of Green Infrastructure in climate change scenarios using TOPSIS”, **Urban Forestry & Urban Greening**, 64, 1-9.
- Zhu, Jianming vd. (2013), “Robust P-Median Model For Facility Location Problem Based On Scenario Analysis In Emergency Management”, **11th International Symposium on Operations Research and its Applications in Engineering, Technology and Management**, Huangshan, China, August 23–25, 1-4.
- Zhu, Zijiang ve Zhang, Yu (2022), “Flood disaster risk assessment based on random forest algorithm”, **Neural Computing and Applications**, 34, 3443-3455.

Zzaman, Rashed Uz vd. (2021), “Flood hazard mapping of Sangu River basin in Bangladesh using multi-criteria analysis of hydro-geomorphological factors”, **Journal of Flood Risk Management**, 14, 1-19.





EKLER

Ek 1-A: Barınma Merkezi Yer Seçimi ile İlgili Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanıldığı Çalışmalar

Yazar (Yıl)	Ülke	Konu	CBS	Kant Ağırlıkları	Kümeleme Analizi	NRCS-CN	Sıklık/Görelî Sıklık Oranı	Geçti/Kaldı İzleme tekniği	Çok Amaçlı Programlama	Hedef Programlama	Karma Tamsayılı Doğrusal Programlama	P-Medyan Modeli	Maksimum Kapsama Modeli	Küme Kapsama Modeli	Maksimum Katılım	Entropi	AHP	ANP	TOPSIS	OWA	VIKOR	EDAS	CRITIC	SWARA	MABAC	Ağırlıklı Doğrusal Kompozisyon	İkili Karşılaştırma	Çok Kriterli Tasarım Analizi	Çoklu Kriterli Değerlendirme	Bulanık AHP	Bulanık Küme	Bayes Ağı	Yapay Sinir Ağları	Karar Ağaçları	Otomatik Kodlayıcı	Rastgele Orman Algoritması	En Kısa Yol Algoritması	CASPER	
Levy (2005)	Çin	Sel risk değerlendirme	✓															✓																					
Sanyal ve Lu (2006)	Hindistan	Sel risk değerlendirme	✓																																				
Kar ve Hodgson (2008)	Amerika	Acil durum tahliye barınma alanları	✓					✓																															
Sanyal ve Lu (2009)	Hindistan	Sel risk değerlendirme	✓																																				
Wang vd. (2011)	Çin	Sel risk değerlendirme	✓																												✓								
Kılcı (2012)	Türkiye	Geçici barınma merkezleri	✓								✓																												
Musungu vd. (2012)	Güney Afrika	Sel risk değerlendirme	✓																								✓												
Uddin vd. (2013)	Pakistan	Sel risk değerlendirme, sel barınma alanları	✓																																				
Zhang vd. (2014)	Finlandiya	Sel risk değerlendirme	✓																												✓								

[illegible]

Ek 1-A: (Devamı)

Yazar (Yıl)	Ülke	Konu	CBS	Kanıt Ağırlıkları	Kümeleme Analizi	NRCS-CN	Sıklık/Görelî Sıklık Oranı	Geçti/Kaldı İzleme tekniği	Çok Amaçlı Programlama	Hedef Programlama	Karma Tamsayılı Doğrusal Programlama	P-Medyan Modeli	Maksimum Kapsama Modeli	Küme Kapsama Modeli	Maksimum Katılım	Entropi	AHP	ANP	TOPSIS	OWA	VIKOR	EDAS	CRITIC	SWARA	MABAC	Ağırlıklı Doğrusal Kompozisyon	İkili Karşılaştırma	Çok Kriterli Tasarım Analizi	Çoklu Kriterli Değerlendirme	Bulanık AHP	Bulanık Küme	Bayes Ağı	Yapay Sinir Ağları	Karar Ağaçları	Otomatik Kodlayıcı	Rastgele Orman Algoritması	En Kısa Yol Algoritması	CASPER
Isahak vd. (2018)	Malezya	Sel risk değerlendirme	✓																																			
Jiang vd. (2018)	Çin	Acil durum barınma alanları	✓																																			
Mejia-Argueta vd. (2018)	Meksika	Acil durum merkezleri	✓						✓																													
Chakraborty ve Mukhopadhyay (2019)	Hindistan	Sel risk değerlendirme	✓														✓																					
Das vd. (2019)	Hindistan	Geçici barınma merkezleri	✓														✓																					
Hallak (2019)	Suriye	Barınma	✓							✓																												
Hallak vd. (2019)	Suriye	Barınma merkezleri	✓							✓																												
Moğulkoç (2019)	Türkiye	Geçici barınma merkezleri	✓														✓																					
Özkan vd. (2019)	Türkiye	Barınma merkezleri	✓								✓																											
Rizeei vd. (2019)	Malezya	Sel risk değerlendirme, acil durum müdahale merkezleri	✓									✓																			✓							

Ek 1-A: (Devamı)

Yazar (Yıl)	Ülke	Konu	CBS	Kanıt Ağırlıkları	Kümeleme Analizi	NRCS-CN	Sıklık/Görelilik Sıklık Oranı	Geçti/Kaldı İzleme tekniği	Çok Amaçlı Programlama	Hedef Programlama	Karma Tamsayı Doğrusal Programlama	P-Medyan Modeli	Maksimum Kapsama Modeli	Küme Kapsama Modeli	Maksimum Katılım	Entropi	AHP	ANP	TOPSIS	OWA	VIKOR	EDAS	CRITIC	SWARA	MABAC	Ağırlıklı Doğrusal Kompozisyon	İkili Karşılaştırma	Çok Kriterli Tasarım Analizi	Çoklu Kriterli Değerlendirme	Bulanık AHP	Bulanık Küme	Bayes Ağı	Yapay Sinir Ağları	Karar Ağaçları	Otomatik Kodlayıcı	Rastgele Orman Algoritması	En Kısa Yol Algoritması	CASPER
Soltani vd. (2019)	İran	Acil durum tahliye barınma alanları	✓																										✓								✓	✓
Wu vd. (2019)	Çin	Sel risk değerlendirme	✓																													✓						
Ahmadlou vd. (2020)	İran, Hindistan	Sel risk değerlendirme	✓																													✓		✓				
Ceylan ve Yılmaz (2020)	Türkiye	Yerleşime uygun alanlar	✓														✓																					
Çeliker vd. (2020)	Türkiye	Sel risk değerlendirme	✓																																			
Godschall vd. (2020)	Haiti	Barınma alanları	✓														✓																					
Jahangiri vd. (2020)	İran	Geçici barınma merkezleri	✓														✓														✓							
Kittipongvises vd. (2020)	Tayland	Sel risk değerlendirme	✓														✓																					
Leal da Silva (2020)	Brezilya	Sel risk değerlendirme	✓																							✓												
Mabahwi vd. (2020)	Malezya	Sel barınma alanları	✓														✓																					

Ek 1-A: (Devamı)

Yazar (Yıl)	Ülke	Konu	CBS	Kant Ağırlıkları	Kümeleme Analizi	NRCS-CN	Sıklık/Görelî Sıklık Oranı	Geçti/Kaldı İzleme tekniği	Çok Amaçlı Programlama	Hedef Programlama	Karma Tamsayılı Doğrusal Programlama	P-Medyan Modeli	Maksimum Kapsama Modeli	Küme Kapsama Modeli	Maksimum Katılım	Entropi	AHP	ANP	TOPSIS	OWA	VIKOR	EDAS	CRITIC	SWARA	MABAC	Ağırlıklı Doğrusal Kompozisyon	İkili Karşılaştırma	Çok Kriterli Tasarım Analizi	Çoklu Kriterli Değerlendirme	Bulanık AHP	Bulanık Küme	Bayes Ağı	Yapay Sinir Ağları	Karar Ağaçları	Otomatik Kodlayıcı	Rastgele Orman Algoritması	En Kısa Yol Algoritması		
Mishra ve Sinha (2020)	Nepal ve Hindistan	Sel risk değerlendirme	✓														✓																						
Palazca (2020)	Türkiye		✓																																				
Saleem vd. (2020)	Pakistan	Sel risk değerlendirme	✓																																				
Şirin ve Ocak (2020)	Türkiye	Toplanma alanları	✓														✓																						
Ullah ve Zhang (2020)	Hindistan	Sel risk değerlendirme	✓				✓																																
Zhao vd. (2020)	Çin	Barınma merkezleri	✓																																				
Ahmed vd. (2021)	Bangladeş	Sel risk değerlendirme	✓																													✓							
Ajibade vd. (2021)	Nijerya	Sel risk değerlendirme	✓														✓														✓								
Aktürk ve Hauser (2021)	Türkiye	Sel risk değerlendirme	✓																																				
Aşıkkutlu vd. (2021)	Türkiye	Geçici barınma merkezleri	✓														✓																						
Cai vd. (2021)	Çin	Sel risk değerlendirme	✓														✓														✓								
Chen vd. (2021)	Çin	Sel risk değerlendirme	✓																																				

Ek 1-A: (Devamı)

