



**T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**JEODEZİ VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ
ANABİLİM DALI**

**AKSARAY İLİNDE OLASI BİR DEPREMİN ETKİLERİNİN
SİMÜLASYON MODELİ İLE ARAŞTIRILMASI**

DOKTORA TEZİ

Asuman AKŞİT

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Semih EKERCİN**

AKSARAY, 2024

Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 182331001 numaralı Doktora öğrencisi Asuman AKŞİT tarafından hazırlanan “**AKSARAY İLİNDE OLASI BİR DEPREMİN ETKİLERİNİN SİMÜLASYON MODELİ İLE ARAŞTIRILMASI**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Jeodezi ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Semih EKERCİN

Antalya Bilim Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum

.....

Üye: Prof. Dr. S. Savaş DURDURAN

Necmettin Erbakan Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum

.....

Üye: Doç. Dr. Esra GÜRBÜZ

Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum

.....

Üye: Prof. Dr. Melayib BİLGİN

Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum

.....

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Abdullah VARLIK

Necmettin Erbakan Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum

.....

Tez Savunma Tarihi: 25/12/2024

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Doktora Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Prof. Dr. Fazliye KARABÖRK

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

DOĞRULUK BEYANI

Doktora tezi olarak sunduđum bu çalıřmayı, akademik kurallara ve bilimsel etik, ahlak ve geleneklere aykırı dűőecek bir yol ve yardıma bařvurmaksızın yazdıđımı, yararlandıđım eserlerin kaynakçada gűőerilenlerden olduđuunu, çalıřmamda kullandıđım verilerin orijinalliđini ve her tűrlű intihalden uzak olduđuunu beyan ederim.

Enstitű tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tűm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

Asuman AKŞİT

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca değerli bilgileri ve deneyimleri ile bana yol gösteren, tezin hazırlanmasında ve son aşamasına gelmesinde yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen, kullandığı her kelimenin hayatımdaki önemini asla unutmayacağım saygıdeğer tez danışmanım Prof. Dr. Semih EKERCİN'e sonsuz teşekkür ederim.

Bu tez çalışması sürecinde yönlendirmeleri ve katkılarıyla destek olan değerli Tez İzleme Komitesi üyelerim Prof. Dr. S. Savaş DURDURAN ve Doç. Dr. Esra GÜRBÜZ'e teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin başlangıcından bitişine kadar olan süreçte desteklerini esirgemeyen Aksaray Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü hocalarıma, yüksek lisans tez danışmanım Doç. Dr. Bahattin GÜLLÜ'ye, tezin şekillenmesinde katkısı bulunan değerli Prof. Dr. M. Murat KAVURMACI'ya ve kıymetli Dr. Öğr. Üyesi Mustafa YILDIZ'a çok teşekkür ediyorum.

ARENA Simülasyon programının çalıştırılmasında gösterdiği titiz çalışmalarla büyük katkı sağlayan Antalya Bilim Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü Arş. Gör. Ümran KAYA'ya ve tez çalışmam boyunca her anımda yanımda olup, bana moral ve destek veren sevgili arkadaşım İnşaat Mühendisi Ş. Tugçe BURUZAN'a, özverili yardımları ve güçlü destekleri için içtenlikle teşekkür ederim.

Ayrıca, bu çalışmamda kullandığım verilerin temin edilmesinde yardımcı olan Aksaray Belediyesi'ndeki ve Aksaray İl Özel İdaresi'ndeki çalışan personellere çok teşekkür ederim.

Bugünlere gelmemde büyük katkıları olan, her zaman bana inanan ve destek veren aileme, verdikleri emekler için sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Doktora tezimi, beni bu noktaya taşımak için hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan, uzun ve zorlu tez sürecimde bana her zaman destek olan sevgili eşim Makine Mühendisi Osman AKŞİT'e ve güzel kızlarım Zeynep Asel ve Buğlem'e ithaf ediyorum.

Asuman AKŞİT
AKSARAY, 2024

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	ix
1. GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Amacı ve Önemi	1
1.2 Çalışma Alanı ve Konumu	3
1.3 Önceki Çalışmalar	7
2. AFET YÖNETİMİ	21
2.1 Afet Kavramı.....	21
2.2 Afet Türleri.....	22
2.2.1 Doğa kaynaklı afetler.....	22
2.2.2 Teknolojik/İnsan kaynaklı afetler	25
2.3 Afet Yönetim Sistemleri.....	26
2.3.1 Geleneksel afet yönetim sistemi	27
2.3.1.1 Hafifletme aşaması.....	27
2.3.1.2 Hazırlık aşaması.....	28
2.3.1.3 Müdahale aşaması.....	30
2.3.1.4 İyileştirme aşaması.....	32
2.3.2 Modern afet yönetim sistemi	33
2.3.2.1 Risk yönetimi	34
2.3.2.2 Kriz yönetimi	35
2.4 Türkiye’ de Afet Yönetimi	36
2.5 Afet Yönetimi ve CBS	39
2.5.1 Afet evrelerinde CBS.....	41
2.5.2 Afet yönetiminde uzaktan algılama	46
3. DEPREM SENARYOSU	50
3.1 Deterministik Yöntem	51
3.2 Stokastik (Olasılıksal) Yöntem	53
3.3 Kurgusal Yöntem	55
4. ÇALIŞMA ALANININ AFET POTANSİYELİ VE DEPREMSELLİĞİ	57
4.1 Afet Potansiyel Verileri.....	57
4.2 Çalışma Alanının Depremselliği	59
5. MATERYAL VE YÖNTEM	65
5.1 Simülasyon Modeli İle Deprem Senaryosu Oluşturma	65
5.1.1 Simülasyon modelinde kullanılan arena programının modülleri.....	65
5.1.1.1 Create modülü.....	66
5.1.1.2 Process modülü	67
5.1.1.3 Decide modülü	67
5.1.1.4 Record modülü.....	68
5.1.1.5 Singal modülü	69
5.1.1.6 Delay modülü.....	69
5.1.1.7 Hold modülü	70
5.1.1.8 Station modülü.....	70

5.1.1.9 Assing modülü	71
5.1.1.10 Batch modülü	72
5.1.1.11 Separate modülü.....	72
5.1.1.12 Dispose modülü	73
5.1.2 Deprem senaryosu oluşturmak için simülasyon modeli kurulumu	73
5.2 Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP).....	77
5.2.1 Kriterlerin belirlenmesi.....	81
5.2.2 Modelin kurulması.....	82
5.2.3 Kriterlerin ikili karşılaştırmalarının yapılması	83
5.2.4 İlişki matrislerinin normalleştirilmesi/ ağırlıkların hesaplanması	83
5.2.5 Tutarlık hesapları	83
6. ARAŞTIRMA BULGULARI	84
6.1 AHP Yöntemi ile Önceliklendirme İşlemi	84
6.2 Simülasyon Modelinin ARENA Programına Uygulanması.....	88
6.3 Aksaray İlının Deprem Senaryosunun Hazırlanması	91
6.3.1 Simülasyon modelinin girdileri	98
6.3.2 Simülasyon modelinin çıktıları.....	102
7. TARTIŞMA VE SONUÇLAR.....	108
KAYNAKLAR.....	113
EKLER	127
EK A. Zeminlerin fiziksel ve indeks özelliklerinin toplu gösterimi, Aksaray MAKS (Mekansal Adres Kayıt Sistemi) mahalle, bina ve konut veri sayısı	127
EK B. Çalışma alanına ait 10 mahallenin ARENA Simülasyon sonuçları.	127
EK C. Ana kriterlere ait alt kriterlerin hesaplamaları.	127
ÖZGEÇMİŞ	140

DOKTORA TEZİ

AKSARAY İLİNDE OLASI BİR DEPREMİN ETKİLERİNİN SİMÜLASYON MODELİ İLE ARAŞTIRILMASI

Asuman AKŞİT

**Aksaray Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeodezi ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. Semih EKERCİN

ÖZET

Depremler, canlı yaşamını ciddi şekilde etkileyebilen doğal felaketlerdir. Zemin özelliklerine göre değişkenlik gösterse de, bazı durumlarda deprem şiddeti büyük can ve mal kayıplarına yol açabilir. Afet yönetimi kapsamında, risk ve kriz yönetiminin etkili bir şekilde planlanması, toplumun olumsuz etkilerden korunmasını sağlamak ve kaynakların doğru şekilde kullanılmasını amaçlayan önemli bir yaklaşımdır. Literatür incelemelerinde, depremlerin önceden tahmin edilmesinin mümkün olmadığı vurgulansa da, alınacak önlemlerle maddi hasarlar ve sosyo-ekonomik kayıplar minimize edilebilir. Bu bağlamda, bölge yöneticilerine büyük sorumluluk düşmektedir. Ülkemizde afetlerden kaynaklanan can ve mal kayıplarının önemli bir kısmı depremlerden kaynaklanmaktadır ve bu tür felaketler için stokastik temellere dayanan ve kurgusal yapıya sahip iki ana yaklaşım yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada, stokastik ve kurgusal yöntemler kullanılarak bir ARENA simülasyon modeli geliştirilmiş ve bölgeye ait bir deprem senaryosu oluşturulmuştur. Aksaray ilinde, afet yönetimi çerçevesinde detaylı bir triyaj tahmin analizi yapılmamışken, bu çalışmada Aksaray merkezli 11 mahallede simülasyon modeli çalıştırılarak, olası deprem sonucu yaralıların önceliklendirilmesi analizi gerçekleştirilmiştir. ARENA simülasyon modelinde kullanılan parametreler, ilgili mahallelerin zemin profili, bina katsayıları ve nüfus yoğunluğu göz önünde bulundurularak olası hasar ve kayıplar tahmin edilmiştir. Çalışma alanında Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemiyle ana kriterlerden olan jeolojik, yapısal, çevresel ve sosyo-ekonomik faktörlerin tutarlılık oranı 0,044 olarak belirlenmiştir. Simülasyon sonuçlarına göre ise deprem senaryosu çıktıları; triyaj işlemine göre ağır yaralı (T1), geciktirilebilir yaralı (T2), hafif yaralı (T3) ve ölü (T4) olmak üzere dört kategoriye ayrılmıştır. Bu çalışma, stokastik temellere dayanan kurgusal yapısı ile Aksaray ili için geliştirilmiş ilk deprem senaryosunun örneğini sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Afet, AHP, Deprem Senaryosu, ARENA Simülasyon Modeli, Trijaj, Kayıp tahmini.

Aralık, 2024; 140 sayfa

PhD. THESIS

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF A POTENTIAL EARTHQUAKE IN AKSARAY PROVINCE THROUGH SIMULATION MODELING

Asuman AKŞİT

**Aksaray University
Institute of Science and Technology
Department of Geodesy and Geographic Information Systems**

Supervisor: Prof. Dr. Semih EKERCİN

ABSTRACT

Earthquakes are natural disasters that can severely impact human life. Although their effects can vary depending on soil characteristics, in some cases, the intensity of an earthquake can lead to significant loss of life and property. In the context of disaster management, effective planning of risk and crisis management is a crucial approach aimed at protecting the community from negative impacts and ensuring the efficient use of resources. While literature reviews emphasize that it is not possible to predict earthquakes in advance, preventive measures can help minimize material damage and socio-economic losses. In this regard, regional managers bear significant responsibility. A significant portion of the loss of life and property caused by disasters in our country results from earthquakes, and two main approaches based on stochastic principles and conceptual structures are commonly used for such disasters. In this study, a simulation model using stochastic and conceptual methods was developed with ARENA software, and an earthquake scenario for the region was created. While no detailed triage prediction analysis has been conducted within the framework of disaster management in Aksaray Province, this study conducted a simulation model for 11 central districts of Aksaray and performed a prioritization analysis for casualties in the event of a potential earthquake. The parameters used in the ARENA simulation model were based on the soil profiles, building coefficients, and population density of the respective districts, in order to estimate potential damage and losses. The consistency ratio of the main criteria (geological, structural, environmental, and socio-economic factors) in the study area is 0.044, determined using the AHP method. According to the simulation results, the earthquake scenario outcomes were categorized into four groups based on triage priorities: critical injuries (T1), delayed injuries (T2), minor injuries (T3), and fatalities (T4). This study presents the first earthquake scenario developed for Aksaray Province, based on a conceptual structure grounded in stochastic principles.