Yazar (Yıl)	Ülke	Konu	CBS	Kanıt Ağırlıkları	Kümeleme Analizi	NRCS-CN	Sıklık/Görelî Sıklık Oranı	Geçti/Kaldı İzleme tekniği	Çok Amaçlı Programlama	Hedef Programlama	Karma Tamsayılı Doğrusal Programlama	P-Medyan Modeli	Maksimum Kapsama Modeli	Küme Kapsama Modeli	Maksimum Katılım	Entropi	AHP	ANP	TOPSIS	OWA	VIKOR	EDAS	CRITIC	SWARA	MABAC	Ağırlıklı Doğrusal Kompozisyon	İkili Karşılaştırma	Çok Kriterli Tasarım Analizi	Çoklu Kriterli Değerlendirme	Bulanık AHP	Bulanık Küme	Bayes Ağı	Yapay Sinir Ağları	Karar Ağaçları	Otomatik Kodlayıcı	Rastgele Orman Algoritması	En Kısa Yol Algoritması	CASPER
Feizizadeh vd. (2021)	Azerbaycan	Sel risk değerlendirme	✓				✓									✓														✓								
Lee vd. (2021)	Güney Kore	Acil barınma yeri	✓																																			
Manawongcharoen ve Panbamrungkij (2021)	Tayland	Sel risk değerlendirme	✓																																			
Msabi ve Makonyo (2021)	Tanzanya	Sel risk değerlendirme	✓														✓																					
Mujib vd. (2021)	Endonezya	Sel risk değerlendirme	✓														✓																					
Rahman vd. (2021)	Bangladeş	Sel risk değerlendirme, acil durum tahliye merkezleri	✓									✓	✓	✓	✓	✓							✓									✓	✓					
Roy vd. (2021)	Hindistan	Sel risk değerlendirme	✓														✓																					
Samany vd. (2021)	İran	Geçici barınma merkezleri	✓														✓								✓													

Ek 1-A: (Devamı)

Yazar (Yıl)	Ülke	Konu	CBS	Kant Ağırlıkları	Kümeleme Analizi	NRCS-CN	Sıklık/Görelî Sıklık Oranı	Geçti/Kaldı İzleme tekniği	Çok Amaçlı Programlama	Hedef Programlama	Karma Tamsayılı Doğrusal Programlama	P-Medyan Modeli	Maksimum Kapsama Modeli	Küme Kapsama Modeli	Maksimum Katılım	Entropi	AHP	ANP	TOPSIS	OWA	VIKOR	EDAS	CRITIC	SWARA	MABAC	Ağırlıklı Doğrusal Kompozisyon	İkili Karşılaştırma	Çok Kriterli Tasarım Analizi	Çoklu Kriterli Değerlendirme	Bulanık AHP	Bulanık Küme	Bayes Ağı	Yapay Sinir Ağları	Karar Ağaçları	Otomatik Kodlayıcı	Rastgele Orman Algoritması	En Kısa Yol Algoritması	CASPER	
Singh vd. (2021)	Hindistan	Sel risk değerlendirme	✓														✓																						
Tabarestani ve Afzalimehr (2021)	İran	Sel risk değerlendirme	✓	✓													✓							✓								✓							
Uddin ve Matin (2021)	Bangladeş	Sel risk değerlendirme, sel barınma alanları	✓														✓																						
Vasile vd. (2021)	Romanya	Sel risk değerlendirme	✓				✓																																
Yao vd. (2021)	Kanada	Acil durum barınma merkezi	✓																✓																				
Zzaman vd. (2021)	Bangladeş	Sel risk değerlendirme	✓														✓	✓																					
Akgul vd. (2022)	Türkiye	Sel risk değerlendirme	✓		✓																																		
AlSukker vd. (2022)	Ürdün	Sel risk değerlendirme	✓																								✓												
Aydin ve Birincioğlu (2022)	Türkiye	Sel risk değerlendirme	✓														✓																						

Ek 1-A: (Devamı)

Yazar (Yıl)	Ülke	Konu	CBS	Kanıt Ağırlıkları	Kümeleme Analizi	NRCS-CN	Sıklık/Görel Sıklık Oranı	Geçti/Kaldı İzleme tekniği	Çok Amaçlı Programlama	Hedef Programlama	Karma Tamsayılı Doğrusal Programlama	P-Medyan Modeli	Maksimum Kapsama Modeli	Küme Kapsama Modeli	Maksimum Katılım	Entropi	AHP	ANP	TOPSIS	OWA	VIKOR	EDAS	CRITIC	SWARA	MABAC	Ağırlıklı Doğrusal Kompozisyon	İkili Karşılaştırma	Çok Kriterli Tasarım Analizi	Çoklu Kriterli Değerlendirme	Bulanık AHP	Bulanık Küme	Bayes Ağı	Yapay Sinir Ağları	Karar Ağaçları	Otomatik Kodlayıcı	Rastgele Orman Algoritması	En Kısa Yol Algoritması	CASPER		
Chelariu vd. (2022)	Romanya	Tahliye barınma alanları	✓																										✓											
Chen (2022)	Çin	Sel risk değerlendirme	✓														✓		✓	✓																				
Doorga vd. (2022)	Morityus	Sel risk değerlendirme	✓														✓																							
Gacu vd. (2022)	Filipinler	Sel risk değerlendirme	✓														✓																							
George vd. (2022)	Hindistan	Sel risk değerlendirme	✓			✓																																		
Ha-Mim vd. (2022)	Bangladeş	Sel risk değerlendirme	✓														✓																							
Idrees vd. (2022)	Nijerya	Sel risk değerlendirme	✓														✓																							
Kilicoglu (2022)	Türkiye	Uygun yerleşim yerleri	✓																																					
Mitra ve Das (2022)	Hindistan	Sel risk değerlendirme	✓																✓		✓	✓																		
Pathan vd. (2022)	Hindistan	Sel risk değerlendirme	✓														✓		✓																					

Ek 1-A: (Devamı)

Yazar (Yıl)	Ülke	Konu	CBS	Kanıt Ağırlıkları	Kümeleme Analizi	NRCS-CN	Sıklık/Görelî Sıklık Oranı	Geçti/Kaldı İzleme tekniği	Çok Amaçlı Programlama	Hedef Programlama	Karma Tamsayılı Doğrusal Programlama	P-Medyan Modeli	Maksimum Kapsama Modeli	Küme Kapsama Modeli	Maksimum Katılım	Entropi	AHP	ANP	TOPSIS	OWA	VIKOR	EDAS	CRITIC	SWARA	MABAC	Ağırlıklı Doğrusal Kompozisyon	İkili Karşılaştırma	Çok Kriterli Tasarım Analizi	Çoklu Kriterli Değerlendirme	Bulanık AHP	Bulanık Küme	Bayes Ağı	Yapay Sinir Ağları	Karar Ağaçları	Otomatik Kodlayıcı	Rastgele Orman Algoritması	En Kısa Yol Algoritması	CASPER	
Peng ve Zhang (2022)	Çin	Sel risk değerlendirme	✓												✓	✓						✓																	
Si vd. (2022)	Amerika	Sel risk değerlendirme, sel tahliye barınma alanları	✓																																				
Tudunwada vd. (2022)	Nijerya	Sel risk değerlendirme	✓														✓																						
Yılmaz (2022)	Türkiye	Sel risk değerlendirme	✓				✓										✓																						
Younes vd. (2022)	Kenya	Sel risk değerlendirme, mülteci kampları	✓																										✓										
Zhu ve Zhang (2022)	Çin	Sel risk değerlendirme	✓																																✓				
Bera vd. (2023)	Hindistan	Acil durum tahliye barınma alanları	✓									✓	✓																						✓				

Ek 1-B: Barınma Merkezi Yer Seçimi ile İlgili Matematiksel Modellerin Kullanıldığı Çalışmalar

Yazar (Yıl)	Ülke	Konu	Çok Amaçlı Programlama	Hedef Programlama	Lp-Metrik	Kesme Düzlemi Algoritması	Karma Tamsayılı Doğrusal Programlama	P-Medyan Modeli	P-Merkez Modeli	Maksimum Kapsama Modeli
Kongsomsaksakul vd. (2005)	Amerika	Sel barınma alanları						✓		
Kulshrestha vd. (2011)	Nümerik örnek	Barınma alanları				✓				
Chanta ve Sangsawang (2012)	Tayland	Geçici barınma merkezi						✓		✓
Xi vd. (2013)	Çin	Acil durum yardım merkezleri						✓		
Boonmee vd. (2017a)	Tayland	Barınma merkezi	✓							
Boonmee vd. (2017b)	Tayland	Barınma merkezi					✓			
Perez-Galarce vd. (2017)	Şili	Sığınma kampları					✓			
Chakraborty vd. (2018)	Hindistan	Yardım çadırları	✓							
Kınay vd. (2018)	İstanbul	Barınma merkezleri					✓			
Mohamadi vd. (2019)	İran	Barınma alanları			✓					
Suksawat Na Ayudhya (2020)	Tayland	Sel yardım barınakları						✓		
Wang vd. (2020)	Nümerik örnek	Barınma alanları					✓			
Praneetpholkrang vd. (2021)	Tayland	Barınma merkezi		✓						
Suksawat Na Ayudhya (2021)	Tayland	Sel barınma merkezi							✓	