Keyword: Disaster, AHP, Earthquake Scenario, ARENA Simulation Model, Triage, Loss estimate.

December, 2024; 140 pages

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Çalışma alanının konumu ve çevre illerin görünümü.....	4
Şekil 1.2. İnceleme alanı ve çevresinin genel jeoloji haritası.....	5
Şekil 1.3. Aksaray ilinin arazi kullanım haritası.....	6
Şekil 1.4. Aksaray ilinin arazi kullanımı sınıflandırılması.....	6
Şekil 1.5. Çalışma alanındaki önemli diri fay hatları.....	7
Şekil 2.1. Doğa kaynaklı afetlerin sınıflandırılması.....	22
Şekil 2.2. Odak noktası, dış merkez ve sismik deprem dalgalarının yayılışı.....	24
Şekil 2.3. Cisim dalgaları ve yüzey dalgaları.....	25
Şekil 2.4. Teknolojik afetlerin sınıflandırılması.....	26
Şekil 2.5. Afet yönetiminde CBS.....	40
Şekil 2.6. CBS'nin bütünleşik afet yönetimindeki yeri.....	41
Şekil 2.7. Coğrafi bilgi sistemleri'nin bileşenleri ve yapısı.....	43
Şekil 2.8. İzmir'in Seferihisar ilçesi olan 6,9 büyüklüğündeki depremin yol açtığı yıkım, uydu aracılığıyla uzaydan görüntüsü.....	47
Şekil 2.9. Elazığ'da 6,8 büyüklüğündeki deprem sonrası Sürsürü ve Mustafa paşa mahallelerinde yıkılan binaların uzaydan görüntüsü.....	47
Şekil 2.10. Kahramanmaraş merkezli 7,7 ve 7,6 büyüklüğündeki depremlerin uydu görüntüsü	49
Şekil 4.1. Aksaray sınırlarında bulunan afet türlerine göre afete maruz bölge kararı sayısı ve yüzde değeri.....	57
Şekil 4.2. Aksaray ve çevresinin eğim haritası.....	58
Şekil 4.3. Türkiye diri fay haritası.....	59
Şekil 4.4. Türkiye deprem tehlike haritası.....	60
Şekil 4.5. Mw: 7.2 büyüklüğünde bir deprem için AFAD RED analizi ile üretilmiş şiddet dağılım haritası.....	62
Şekil 4.6. 1900-31 Aralık 2022 aletsel dönem depremleri ($M \geq 4$).....	62
Şekil 4.7. Türkiye ve yakın çevresinin deprem etkinliği haritasında 1 Ocak 2022-31 Aralık 2022.....	63
Şekil 4.8. İnceleme alanı ve çevresinde 1900-2021 yılları arasında meydana gelen $M \geq 3$ olan 14 deprem kayıtları.....	63
Şekil 5.1. ARENA programının arayüzüne ait ekran görüntüsü.....	66
Şekil 5.2. Create modülü ve özellikler penceresi.....	66
Şekil 5.3. Process modülü ve özellikler penceresi.....	67
Şekil 5.4. Decide modülü ve özellikler penceresi.....	68
Şekil 5.5. Record modülü ve özellikler penceresi.....	68
Şekil 5.6. Signal modülü ve özellikler penceresi.....	69
Şekil 5.7. Delay modülü ve özellikler penceresi.....	69
Şekil 5.8. Hold modülü ve özellikler penceresi.....	70
Şekil 5.9. Station modülü ve özellikler penceresi.....	71
Şekil 5.10. Assign modülü ve özellikler penceresi.....	71
Şekil 5.11. Batch modülü ve özellikler penceresi.....	72
Şekil 5.12. Separate modülü ve özellikler penceresi.....	72
Şekil 5.13. Dispose modülü ve özellikler penceresi.....	73
Şekil 5.14. Simülasyon modelinin ağ yapısının olasılıksal şematik gösterimi.....	75
Şekil 5.15. Deprem sonrası yaşanacak sürecin şematik gösterimi	77
Şekil 5.16. Markov zinciri geçiş olasılıkları değerleri	77
Şekil 5.17. Analitik hiyerarşi modeli.....	78

Şekil 5.18. Çalışma alanına ait oluşturulmuş ana kriterlere ve alt kriterlere ait hiyerarşik yapı.....	82
Şekil 6.1. Çalışma alanı AHP analizi sonuç haritası.....	88
Şekil 6.2. Deprem sonrası yaşanacak sürecin ARENA programına uygulanması (giriş kısmı 1).....	89
Şekil 6.3. Deprem sonrası yaşanacak sürecin ARENA programına uygulanması (giriş kısmı 2).....	89
Şekil 6.4. Deprem sonrası yaşanacak sürecin 5. aşamasının ARENA programına uygulanması (Submodel 1).....	90
Şekil 6.5. Aksaray iline ait ilçelerin gösterimi.....	91
Şekil 6.6. Aksaray iline ait yerleşim yerleri ve çalışma alanına ait mahallelerin gösterimi	95
Şekil 6.7. Çalışma alanına ait mahallelerin toplam bina sayısı.....	96
Şekil 6.8. Çalışma alanına ait mahallelerin bina katsayısı.	96
Şekil 6.9. Çalışma alanına ait 31/12/2022 tarihli mahallelerin toplam nüfus sayısı.....	97
Şekil 6.10. Çalışma alanına ait mahallelerideki sondaj noktaları.....	97
Şekil 6.11. Çalışma alanına ait mahallelerideki zemin sınıflaması.....	98
Şekil 6.12. Paşacık Mahallesi 5,1-6,5 Mw Triyaj Grafiği.....	105
Şekil 6.13. Çalışma alanına ait hasar risk haritası.....	106
Şekil 6.14. Aksaray ili merkez 11 mahalleye ait 5,1-6,5 Mw büyüklüğündeki olası depremden etkilenme oranları.....	107

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Geleneksel ve modern afet yönetim sistemlerinin karşılaştırılması.....	33
Çizelge 2.2. Deprem dönemlerine göre afet politikalarının ve stratejilerin gelişimi.....	38
Çizelge 4.1. İnceleme alanı ve çevresinde 1900-2021 yılları arasında meydana gelen $M \geq 3$ olan deprem kayıtları.....	64
Çizelge 5.1. Triyaj işleminde kullanılan sınıflandırma tablosu.....	76
Çizelge 5.2. İkili karşılaştırma yönteminde yer alan 1’den 9’a kadar tanımlanan dereceler.....	79
Çizelge 5.3. Rassal indeks değerleri.....	81
Çizelge 5.4. Çalışma alanında kullanılan kriterler.....	81
Çizelge 6.1. Ana kriterlerin ikili karşılaştırılma matrisi.....	85
Çizelge 6.2. Ana kriterlerin ilişki matrislerinin normalleştirilmesi.....	85
Çizelge 6.3. Ana kriterlerin maksimum özdeğer (λ_{max}) hesaplanırken kullanılan öncelik değerleri ve ağırlıklı toplam vektörleri.....	86
Çizelge 6.4. AHP modelinin ayrıntılı sonucu.....	87
Çizelge 6.5. 2022 yılı çalışma kapsamında ele alınan 11 mahallenin nüfus bilgileri.....	98
Çizelge 6.6. Çalışma kapsamında ilgili mahallelerin zemin profil oranları.....	100
Çizelge 6.7. İlgili mahallelerde bulunan binaların kat sayıları.....	101
Çizelge 6.8. Çalışma kapsamında ilgili mahallelerin az, orta ve çok katlı bina katsayıları.....	101
Çizelge 6.9. Simülasyon ağ yapısındaki 5. aşamanın değerleri.....	102
Çizelge 6.10. Paşacık Mahallesi’ nin 6,5 Mw büyüklüğündeki hasar ve kayıp tahmin sonuçlarının ARENA programı raporu.....	103
Çizelge 6.11. Paşacık Mahallesi'nin 5,1 Mw büyüklüğüne ait hasar ve kayıp tahmin sonuçları.....	104
Çizelge 6.12. Paşacık Mahallesi'nin 6,5 Mw büyüklüğüne ait hasar ve kayıp tahmin sonuçları.....	104
Çizelge 6.13. Aksaray ili için 5,1 Mw büyüklüğünde üretilen deprem senaryosunun sonuçları.....	105
Çizelge 6.14. Aksaray ili için 6,5 Mw büyüklüğünde üretilen deprem senaryosunun sonuçları.....	106

SİMGELER VE KISALTMALAR

AFAD	Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
AFAD-RED	AFAD Deprem Ön Hasar ve Kayıp Hızlı Tahmin Yazılımı
AHP	Analitik Hiyerarşi Prosesi
ATV	Ağırlıklandırılmış Toplam Vektör
BM	Birleşmiş Milletler
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
CRED	Afet Epidemiyoloji Merkezi
CL	Düşük Plastisiteli Siltli Kil
CH	Yüksek Plastisiteli Siltli Kil
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
DEA	Veri Zarflama Analizi
DBELA	Displacement-Based Earthquake Loss Assessment
DDB	Deprem Dairesi Başkanlığı
ESRI	Environmental Systems Research Institute
ELER	Earthquake Loss Estimation Routine
EM-DAT	Uluslararası Afet Veritabanı
FEMA	Federal Emergency Management Agency
GD	Güneydoğu
GC	Killi Kumlu Çakıl
ha	Hektar
İRAP	İl Afet Risk Azaltma Planı
IFRC	Uluslararası Kızılhaç ve Kızılay Dernekleri Federasyonu
IWQI	İçme Suyu Kalitesi İndeksi
JICA	Japonya Uluslararası İşbirliği Ajansı
KAF	Kuzey Anadolu Fayı
KB	Kuzeybatı
Km	Kilometre
Km²	Kilometrekare
MTA	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
MASW	Çok Kanallı Yüzey Dalgası Analizi
MAKS	Mekânsal Adres Kayıt Sistemi
ML	Düşük Plastisiteli Killi Silt
Mw	Moment Magnitüd Ölçeği
m	Metre
n	Matris Boyutu
ÖKP	Özel Koruma Alanı
ÖD	Öncelik Değeri
pH	Hidrojenin Gücü
Rİ	Rassal İndeksi
SPT	Standart Penetrasyon Testi
SELENA	Mantık Ağacı Yaklaşımı Kullanarak Sismik Kayıp Tahmin
SC	Killi Kum
SM	Siltli Kum
T1	Ağır Yaralı
T2	Hafif Yaralı
T3	Geçiktirilebilir Yaralı
T4	Ölü
TGFZ	Tuz Gölü Fay Zonu

TAMP	Türkiye Afet Müdahale Planı
Tİ	Tutarlık İndeksi
TO	Tutarlık Oranı
TOPSIS	Tercih Edilen Seçeneklerin Sıralanması ve Değerlendirilmesi
UA	Uzaktan Algılama
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
λ_{max}	En Büyük Özdeğer