Ek 1-C: Barınma Merkezi Yer Seçimi ile İlgili Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinin Kullanıldığı Çalışmalar

Yazar (Yıl)	Ülke	Konu	AHP	TOPSIS	DEMATEL	MIVES	Çoklu Kriterli Değerlendirme (MCE)
Hosseini vd. (2016)	İran	Geçici iskan alanları	✓			✓	
Trivedi (2018)	Ampirik çalışma	Afet barınma merkezleri			✓		
Nappi vd. (2019)	Brezilya	Geçici barınma merkezleri	✓				
Akpınar ve Nişancı (2021)	Ampirik çalışma	Geçici barınma merkezleri	✓				
Alam vd. (2021)	Kanada	Toplu barınma merkezleri					✓
Tsioulou vd. (2021)	Filipinler	Tahliye alanları	✓				
Haggag vd. (2022)	Güney Sudan, Etiyopya ve Güney Bangladeş	Acil durum kamp tasarımları	✓				
İlerisoy vd. (2022)	Türkiye	Acil durum barınma merkezleri	✓	✓			

Ek 1-D: Barınma Merkezi Yer Seçimi ile İlgili Bulanık Mantık Kullanılan Çalışmalar

Yazar (Yıl)	Ülke	Konu	Bulanık AHP	Bulanık TOPSIS	Bulanık VIKOR	Bulanık DEMATEL	Bulanık Aksiyomatik Tasarım	Bulanık Benzerlik	Basit Bulanık Sınıflandırma	Bulanık Kapsamlı Değerlendirme	Bulanık Kümeleme Faktör Analizi
Jiang vd. (2009)	Malezya	Sel risk değerlendirmesi						✓	✓	✓	
Celik (2017)	Türkiye	Geçici barınma merkezi				✓					
Şahin (2017)	Türkiye	Geçici barınma merkezi		✓	✓						
Drakaki vd. (2018)	Yunanistan	Sığınma kampları	✓				✓				
Wang vd. (2018)	Çin	Sel risk değerlendirmesi									✓
Ömürgönülşen ve Menten (2021)	Türkiye	Geçici barınma merkezleri		✓							

Ek 1-E: Barınma Merkezi Yer Seçimi ile İlgili Sezgisel / Meta Sezgisel Yöntemlerin Kullanıldığı Çalışmalar

Yazar (Yıl)	Ülke	Konu	Benzetimli Tavlama	Genetik Algoritma	Tabu Arama	NSGA-III	Çok Amaçlı Yusufçuk Algoritması	Çok Amaçlı Gri Kurt Optimizasyonu	Çok Amaçlı Çoklu Evren Algoritması
Gama vd. (2016)	Amerika	Barınma merkezleri	✓						
Fang vd. (2018)	Nümerik örnek	Acil yardım merkezleri		✓	✓				
Khalilpourazari ve Pasandideh (2021)	Japonya	Sel tahliye barınakları				✓	✓	✓	✓

Ek 1-F: Barınma Merkezi Yer Seçimi ile İlgili Karma Yöntemlerin Kullanıldığı Çalışmalar

Yazar (Yıl)	Ülke	Konu	Benders Çift Kesme Düzlemi Yöntemi	Benzetimli Tavlama	Bulanık Hedef Programlama	Değişken Komşuluk Araması	Doğrusal Reformulasyon	Gri Sistem Teorisi	Kümeleme	NSGA-II	P- Medyan Modeli	P- Merkez Modeli	Sütun ve Kısıt Türetme	Yaklaşırma Algoritması
Xi vd. (2013)	Çin	Acil durum yardım merkezleri				✓					✓			
Zhu vd. (2013)	Nümerik örnek	Acil durum merkezi									✓			✓
Yalçiner (2018)	Türkiye	Acil durum toplanma alanları						✓	✓		✓			
Du vd. (2020)	Nümerik örnek	Acil durum merkezi	✓				✓					✓	✓	
Rad vd. (2021)	Nümerik örnek	Geçici yardım merkezleri			✓					✓				
He ve Xie (2022)	Çin	Barınma merkezleri		✓							✓			

Ek 2: AHP Anketi

TRABZON İLİ İÇİN GEÇİCİ ÇADIR KURULUŞ YERİ SEÇİMİNDE KULLANILAN KRİTERLERİ AĞIRLIKLANDIRMA ANKETİ

Sayın Katılımcı,

Bu anket formu, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı bünyesinde Prof Dr. Birdoğan BAKİ danışmanlığında yürütülen “Geçici Çadır Kuruluş Yeri Seçimi İçin Bütünleşik Bir Yaklaşım: Trabzon İli Örneği” başlıklı doktora çalışmasına veri sağlamak amacıyla hazırlanmıştır. Çalışmanın amacı Trabzon ili için alternatif geçici çadır kuruluş yerlerinin belirlenmesi olup, bu kapsamda modelde ele alınacak kriterler, ilgili literatürden ve Trabzon Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) İyileştirme Şube Müdürlüğü’nde çalışan uzman kişilerin görüşlerinden faydalanılarak hazırlanmıştır. Kriterlerin ağırlığını belirlemek için AHP yöntemi kullanılacaktır. Bu çerçevede anket Trabzon İl AFAD Müdürlüğü çalışanları ile afet lojistiği konusunda çalışan akademisyenlere uygulanacaktır.

Katılım tamamen gönüllülük esasına dayalı olup, katılımcılar herhangi bir sebep olmaksızın, onaylarını herhangi bir zamanda geri çekme hakkına sahiptirler. Anket katılımcılarına ait kişisel verilerin gizliliğine önem verilerek bireysel bilgiler kimseyle paylaşılmayacaktır. Araştırma sonuçlarından akademisyenler, uygulayıcılar ve politika yapıcılar faydalanabilecektir. Göstermiş olduğunuz yakın ilgi ve yardımlarınızdan dolayı teşekkür ederiz.

Öğ. Gör. Aylin OFLUOĞLU
Trabzon Üniversitesi Beşikdüzü MYO
aylinofluoglu@trabzon.edu.tr

Prof. Dr. Birdoğan BAKİ
Karadeniz Teknik Üniversitesi İşletme Bölümü
bbaki@ktu.edu.tr

Çalışmada kullanılacak kriterlere ilişkin bilgiler aşağıda kısaca açıklanmıştır.

Kriterler:

Toprak Geçirgenliği (K₁): Toprağın suyun hızlı emilimi için uygun olmasını ifade etmektedir. Toprağın cinsi, kazıya ve suyu geçirmeye uygun olmalıdır.

Arazi Eğimi (K₂): Arazi eğimi arttıkça heyelan oluşma olasılığı artmaktadır. %2-%4 arası eğimli araziler güvenilir kabul edilmektedir.

Arazi Topografyası (K₃): Arazinin (dağ eteği, vadi, savan (ağaçlı çayırılık), dere yatağı,vb.) imar için uygunluğunu göstermektedir.

Jeolojik Formasyon (K₄): Toprağın sağlamlığını, sertliğini ölçmektedir. Sert toprak yağmurdan daha az etkilenir. Dolayısıyla üzerinde yapı kurmaya ve yaşamaya daha uygundur.

Yerleşim birimlerine yakınlık (K₅): Afetzedelerin hızlıca erişebilecekleri yerlere çadırlar kurulmalıdır.

Karayolu ağlarına yakınlık (K₆): Afetzedelerin kolayca girecekleri, çıkacakları ve yardım hizmetlerini hızlı şekilde alabilecekleri şekilde çadır yeri seçilmelidir.

Sağlık hizmetleri (K₇): Sağlık merkezlerine yakın yerler tercih edilmelidir.

Güvenlik ve koruma (K₈): Afetzedelerin koruma ve güvenliklerinin sağlanması amacıyla polis karakollarına ya da askeri tesislere uygun bir mesafede yerler seçilmelidir.

Heyelan riski olan alanlara uzaklık (K₉): Çadırlar, toprak kayması olan yerlerden uzağa kurulmalıdır.

Hidrometeorolojik tehlikeler (K₁₀): Çadırlar, akarsu yataklarından, su yollarından, sele duyarlı alanlardan uzağa kurulmalıdır.

Afet enkaz toplama alanlarına uzaklık (K₁₁): Çadırlar, afet enkaz toplama alanlarından uzağa kurulmalıdır.

Çevre kirliliğine sebep olan alanlara uzaklık (K₁₂): Çadırlar, fabrika gibi çevre kirliliğine sebep olan alanlardan uzağa kurulmalıdır.

Soru-Cevap Örnekleri

Örnek Soru-1:

Aşağıdaki kriterleri; Trabzon’da olası bir sel afeti durumunda geçici çadır kuruluş yeri seçiminde önem düzeylerini dikkate alarak derecelendiriniz.