1. GİRİŞ

1.1 Çalışmanın Amacı ve Önemi

Alpler'in orojenik kuşağında yer alan Türkiye, güçlü tektoniği ile deprem ve hasar oranının yüksek olduğu ülkelerden biridir. Ülkemizde Doğu Anadolu ve Kuzey Anadolu fayı olmak üzere iki ana fay alanı ve büyük depremlere neden olan birçok bölgesel fay bulunmaktadır. Türkiye topraklarının % 42' si 1. derece deprem bölgesinde, % 24' ü 2. derece deprem bölgesinde, % 18' i ise 3. derece deprem bölgesinde yer almaktadır (Sönmez, 2011). Ülkemizde çok sayıda deprem yaşanmakta ve deprem araştırmalarının önemi gün geçtikçe artmaktadır. Günümüz teknolojisiyle depremleri önceden tahmin etmek mümkün değildir. Bunun yol açacağı can ve mal kayıplarının yaşanması kaçınılmaz görünmektedir. Ancak deprem öncesinde önlem alınarak deprem zararları en aza indirgenebilmektedir Bu, günümüzün modern afet yönetimi yaklaşımının en önemli yönlerinden bir tanesidir. Depreme yatkın bölgelerde yapılacak bazı hesaplamalarla depremlerin yol açtığı hasarlar azaltılabilmektedir (Işık vd., 2019). Deprem zararlarını azaltmak için bazı önlemler alınabilir. Bu süreçlerde hasar tahmin analizi önemli bir rol oynamaktadır. Tahminlerin analizinde deprem koşulları kullanılmaktadır. Deprem senaryoları kavramı, bir depremin o bölgedeki bir bölgede neden olacağı hasarın tahmin edilmesine dayanmaktadır.

Çalışma alanı olan Aksaray'da deprem tehlike haritaları konusunda çok az çalışma olmakla birlikte, çeşitli araştırma merkezleri ve kurumları (Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD), Kandili Rasathanesi vb.) tarafından deprem kayıtları tutulmaktadır.

Deprem tehlikesi, herhangi bir yer ve zamanda deprem nedeniyle hasara ve can kaybına neden olabilecek zeminin hareketidir. Deprem, deprem sonucu meydana gelen mal ve can kayıpları olarak tanımlanabilir (Eyidoğan, 2003; Türkelli, 2008; Yunatçı ve Çetin, 2007).

Sismik tehlike çalışmaları herhangi bir yerde depremlerin meydana gelme olasılığının boyutunu belirlemektedir. Bu alanlardaki etkinin boyutunu belirlemek için deprem senaryoları kullanılmaktadır (Özmen, 2008). Depremlerin neden olduğu insani ve ekonomik kayıpların tahmin edilmesi, uygun önlemlerin alınmasıyla olası kayıp

miktarının azaltılması mümkündür (Işık vd., 2017). Bir bölge için bu hesaplamaları yaparken amaç, senaryo depreminin olması durumunda çalışma alanındaki binanın yapısında oluşacak hasar miktarının belirlenmesidir. Buna dayanarak ekonomik ve sosyal kayıplar da hesaplanabilmektedir (Işık vd., 2018).

Bu çalışmanın amacı, Aksaray ilinde olası bir deprem sonucunda, çalışma kapsamındaki 11 mahallede yaratacağı hasar ve kayıpları tahmin etmektir. Deprem sonrası oluşacak zararları tahmin edebilmek amacıyla, stokastik temellere dayanan bir yöntemle ARENA simülasyon programında bir model geliştirilmiş ve ardından bir deprem senaryosu oluşturulmuştur. Bu simülasyon modeli, farklı stokastik durumlarla işlem yapma imkânı sağlayarak, çeşitli olasılıkları dikkate almayı mümkün kılmaktadır. Sonuçların analitik raporları farklı koşullara göre de oluşturulabilmektedir. Bu nedenle, deprem gibi zaman, büyüklük, konum gibi birçok belirsizliği içeren karmaşık durumlarda, kayıp tahmini ve analiz amacıyla simülasyon tekniklerinin kullanılması, gelecekteki çalışmalara önemli bir katkı sağlayacaktır. Deprem senaryosunu güçlendirmek için farklı birçok parametre uygulamada çalıştırılabilmektedir.

Deprem literatüründe, olayı yeniden modellemeye yönelik diğer yöntemler incelendiğinde, simülasyon modellerinin kullanımı, hızlı sonuç elde edilmesi, düşük maliyet gereksinimi, çıktıların istatistiksel analizine olanak tanınması ve farklı olasılık senaryolarına dayalı çeşitlendirilmiş sonuçlar üretme kapasitesi gibi önemli avantajlar sağlamaktadır. Kayıp tahmini ve analizi için oluşturulan deprem senaryosunda, diğer faktörlerle karşılaştırıldığında insan hayatı en kritik olan ve önceliklendirilmesi gereken unsur olduğundan, kayıp için birincil faktör olarak insan hayatı dikkate alınmıştır. Planlanan deprem senaryosunun sonuçları türetilirken kritik durumlarda yaralı önceliklendirme (triyaj) süreci uygulanmıştır. Geliştirilen senaryo kapsamında Aksaray şehir merkezindeki 11 mahalle için hasar ve kayıp tahminleri yapılmış, kişiler deprem sonrası sağlık durumlarına göre dört kategoriye ayrılmıştır: ağır (T1), gecikmiş (T2), hafif (T3) yaralılar ve ölen (T4). Simülasyon modeli her mahalle için 10 kez çalıştırılarak etki oranları hesaplanmıştır.

Bu çalışmanın temel hedefleri, farklı bir yöntem kullanarak Aksaray ilinde ilk deprem senaryosunu oluşturmaktır. Hem deprem senaryosunu oluşturmak için kullanılan simülasyon modeli hem de kullanılan metodoloji açısından literatüre özgün bir bakış

açısı sağlamaktır. Bu çalışmadan yararlanarak, afet yönetim sistemleri risk yönetimi ve kriz yönetimi planlamasını iyileştirmesi ön görülmektedir.