1: Eşit 3: Biraz daha fazla 5: Fazla 7: Çok fazla 9: Aşırı derecede fazla

Yerleşim Birimlerine Yakınlık	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Heyelan Riski Olan Alanlara Uzaklık
-------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------------------------------------

Örnek Cevap 1:

1: Eşit 3: Biraz daha fazla 5: Fazla 7: Çok fazla 9: Aşırı derecede fazla

Yerleşim Birimlerine Yakınlık	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Heyelan Riski Olan Alanlara Uzaklık
-------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------------------------------------

Trabzon’da olası bir sel afeti durumunda geçici çadır kuruluş yeri seçiminde “Yerleşim Birimlerine Yakınlık” kriteri ile “Heyelan Riski Olan Alanlara Uzaklık” kriteri eşit derecede önemlidir.

Örnek Cevap 2:

1: Eşit 3: Biraz daha fazla 5: Fazla 7: Çok fazla 9: Aşırı derecede fazla

Yerleşim Birimlerine Yakınlık	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Heyelan Riski Olan Alanlara Uzaklık
-------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------------------------------------

Trabzon’da olası bir sel afeti durumunda geçici çadır kuruluş yeri seçiminde “Yerleşim Birimlerine Yakınlık” kriteri, “Heyelan Riski Olan Alanlara Uzaklık” kriterine göre çok fazla derecede önemlidir.

Örnek Cevap 3:

1: Eşit **3:** Biraz daha fazla **5:** Fazla **7:** Çok fazla **9:** Aşırı derecede fazla

Yerleşim Birimlerine Yakınlık	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Heyelan Riski Olan Alanlara Uzaklık
-------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------------------------------------

Trabzon’da olası bir sel afeti durumunda geçici çadır kuruluş yeri seçiminde “Heyelan Riski Olan Alanlara Uzaklık” kriteri, “Yerleşim Birimlerine Yakınlık” kriterine göre fazla ile çok fazla arasında derecede önemlidir.

VERİ FORMU

Aşağıdaki kriterlerin önem derecesini “**Trabzon’da olası bir sel afeti durumunda geçici çadır kuruluş yer seçimi açısından**” dikkate alarak karşılaştırmalı olarak belirleyiniz.

1: Eşit **3:** Biraz daha fazla **5:** Fazla **7:** Çok fazla **9:** Aşırı derecede fazla

K ₁ (Toprak Geçirgenliği)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₂ (Arazi Eğimi)
K ₁ (Toprak Geçirgenliği)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₃ (Arazi Topografyası)
K ₁ (Toprak Geçirgenliği)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₄ (Jeolojik Formasyon)
K ₁ (Toprak Geçirgenliği)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₅ (Yerleşim Birimlerine Yakınlık)
K ₁ (Toprak Geçirgenliği)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₆ (Karayolu Ağlarına Yakınlık)
K ₁ (Toprak Geçirgenliği)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₇ (Sağlık Hizmetleri)
K ₁ (Toprak Geçirgenliği)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₈ (Güvenlik ve Koruma)
K ₁ (Toprak Geçirgenliği)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₉ (Heyelan Riski Olan Alanlara Uzaklık)
K ₁ (Toprak Geçirgenliği)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₁₀ (Hidrometeorolojik Tehlikeler)
K ₁ (Toprak Geçirgenliği)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₁₁ (Afet Enkaz Toplama Alanlarına Uzaklık)
K ₁ (Toprak Geçirgenliği)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₁₂ (Çevre Kirliliğine Sebep Olan Alanlara Uzaklık)
K ₂ (Arazi Eğimi)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₃ (Arazi Topografyası)
K ₂ (Arazi Eğimi)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₄ (Jeolojik Formasyon)
K ₂ (Arazi Eğimi)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₅ (Yerleşim Birimlerine Yakınlık)
K ₂ (Arazi Eğimi)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₆ (Karayolu Ağlarına Yakınlık)
K ₂ (Arazi Eğimi)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₇ (Sağlık Hizmetleri)
K ₂ (Arazi Eğimi)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₈ (Güvenlik ve Koruma)
K ₂ (Arazi Eğimi)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₉ (Heyelan Riski Olan Alanlara Uzaklık)
K ₂ (Arazi Eğimi)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₁₀ (Hidrometeorolojik Tehlikeler)
K ₂ (Arazi Eğimi)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₁₁ (Afet Enkaz Toplama Alanlarına Uzaklık)
K ₂ (Arazi Eğimi)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₁₂ (Çevre Kirliliğine Sebep Olan Alanlara Uzaklık)
K ₃ (Arazi Topografyası)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₄ (Jeolojik Formasyon)
K ₃ (Arazi Topografyası)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₅ (Yerleşim Birimlerine Yakınlık)
K ₃ (Arazi Topografyası)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₆ (Karayolu Ağlarına Yakınlık)
K ₃ (Arazi Topografyası)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₇ (Sağlık Hizmetleri)
K ₃ (Arazi Topografyası)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₈ (Güvenlik ve Koruma)
K ₃ (Arazi Topografyası)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₉ (Heyelan Riski Olan Alanlara Uzaklık)
K ₃ (Arazi Topografyası)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₁₀ (Hidrometeorolojik Tehlikeler)
K ₃ (Arazi Topografyası)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₁₁ (Afet Enkaz Toplama Alanlarına Uzaklık)
K ₃ (Arazi Topografyası)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₁₂ (Çevre Kirliliğine Sebep Olan Alanlara Uzaklık)

K ₄ (Jeolojik Formasyon)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₅ (Yerleşim Birimlerine Yakınlık)
K ₄ (Jeolojik Formasyon)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₆ (Karayolu Ağlarına Yakınlık)
K ₄ (Jeolojik Formasyon)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₇ (Sağlık Hizmetleri)
K ₄ (Jeolojik Formasyon)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₈ (Güvenlik ve Koruma)
K ₄ (Jeolojik Formasyon)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₉ (Heyelan Riski Olan Alanlara Uzaklık)
K ₄ (Jeolojik Formasyon)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₁₀ (Hidrometeorolojik Tehlikeler)
K ₄ (Jeolojik Formasyon)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₁₁ (Afet Enkaz Toplama Alanlarına Uzaklık)
K ₄ (Jeolojik Formasyon)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₁₂ (Çevre Kirliliğine Sebep Olan Alanlara Uzaklık)
K ₅ (Yerleşim Birimlerine Yakınlık)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₆ (Karayolu Ağlarına Yakınlık)
K ₅ (Yerleşim Birimlerine Yakınlık)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₇ (Sağlık Hizmetleri)
K ₅ (Yerleşim Birimlerine Yakınlık)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₈ (Güvenlik ve Koruma)
K ₅ (Yerleşim Birimlerine Yakınlık)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₉ (Heyelan Riski Olan Alanlara Uzaklık)
K ₅ (Yerleşim Birimlerine Yakınlık)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₁₀ (Hidrometeorolojik Tehlikeler)
K ₅ (Yerleşim Birimlerine Yakınlık)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₁₁ (Afet Enkaz Toplama Alanlarına Uzaklık)
K ₅ (Yerleşim Birimlerine Yakınlık)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₁₂ (Çevre Kirliliğine Sebep Olan Alanlara Uzaklık)
K ₆ (Karayolu Ağlarına Yakınlık)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₇ (Sağlık Hizmetleri)
K ₆ (Karayolu Ağlarına Yakınlık)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₈ (Güvenlik ve Koruma)
K ₆ (Karayolu Ağlarına Yakınlık)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₉ (Heyelan Riski Olan Alanlara Uzaklık)
K ₆ (Karayolu Ağlarına Yakınlık)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₁₀ (Hidrometeorolojik Tehlikeler)
K ₆ (Karayolu Ağlarına Yakınlık)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₁₁ (Afet Enkaz Toplama Alanlarına Uzaklık)
K ₆ (Karayolu Ağlarına Yakınlık)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₁₂ (Çevre Kirliliğine Sebep Olan Alanlara Uzaklık)
K ₇ (Sağlık Hizmetleri)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₈ (Güvenlik ve Koruma)
K ₇ (Sağlık Hizmetleri)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₉ (Heyelan Riski Olan Alanlara Uzaklık)
K ₇ (Sağlık Hizmetleri)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₁₀ (Hidrometeorolojik Tehlikeler)
K ₇ (Sağlık Hizmetleri)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₁₁ (Afet Enkaz Toplama Alanlarına Uzaklık)
K ₇ (Sağlık Hizmetleri)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₁₂ (Çevre Kirliliğine Sebep Olan Alanlara Uzaklık)
K ₈ (Güvenlik ve Koruma)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₉ (Heyelan Riski Olan Alanlara Uzaklık)
K ₈ (Güvenlik ve Koruma)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₁₀ (Hidrometeorolojik Tehlikeler)
K ₈ (Güvenlik ve Koruma)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₁₁ (Afet Enkaz Toplama Alanlarına Uzaklık)
K ₈ (Güvenlik ve Koruma)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₁₂ (Çevre Kirliliğine Sebep Olan Alanlara Uzaklık)
K ₉ (Heyelan Riski Olan Alanlara Uzaklık)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₁₀ (Hidrometeorolojik Tehlikeler)
K ₉ (Heyelan Riski Olan Alanlara Uzaklık)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₁₁ (Afet Enkaz Toplama Alanlarına Uzaklık)
K ₉ (Heyelan Riski Olan Alanlara Uzaklık)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₁₂ (Çevre Kirliliğine Sebep Olan Alanlara Uzaklık)
K ₁₀ (Hidrometeorolojik Tehlikeler)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₁₁ (Afet Enkaz Toplama Alanlarına Uzaklık)
K ₁₀ (Hidrometeorolojik Tehlikeler)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₁₂ (Çevre Kirliliğine Sebep Olan Alanlara Uzaklık)
K ₁₁ (Afet Enkaz Toplama Alanlarına Uzaklık)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K ₁₂ (Çevre Kirliliğine Sebep Olan Alanlara Uzaklık)

EK 3: Etik Kurul Belgesi



GİZLİ

T.C.