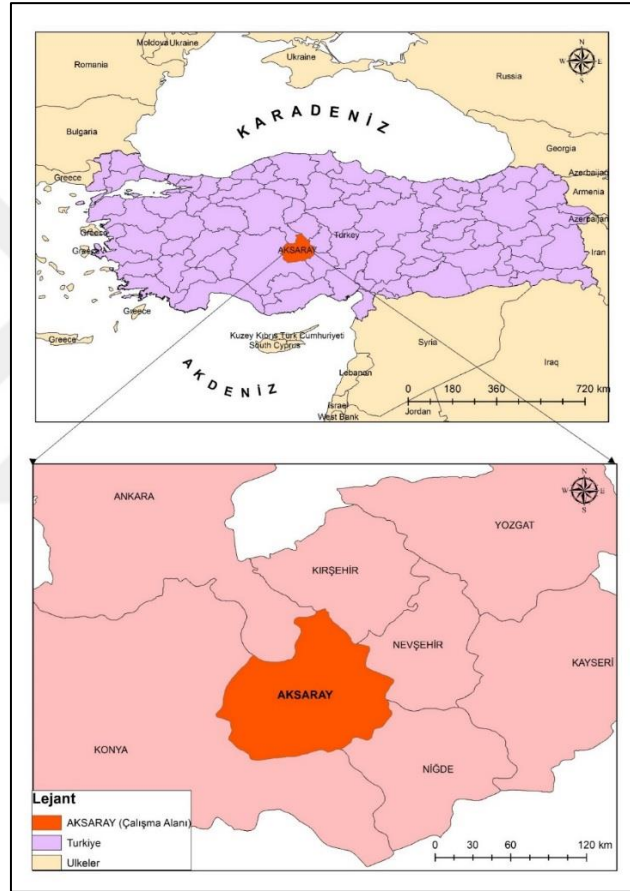
Ayrıca çalışma alanında grup veya bireyin ihtiyaçlarını ve niceliksel değişkenleri ve kalite değerlendirmesini dikkate alan matematiksel bir yöntem olan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) uygulanarak bir hiyerarşi modeli oluşturulmuştur. Ana kriterlere ve bunların alt kriterlerine odaklanarak karar verme sürecinde birlikte hareket etmek, karar verme problemlerini kolaylaştırmaktır. Bu kurulan AHP modeli ile deprem senaryosu entegre bir şekilde değerlendirilmiş ve çalışma alanının analizi yapılmıştır.

Yapılması planlanan çalışma, modern afet yönetimi ve kentsel dönüşüm açısından önemli bir yere sahiptir. Bu tür çalışmalar afet öncesi hazırlık noktasında karar vericilerin destek aracı olarak kullanılabilecektir. Bu tez çalışması, Aksaray ilinde belirlenen 11 mahalle üzerinde odaklanarak, elde edilen sonuçların daha güvenilir ve geçerli olacağı öngörülerek daha spesifik bir analiz gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, Aksaray ilinin farklı mahallelerinde, daha fazla parametre dikkate alınarak gerçekleştirilecek benzer çalışmalarla geliştirilebilir. ARENA simülasyon programı kullanılarak, afet yönetimi alanında daha etkili ve verimli sonuçlara ulaşılabilir. Böylece, il genelindeki afet müdahale süreçlerinin optimize edilmesi sağlanabilecektir.

1.2 Çalışma Alanı ve Konumu

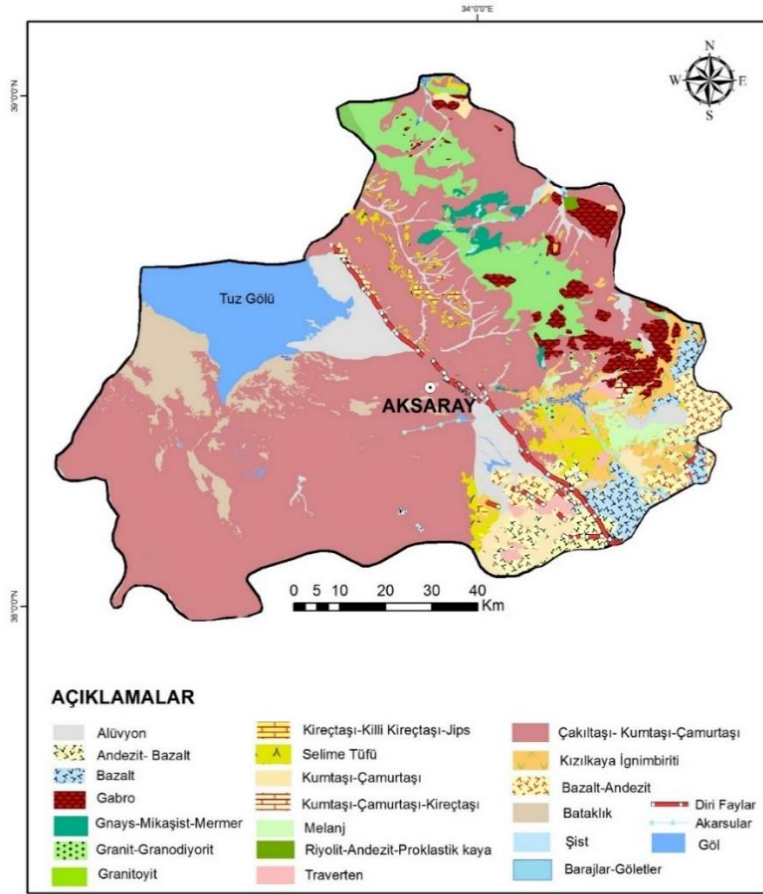
Aksaray ili Edirne, İstanbul, Ankara, Adana, İskenderun karayolu ile Samsun, Kayseri, Konya, Antalya karayolu üzerindedir. 33-35 derece doğu meridyenleri ile 38-39 derece kuzey paralelleri arasında yer alır. Doğuda Nevşehir, Güneydoğuda Niğde, Batısında Konya ve Kuzeyde Ankara ile Kuzeydoğuda Kırşehir ile çevrilidir. Aksaray ili yüzölçümü 7626 km²'dir. Çalışma alanının Merkez, Ağaçören, Eski, Gülağaç, Güzeyurt, Ortaköy, Sultanhanı, Sarıyahşi olmak üzere 8 ilçesi, 192 köy ve kasabası bulunmaktadır. Yüzey şekilleri itibariyle düzlük ve denizden 980 metre yükseklikte yer alır. İlin güneydoğusunda Hasandağı (3268 m); kuzeyi, orta bölümünden ayıran noktada uzanan ve Hasandağı ile birleşen Ekecik Dağı (2137 m) bu yaylada yer alan yüksekliklerdir. Aksaray'ın orta kesimleri, kuzeyi, güneyi tamamen ovalıklarla kaplıdır. Güneyde Obruk Platosu'nun uzantısı ve Aksaray Ovası bulunur.

Aksaray, kuzeyden Kuzey Anadolu (Karadeniz), güneyden ise Güney Anadolu (Toros) ile çevrilidir. Bu bölge, İç Anadolu bölgesinin Tuz-Gölü Havzası'nda yer almakta olup, doğuda Doğu Anadolu Platosu, batıda ise Batı İç Anadolu Platosu ile çevrilidir. Deniz etkisinden mahrumdur. En önemli nehir Ulurmak'tır. Aksaray yüzölçümü 7626 km² olup bunun 5713 km² tarım, gıda ve otlatma alanıdır. Aksara'nın en önemli gölü, Konya-Ankara sınırında yer alan Tuz Gölü'dür. Tuz Gölü ülkemizin ikinci büyük gölü ve yüzölçümü 1500 km² 'dir (URL-1). Çalışma alanının konumu ve yakın çevre illerin görünümü Şekil 1.1'de gösterilmektedir.



Şekil 1.1. Çalışma alanının konumu ve çevre illerin görünümü.

Şekil 1.2'de Aksaray İli bölgelerinde magmatik kayaçlar, tortul kayaçlar, tortul kayaçlar ve topraklar bulunmaktadır; bunlar metamorfik kayaçlar, plütonik kayaçlar, tortul kayaçlar, volkanik kayaçlar ve volkanik tortul kayaçlar, yeni oluşumlar ve allokon ofiyolitik komplekstir. Bölgede stratigrafik olarak en alta metamorfik kayaçlar onun üzerine volkanosedimanter kayaçlar ve volkanik kayaçlar, tüm bu kayaçların üzerinde ise güncel alüvyon çökeller gelmektedir. Aksaray ili jeolojik alt yapı olarak gevşek alüvyon zemin üzerine kurumuş bir şehirdir.

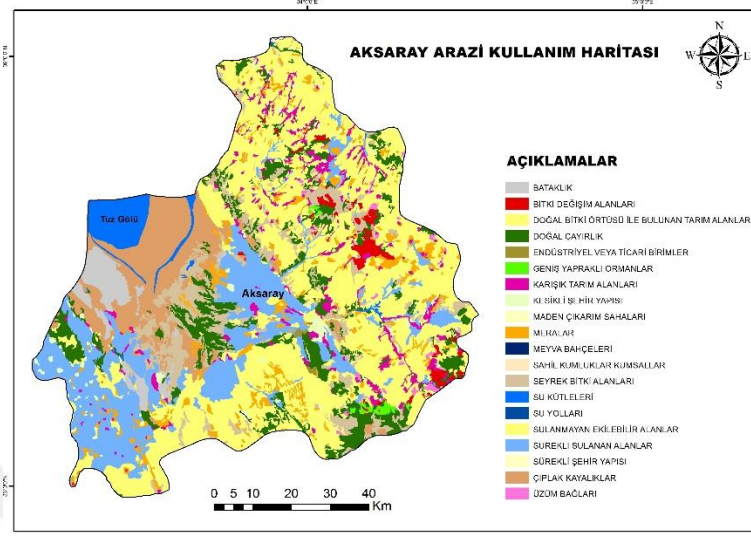


Şekil 1.2. İnceleme alanı ve çevresinin genel jeoloji haritası.

Aksaray ilinin arazi yapısını oluşturan ovalar (Aksaray ve Konya ovaları) ve sulama alanları gibi faktörlerden dolayı bu ilde tarım olanakları oldukça fazladır. Aksaray ilindeki arazilerin yaklaşık yarısı tarım arazisi olarak kullanılmaktadır. Tarım arazileri aynı zamanda çeşitli tarım türleri için de kullanılmaktadır. İlimiz sınırları içerisinde 373.352 hektar tarım arazisi, 10.436 hektar sebze bahçesi, 2.467 hektar meyve ve 1.400 hektar üzüm arazisi bulunmaktadır. Aksaray’da iki tip toprak daha fazla bulunmaktadır. Bunlar kahverengi ve alüvyal topraklardır. Kahverengi topraklar yaklaşık % 50’sini, Alüvyal topraklar % 20’sini ve diğer toprak grupları % 30’unu oluşturmaktadır.

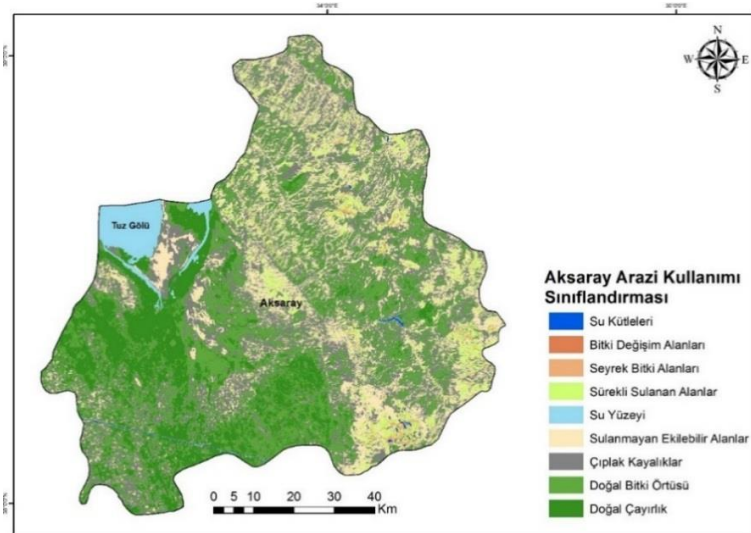
Çalışma alanının morfoloji, arazi kullanımı ve yeraltı suyunun varlığı bölgedeki bitki dağılımını etkileyen en önemli faktörlerdir. Bitki örtüsü genel olarak bozkır şeklinde gelişmekte olup, en önemli bitkiler insanlar tarafından yetiştirilen söğüt, kavak ve meyve ağaçlarıdır. Bu alanın 5713 km² si tarım arazisi, çayır, otlak ve meradır (Şekil

1.3). Aksaray'ın alanı 7997 km²'dir. İl topraklarının büyük bir kısmı Konya Havzası'nda olmasına rağmen Kızılırmak Havzası'nda küçük bir kısım bulunmaktadır.