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Hukuk Müşavirliği

Sayı : E-82554930-050.01.04-384439 / 1542
Konu : Aylin OFLUOĞLU'nun Etik Kurul Kararı

20.06.2023

Sn. Aylin OFLUOĞLU

İlgi : 19.06.2023 tarihli ve E-26014373-050.06.04-383827 sayılı yazı.

KTÜ- Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Doktora Programı öğrencisi Aylin OFLUOĞLU'nun "**Geçici Çadır Kuruluş Yeri Seçimi İçin Bütünleşik Bir Yaklaşım: Trabzon İli Örneği**" adlı tez çalışması kapsamında gerekli olan Etik Kurul incelemesi yapılmış olup, başvurunuza onay verilmiştir.

Bilgilerinize ve gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Akif CİNEL
Rektör Yardımcısı

Ek: Aylin OFLUOĞLU'nun Etik Kurul Kararı

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

GİZLİ

Doğrulama Adres: <https://www.turkiye.gov.tr/karadeniz-teknik-universitesi-ebv>

Doğrulama Kod: 18B94AC5-862D-439D-96A4-437198847D9D

61080 – Trabzon /
TÜRKİYE
Tel: 04623772107

Faks: 04623774399

www.ktu.edu.tr

Ayrıntılı Bilgi İçin İrtibat
Belgin ŞEN
hukukmusavirligi@ktu.edu.tr

Sayfa
1 / 1



Ek 4: AHP Sonuçları

Ek 4-A: Kriterlere Ait İkili Karşılaştırma Matrisleri

	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉	K ₁₀	K ₁₁	K ₁₂
K ₁	1,0000	0,6759	0,5748	0,3298	0,7588	0,4511	0,3508	0,3911	0,1761	0,1991	0,6906	0,7141
K ₂	1,4796	1,0000	0,8805	0,9031	0,8066	0,7969	0,5385	0,6330	0,2782	0,4128	1,0292	0,9395
K ₃	1,7396	1,1357	1,0000	1,0202	0,7676	0,7339	0,4948	0,5029	0,2669	0,2724	0,8422	0,8388
K ₄	3,0323	1,1073	0,9802	1,0000	1,1231	0,9965	0,6399	0,7050	0,2226	0,3328	1,0450	0,9596
K ₅	1,3178	1,2398	1,3028	0,8904	1,0000	0,6005	0,4085	0,3853	0,2564	0,3148	0,6615	0,8284
K ₆	2,2170	1,2548	1,3626	1,0035	1,6652	1,0000	0,3518	0,4828	0,2521	0,2814	0,6292	0,5644
K ₇	2,8504	1,8569	2,0211	1,5626	2,4477	2,8422	1,0000	1,1311	0,4663	0,4676	1,3407	1,5082
K ₈	2,5572	1,5797	1,9886	1,4184	2,5956	2,0712	0,8841	1,0000	0,3084	0,3571	0,9307	1,0533
K ₉	5,6790	3,5941	3,7465	4,4918	3,8999	3,9659	2,1444	3,2420	1,0000	1,0526	1,9552	2,0526
K ₁₀	5,0237	2,4227	3,6713	3,0052	3,1765	3,5531	2,1388	2,8006	0,9500	1,0000	1,8257	1,6448
K ₁₁	1,4480	0,9716	1,1873	0,9569	1,5117	1,5893	0,7459	1,0744	0,5115	0,5477	1,0000	0,6826
K ₁₂	1,4004	1,0644	1,1921	1,0421	1,2071	1,7718	0,6631	0,9494	0,4872	0,6080	1,4649	1,0000

Tutarlılık Oranı: 0,0173

Ek 4-B: Kriterlere Ait Alt Sınıflara İlişkin Karşılaştırma Matrisleri

Ek 4-B1: Toprak Geçirgenliği Alt Sınıfları

	Altüvyal (A)	Kolüvyal (K)	Gri Kahverengi Podzolik (G)	Kırmızı Sarı Podzolik (P)	Yüksek Dağ Çayır Toprak (Y)	Kahverengi Orman (M)	Kireçsiz Kahverengi Orman (N)
Altüvyal (A)	1,00	0,50	0,25	0,20	0,1667	0,1429	0,111
Kolüvyal (K)	2,00	1,00	0,50	0,33	0,25	0,20	0,1429
Gri Kahverengi Podzolik (G)	4,00	2,00	1,00	0,50	0,33	0,25	0,20
Kırmızı Sarı Podzolik (P)	5,00	3,00	2,00	1,00	0,50	0,33	0,25
Yüksek Dağ Çayır Toprak (Y)	6,00	4,00	3,00	2,00	1,00	0,50	0,33
Kahverengi Orman (M)	7,00	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00	0,50
Kireçsiz Kahverengi Orman (N)	9,00	7,00	5,00	4,00	3,00	2,00	1,00

Tutarlılık Oranı: 0,0227

Ek 4-B2: Arazi Eğimi Alt Sınıfları

	1	2	3	4	5	6
1	1,00	0,50	1,00	3,00	5,00	7,00
2	2,00	1,00	2,00	5,00	7,00	9,00
3	1,00	0,50	1,00	3,00	5,00	7,00
4	0,33	0,20	0,33	1,00	2,00	3,00
5	0,20	0,1429	0,20	0,50	1,00	2,00
6	0,1429	0,111	0,1429	0,33	0,50	1,00

Tutarlılık Oranı: 0,0082

Ek 4-B3: Arazi Topografyası Alt Sınıfları

	Mera	Doğal çayırılık	Seyrek Bitki Alanları	Tarım alanları	Bitki değişim alanları	Spor ve eğlence alanları	Kesikli şehir yapısı	Karışık ormanlar	Çıplak kayalıklar	İnsan yapıları	Su yolları	Sahil-Kumluk-Kumsal
Mera	1,00	2,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	8,00	8,00	9,00	9,00	9,00
Doğal çayırılık	0,50	1,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	7,00	7,00	8,00	8,00	8,00
Seyrek Bitki Alanları	0,50	1,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	7,00	7,00	8,00	8,00	8,00
Tarım alanları	0,33	0,50	0,50	1,00	2,00	3,00	4,00	6,00	6,00	7,00	7,00	7,00
Bitki değişim alanları	0,25	0,33	0,33	0,50	1,00	2,00	3,00	5,00	5,00	6,00	6,00	6,00
Spor ve eğlence alanları	0,20	0,25	0,25	0,33	0,50	1,00	2,00	4,00	4,00	5,00	5,00	5,00
Kesikli şehir yapısı	0,1667	0,20	0,20	0,25	0,33	0,50	1,00	3,00	3,00	2,00	2,00	2,00
Karışık ormanlar	0,125	0,1429	0,1429	0,1667	0,20	0,25	0,33	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00
Çıplak kayalıklar	0,1250	0,1429	0,1429	0,1667	0,20	0,25	0,33	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00
İnsan yapıları	0,1111	0,125	0,125	0,1429	0,1667	0,20	0,50	0,50	0,50	1,00	1,00	1,00
Su yolları	0,1111	0,125	0,125	0,1429	0,1667	0,20	0,50	0,50	0,50	1,00	1,00	1,00
Sahil-Kumluk-Kumsal	0,1111	0,125	0,125	0,1429	0,1667	0,20	0,50	0,50	0,50	1,00	1,00	1,00

Tutarlılık Oranı: 0,0303

Ek 4-B4: Jeolojik Formasyon Alt Sınıfları

	Taşınan malzeme	Sedimanter kayalar	Magmatik kayalar
Taşınan malzeme	1,00	0,20	0,1111
Sedimanter kayalar	5,00	1,00	0,33
Magmatik kayalar	9,00	3,00	1,00

Tutarlılık Oranı: 0,0252

Ek 4-B5: Yerleşim Birimlerine Yakınlık Alt Sınıfları

	0-200	200-500	500-1000	1000-2000	2000+
0-200	1,00	3,00	5,00	7,00	9,00
200-500	0,33	1,00	3,00	5,00	7,00
500-1000	0,20	0,33	1,00	3,00	5,00
1000-2000	0,1429	0,20	0,33	1,00	3,00
2000+	0,111	0,1429	0,20	0,33	1,00

Tutarlılık Oranı: 0,0542

Ek 4-B6: Karayolu Ağlarına Yakınlık Alt Sınıfları

	0-500	500-1500	1500-5000	5000-10000	10000+
0-500	1,00	3,00	5,00	7,00	9,00
500-1500	0,33	1,00	3,00	5,00	7,00
1500-5000	0,20	0,33	1,00	3,00	5,00
5000-10000	0,1429	0,20	0,33	1,00	3,00
10000+	0,111	0,1429	0,20	0,33	1,00

Tutarlılık Oranı: 0,0542

Ek 4-B7: Sağlık Hizmetleri Alt Sınıfları

	0-1000	1000-3000	3000-5000	5000-10000	10000+
0-1000	1,00	3,00	5,00	7,00	9,00
1000-3000	0,33	1,00	3,00	5,00	7,00
3000-5000	0,20	0,33	1,00	3,00	5,00
5000-10000	0,1429	0,20	0,33	1,00	3,00
10000+	0,111	0,1429	0,20	0,33	1,00

Tutarlılık Oranı: 0,0542

Ek 4-B8: Güvenlik ve Koruma Alt Sınıfları

	0-1000	1000-3000	3000-5000	5000-10000	10000+
0-1000	1,00	3,00	5,00	7,00	9,00
1000-3000	0,33	1,00	3,00	5,00	7,00
3000-5000	0,20	0,33	1,00	3,00	5,00
5000-10000	0,1429	0,20	0,33	1,00	3,00
10000+	0,111	0,1429	0,20	0,33	1,00

Tutarlılık Oranı: 0,0542

Ek 4-B9: Heyelan Riski Olan Alanlara Uzaklık Alt Sınıfları

	0-100	100-500	500-1000	1000+
0-100	1,00	0,33	0,20	0,111
100-500	3,00	1,00	0,33	0,1429
500-1000	5,00	3,00	1,00	0,33
1000+	9,00	7,00	3,00	1,00

Tutarlılık Oranı: 0,0331

Ek 4-B10: Hidrometeorolojik Tehlikeler Alt Sınıfları

	0-100	100-500	500-1000	1000+
0-100	1,00	0,33	0,20	0,111
100-500	3,00	1,00	0,33	0,1429
500-1000	5,00	3,00	1,00	0,33
1000+	9,00	7,00	3,00	1,00

Tutarlılık Oranı: 0,0331

Ek 4-B1: Afet Enkaz Toplama Alanlarına Uzaklık Alt Sınıfları

	0-1000	1000-3000	3000-5000	5000+
0-1000	1,00	0,33	0,1429	0,111
1000-3000	3,00	1,00	0,333	0,1429
3000-5000	7,00	3,00	1,00	0,33
5000+	9,00	7,00	3,00	1,00

Tutarlılık Oranı: 0,0370

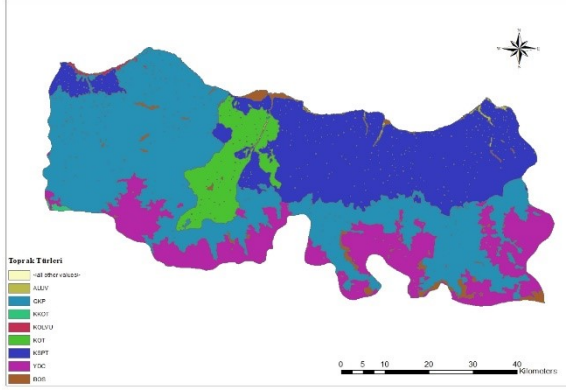
EkK 4-B12: Çevre Kirliliğine Sebep Olan Alanlara Uzaklık Alt Sınıfları

	0-1000	1000-3000	3000-5000	5000+
0-1000	1,0000	0,3333	0,1429	0,1111
1000-3000	3,0000	1,0000	0,3333	0,1429
3000-5000	7,0000	3,0000	1,0000	0,3333
5000+	9,0000	7,0000	3,0000	1,0000

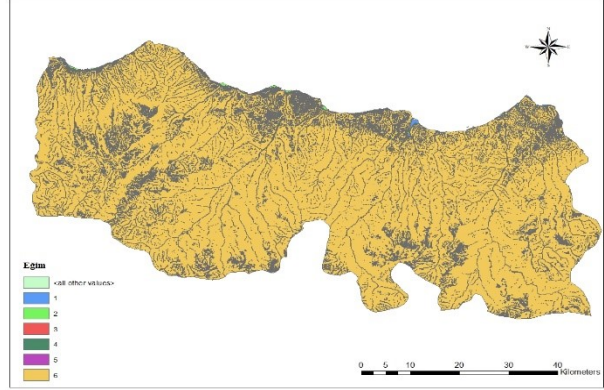
Tutarlılık Oranı: 0,0370

Ek 5: Değerlendirme Kriterlerine İlişkin Veri Haritaları

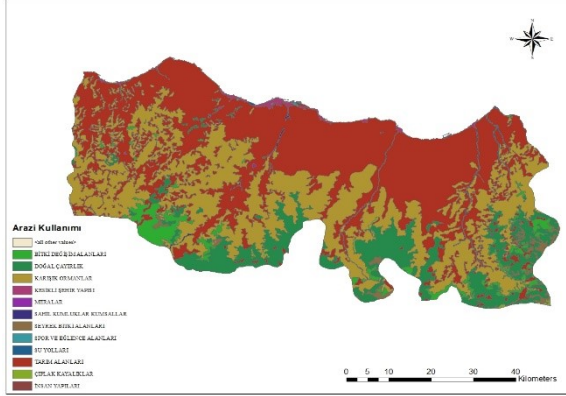
Toprak Geçirgenliği Haritası



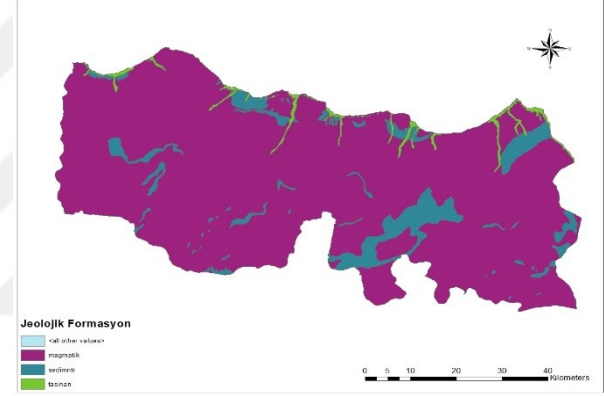
Arazi Eğimi Haritası



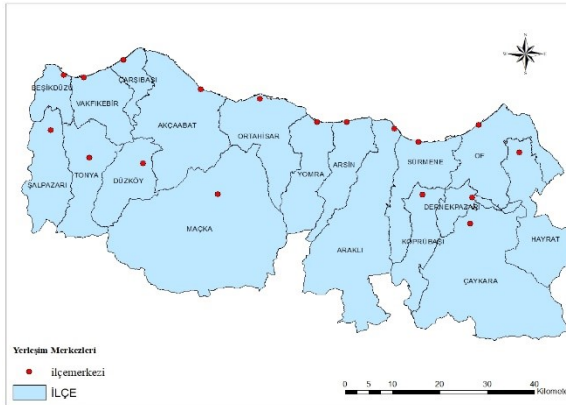
Arazi Topografyası Haritası



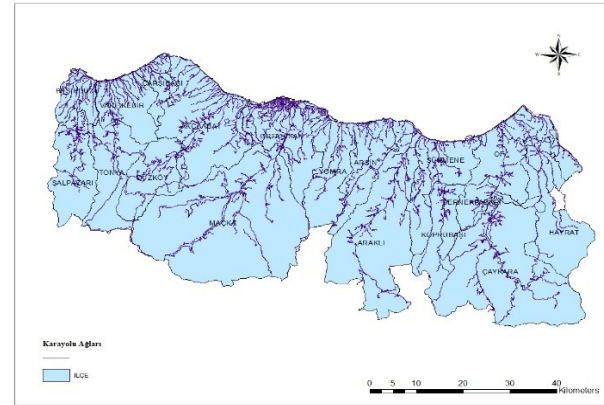
Jeolojik Formasyon



Yerleşim Birimlerine Yakınlık Haritası

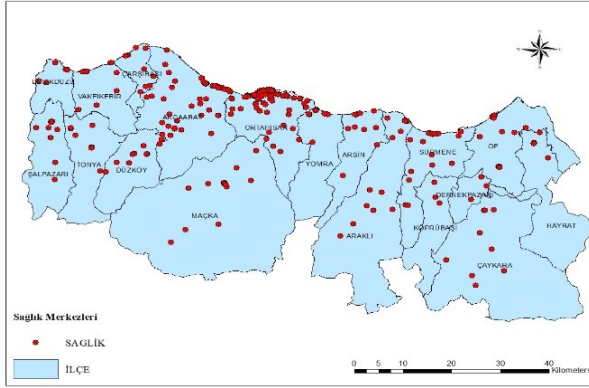


Karayolu Ağlarına Yakınlık Haritası

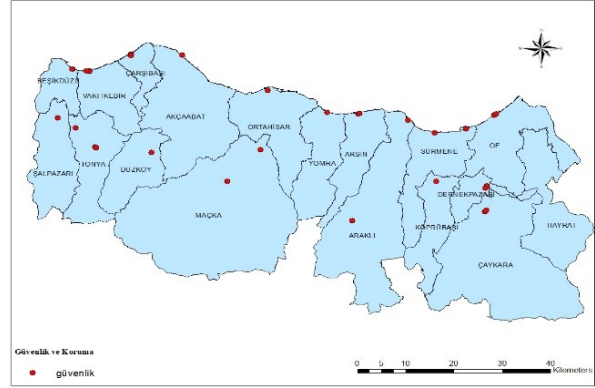


Ek 5: (Devamı)

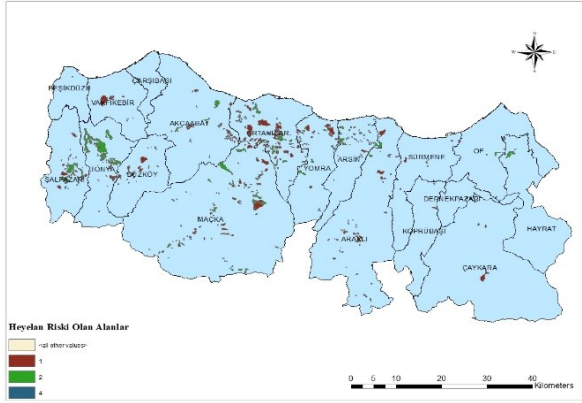
Sağlık Hizmetleri Haritası



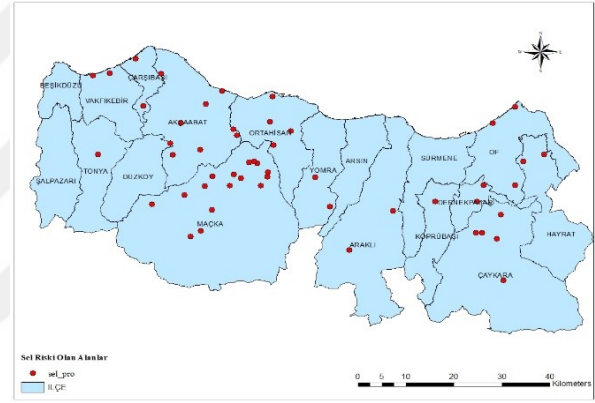
Güvenlik ve Koruma Haritası



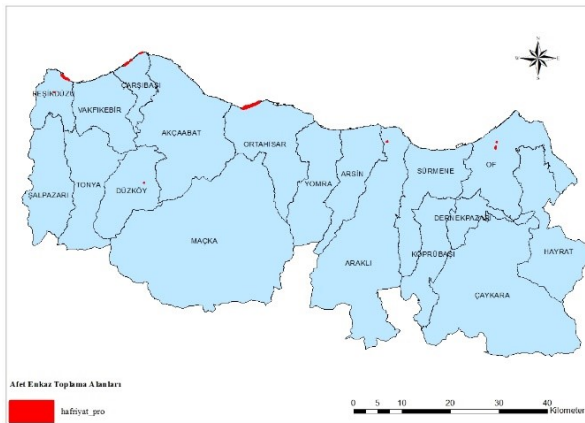
Heyelan Riski Olan Alanlara Uzaklık Haritası



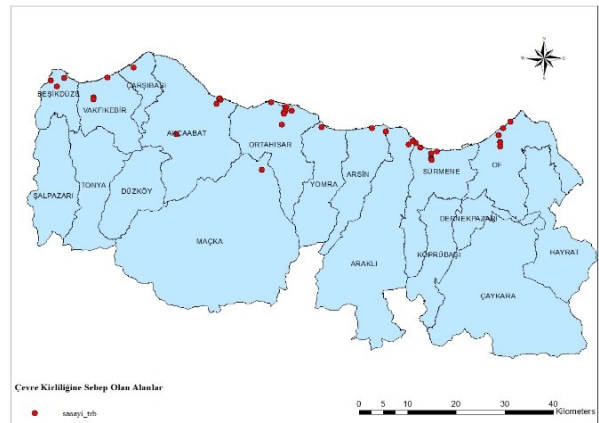
Hidrometeorolojik Tehlikeler Haritası



Afet Enkaz Toplama Alanlarına Uzaklık Haritası



Çevre Kirliliğine Sebep Olan Alanlara Uzaklık Haritası



Ek 6: TOPSIS Analiz Sonuçları

Ek 6-A: TOPSIS Karar Matrisi

	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉	K ₁₀	K ₁₁	K ₁₂
A1	0,071	0,032	0,166	0,669	0,035	0,134	0,260	0,260	0,540	0,602	0,592	0,592
A2	0,071	0,032	0,170	0,669	0,035	0,134	0,260	0,260	0,530	0,602	0,592	0,592
A3	0,071	0,032	0,170	0,669	0,035	0,134	0,260	0,260	0,602	0,602	0,592	0,592
A4	0,071	0,039	0,084	0,669	0,035	0,260	0,260	0,260	0,599	0,602	0,592	0,592
A5	0,071	0,032	0,090	0,669	0,035	0,496	0,260	0,068	0,592	0,602	0,592	0,592
A6	0,071	0,032	0,090	0,669	0,035	0,503	0,260	0,260	0,602	0,602	0,592	0,592
A7	0,071	0,032	0,167	0,669	0,035	0,503	0,503	0,035	0,602	0,602	0,592	0,262
A8	0,071	0,032	0,170	0,669	0,035	0,503	0,503	0,035	0,602	0,602	0,592	0,262
A9	0,071	0,225	0,040	0,669	0,503	0,503	0,503	0,068	0,602	0,602	0,592	0,101
A10	0,071	0,225	0,040	0,669	0,260	0,503	0,503	0,068	0,602	0,602	0,592	0,101
A11	0,071	0,032	0,040	0,669	0,503	0,503	0,503	0,068	0,602	0,602	0,592	0,101
A12	0,106	0,052	0,040	0,669	0,035	0,503	0,503	0,068	0,602	0,602	0,592	0,262
A13	0,056	0,033	0,040	0,669	0,035	0,503	0,503	0,134	0,602	0,602	0,592	0,262
A14	0,026	0,384	0,040	0,064	0,068	0,503	0,503	0,503	0,602	0,602	0,592	0,045
A15	0,106	0,309	0,040	0,669	0,068	0,503	0,503	0,260	0,602	0,602	0,592	0,045
A16	0,106	0,032	0,017	0,669	0,035	0,503	0,260	0,503	0,602	0,602	0,592	0,592
A17	0,071	0,032	0,170	0,669	0,035	0,503	0,260	0,035	0,602	0,602	0,592	0,592
A18	0,158	0,078	0,170	0,669	0,035	0,503	0,260	0,035	0,602	0,602	0,592	0,592
A19	0,158	0,058	0,170	0,669	0,035	0,409	0,503	0,035	0,602	0,602	0,592	0,592
A20	0,158	0,052	0,170	0,669	0,035	0,488	0,260	0,035	0,602	0,602	0,592	0,592
A21	0,158	0,231	0,170	0,669	0,035	0,503	0,068	0,035	0,602	0,602	0,592	0,592
A22	0,158	0,126	0,170	0,669	0,035	0,503	0,068	0,035	0,602	0,602	0,592	0,592
A23	0,158	0,254	0,170	0,669	0,035	0,503	0,068	0,035	0,602	0,602	0,592	0,592
A24	0,158	0,216	0,170	0,669	0,035	0,406	0,068	0,035	0,602	0,602	0,592	0,592
Ağırlık	0,035	0,054	0,051	0,062	0,049	0,055	0,101	0,084	0,195	0,168	0,070	0,074

Ek 6-B: TOPSIS Normalize Karar Matrisi

	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉	K ₁₀	K ₁₁	K ₁₂
A1	0,136	0,043	0,260	0,208	0,045	0,060	0,145	0,265	0,185	0,204	0,204	0,251
A2	0,136	0,043	0,266	0,208	0,045	0,060	0,145	0,265	0,182	0,204	0,204	0,251
A3	0,136	0,043	0,266	0,208	0,045	0,060	0,145	0,265	0,206	0,204	0,204	0,251
A4	0,136	0,052	0,132	0,208	0,045	0,116	0,145	0,265	0,205	0,204	0,204	0,251
A5	0,136	0,043	0,141	0,208	0,045	0,222	0,145	0,069	0,203	0,204	0,204	0,251
A6	0,136	0,043	0,141	0,208	0,045	0,225	0,145	0,265	0,206	0,204	0,204	0,251
A7	0,136	0,043	0,262	0,208	0,045	0,225	0,280	0,036	0,206	0,204	0,204	0,111
A8	0,136	0,043	0,266	0,208	0,045	0,225	0,280	0,036	0,206	0,204	0,204	0,111
A9	0,136	0,303	0,063	0,208	0,646	0,225	0,280	0,069	0,206	0,204	0,204	0,043
A10	0,136	0,303	0,063	0,208	0,334	0,225	0,280	0,069	0,206	0,204	0,204	0,043
A11	0,136	0,043	0,063	0,208	0,646	0,225	0,280	0,069	0,206	0,204	0,204	0,043
A12	0,202	0,070	0,063	0,208	0,045	0,225	0,280	0,069	0,206	0,204	0,204	0,111
A13	0,107	0,044	0,063	0,208	0,045	0,225	0,280	0,136	0,206	0,204	0,204	0,111
A14	0,050	0,517	0,063	0,020	0,087	0,225	0,280	0,512	0,206	0,204	0,204	0,019
A15	0,202	0,416	0,063	0,208	0,087	0,225	0,280	0,265	0,206	0,204	0,204	0,019
A16	0,202	0,043	0,027	0,208	0,045	0,225	0,145	0,512	0,206	0,204	0,204	0,251
A17	0,136	0,043	0,266	0,208	0,045	0,225	0,145	0,036	0,206	0,204	0,204	0,251
A18	0,303	0,105	0,266	0,208	0,045	0,225	0,145	0,036	0,206	0,204	0,204	0,251
A19	0,303	0,078	0,266	0,208	0,045	0,183	0,280	0,036	0,206	0,204	0,204	0,251
A20	0,303	0,070	0,266	0,208	0,045	0,219	0,145	0,036	0,206	0,204	0,204	0,251
A21	0,303	0,311	0,266	0,208	0,045	0,225	0,038	0,036	0,206	0,204	0,204	0,251
A22	0,303	0,169	0,266	0,208	0,045	0,225	0,038	0,036	0,206	0,204	0,204	0,251
A23	0,303	0,341	0,266	0,208	0,045	0,225	0,038	0,036	0,206	0,204	0,204	0,251
A24	0,303	0,290	0,266	0,208	0,045	0,182	0,038	0,036	0,206	0,204	0,204	0,251
Ağırlık	0,035	0,054	0,051	0,062	0,049	0,055	0,101	0,084	0,195	0,168	0,070	0,074

Ek 6-C: TOPSIS Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi

	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉	K ₁₀	K ₁₁	K ₁₂
A1	0,005	0,002	0,013	0,013	0,002	0,003	0,015	0,022	0,036	0,034	0,014	0,019
A2	0,005	0,002	0,014	0,013	0,002	0,003	0,015	0,022	0,035	0,034	0,014	0,019
A3	0,005	0,002	0,014	0,013	0,002	0,003	0,015	0,022	0,040	0,034	0,014	0,019
A4	0,005	0,003	0,007	0,013	0,002	0,006	0,015	0,022	0,040	0,034	0,014	0,019
A5	0,005	0,002	0,007	0,013	0,002	0,012	0,015	0,006	0,040	0,034	0,014	0,019
A6	0,005	0,002	0,007	0,013	0,002	0,012	0,015	0,022	0,040	0,034	0,014	0,019
A7	0,005	0,002	0,013	0,013	0,002	0,012	0,028	0,003	0,040	0,034	0,014	0,008
A8	0,005	0,002	0,014	0,013	0,002	0,012	0,028	0,003	0,040	0,034	0,014	0,008
A9	0,005	0,016	0,003	0,013	0,032	0,012	0,028	0,006	0,040	0,034	0,014	0,003
A10	0,005	0,016	0,003	0,013	0,016	0,012	0,028	0,006	0,040	0,034	0,014	0,003
A11	0,005	0,002	0,003	0,013	0,032	0,012	0,028	0,006	0,040	0,034	0,014	0,003
A12	0,007	0,004	0,003	0,013	0,002	0,012	0,028	0,006	0,040	0,034	0,014	0,008
A13	0,004	0,002	0,003	0,013	0,002	0,012	0,028	0,012	0,040	0,034	0,014	0,008
A14	0,002	0,028	0,003	0,001	0,004	0,012	0,028	0,043	0,040	0,034	0,014	0,001
A15	0,007	0,023	0,003	0,013	0,004	0,012	0,028	0,022	0,040	0,034	0,014	0,001
A16	0,007	0,002	0,001	0,013	0,002	0,012	0,015	0,043	0,040	0,034	0,014	0,019
A17	0,005	0,002	0,014	0,013	0,002	0,012	0,015	0,003	0,040	0,034	0,014	0,019
A18	0,010	0,006	0,014	0,013	0,002	0,012	0,015	0,003	0,040	0,034	0,014	0,019
A19	0,010	0,004	0,014	0,013	0,002	0,010	0,028	0,003	0,040	0,034	0,014	0,019
A20	0,010	0,004	0,014	0,013	0,002	0,012	0,015	0,003	0,040	0,034	0,014	0,019
A21	0,010	0,017	0,014	0,013	0,002	0,012	0,004	0,003	0,040	0,034	0,014	0,019
A22	0,010	0,009	0,014	0,013	0,002	0,012	0,004	0,003	0,040	0,034	0,014	0,019
A23	0,010	0,019	0,014	0,013	0,002	0,012	0,004	0,003	0,040	0,034	0,014	0,019
A24	0,010	0,016	0,014	0,013	0,002	0,010	0,004	0,003	0,040	0,034	0,014	0,019
Ağırlık	0,035	0,054	0,051	0,062	0,049	0,055	0,101	0,084	0,195	0,168	0,070	0,074

Ek 6-D: Kriterlerin Pozitif (A⁺) ve Negatif (A⁻) İdeal Çözüm Değerleri

	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉	K ₁₀	K ₁₁	K ₁₂
A ⁺	0,010	0,028	0,014	0,013	0,032	0,012	0,028	0,043	0,040	0,034	0,014	0,019
A ⁻	0,002	0,002	0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,003	0,035	0,034	0,014	0,001

Ek 6-E: Alternatif Alanların Pozitif (S⁺) ve Negatif (S⁻) İdeal Ayrım Ölçüleri

Alternatif	S ⁻	S ⁺	Alternatif	S ⁻	S ⁺	Alternatif	S ⁻	S ⁺
A1	0,048	0,033	A9	0,044	0,044	A17	0,058	0,029
A2	0,048	0,033	A10	0,046	0,036	A18	0,056	0,030
A3	0,048	0,033	A11	0,049	0,042	A19	0,055	0,037
A4	0,048	0,031	A12	0,056	0,030	A20	0,057	0,030
A5	0,057	0,026	A13	0,053	0,031	A21	0,057	0,031
A6	0,047	0,033	A14	0,037	0,055	A22	0,059	0,028
A7	0,057	0,032	A15	0,041	0,041	A23	0,056	0,032
A8	0,057	0,032	A16	0,044	0,048	A24	0,057	0,030

Ek 7: Hedef Programlama Matematiksel Modeli

```
set i /1*24/;
set j /1*12/;
variable z;
positive Variable da(j),de(j);
binary variables x(i);
parameters
p(i,j)
$call GDXXRW selection.xlsx par=p rng=p!a1:m25 rdim=1 cdim=1
$GDXIN selection.gdx
$LOAD p
$GDXIN
A(i)
$call GDXXRW selection.xlsx par=A rng=A!a1:b24 rdim=1 cdim=0
$GDXIN selection.gdx
$LOAD A
$GDXIN
w(j)
$call GDXXRW selection.xlsx par=w rng=w!a1:b12 rdim=1 cdim=0
$GDXIN selection.gdx
$LOAD w
$GDXIN
equations k1,k2,k3,k4,k5,k6;
k1.. z=e=sum(j,w(j)*de(j));
k2(j).. sum(i, p(i,j)*x(i))-da(j)+de(j)=e=1;
k3..sum(i$(ord(i)<=11),x(i))=e=1;
k4..sum(i$(ord(i)>11 and ord(i)<=15),x(i))=e=1;
k5..sum(i$(ord(i)>15 and ord(i)<=24),x(i))=e=1;
k6..sum(i, A(i)*x(i))=g=146250;
model selection /all/;
Solve selection using mip minimizing z;
display x.l, z.l;
```

ÖZGEÇMİŞ

1997 yılında Şehit Pilot Muzaffer Erdönmez İlköğretim Okulu'ndan; 2004 yılında İstanbul Fahrettin Kerim Gökay Anadolu Lisesi'nden mezun oldu. Lisans eğitimini İstanbul Marmara Üniversitesi İşletme Enformatiği (Almanca) bölümünden 2010 yılında birincilik derecesi ile mezun olarak tamamladı. 2014 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Üretim Yönetimi Tezli Yüksek Lisans Programını tamamladı. 2015 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalında Doktora Programına başladı. Aynı sene İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Bölümü'nden Doktora dersleri aldı. 2015 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Beşikdüzü Meslek Yüksekokulu'nda öğretim görevlisi olarak göreve başlayan Aylin OFLUOĞLU, Trabzon Üniversitesi Beşikdüzü Meslek Yüksekokulu'nda çalışmaya devam etmektedir. Evli ve iki çocuk annesi olup, iyi derecede İngilizce ve Almanca bilmektedir.