Şekil 1.3. Aksaray ilinin arazi kullanım haritası (AFAD, 2021).

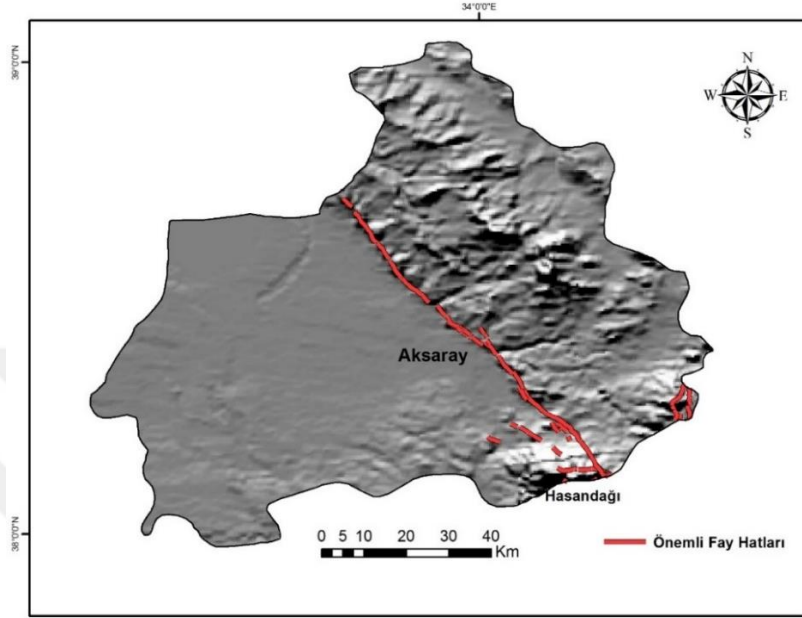
Aksaray'da toplam ekilebilir arazi 406.632 hektardır. İklimin kurak olması nedeniyle bunun yaklaşık 130.000 hektarı nadasa ayrılmaktadır (Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı İl Afet Risk Azaltma Planı [AFAD-İRAP], 2021). Şekil 1.4'de Aksaray iline ait arazi kullanımının sınıflandırılmış haritası gösterilmektedir.



Şekil 1.4. Aksaray ilinin arazi kullanımı sınıflandırılması.

Aksaray il sınırları içerisindeki fayların değerlendirilmesi MTA (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü) diri fay haritası kullanılarak yapılmıştır (Şekil 1.5). Tuzgölü fay zone 11 segmentten oluşmaktadır. Bu segmentler Acıkuyu, Şereflikoçhisar, Bor,

Altunhisar, Tuzgölü, Yusufkuyu, Aksaray, Akhisar-Kılıç, Akboğaz, Acıpınar ve İnceburun segmentlerinden oluşmaktadır. Tuzgölü fayı gibi birden fazla fay parçasının aynı anda kırılması durumunda depremin büyüklüğünün artacağı düşünülmektedir (Kürçer, 2012).



Şekil 1.5. Çalışma alanındaki önemli diri fay hatları (MTA).

Aksaray merkez için en kritik fay Tuzgölü fayının Helvadere segmentidir. MTA'nın yaptığı paleosismolojik çalışmalara göre deprem bölgesi olmaktan çıkan bu kesim her an Mw 7,0 büyüklüğünde deprem üretebilir. Bu, Helvadere kesitinin tek başına üretebileceği en büyük deprem büyüklüğüdür. Kuzeydeki Acıpınar veya güneydeki Altunhisar'ın bir kısmının kırılması durumunda meydana gelecek depremin büyüklüğünün Mw <7,5 olacağı tahmin edilmektedir (AFAD-İRAP, 2021).

1.3 Önceki Çalışmalar

İç Anadolu, Türkiye'nin paleotektonik ve neotektonik dönemlerinde gelişen ve büyümeye devam eden birçok havza oluşumuna ev sahipliği yapmaktadır. Farklı geometri ve tektonik süreçlere sahip bu havzalar pek çok çalışma ile araştırılmıştır (Görür vd., 1998). İnceleme alanı ve çevresinde önceden yapılmış çalışmalardan bazıları özet olarak aşağıda gösterilmektedir.

Visher (1975) Tuzgölü havzasının doğu sınırı olan Tuzgölü fay zonunun normal fay olduğunu, bu fayın da sağ yanal bir segment olduğunu göstermektedir.

Özdemir (1984) Tuzgölü Havzası'nın yeraltı yapısının derinliğini ortaya çıkarmak için jeolojik yöntemlerden elde edilen güçlü verileri kullanmıştır. Yaptığı çalışmada, sığ kökenli (dalga büyüklüğü) bozucu kütlenin etkilerini derin kökenli bozucu kütlenin etkilerinden ayırarak taban yapısı şeklinde elde edilen sinyalleri çıkarmıştır. Bölgedeki magmatik kayaların derinliğinin çok olmadığını ve havzadaki çökeltilerin kalınlığı ise 8 km olarak açıklamıştır.

Görür vd. (1984) Tuzgölü havzasının paleotektonik evrimini inceledikleri çalışmada Tuzgölü havzasını Erken Tersiyer ve Geç Eosen döneminde gelişen yay önü havza olarak yorumlamışlardır.

Göncüoğlu ve Türeli (1993) Orta Anadolu Kristalen Kompleks Havzası'nın temel kayalarının, temsili temel kayalar olarak metamorfitle, granitoyid kayalar ve karışık ofiyolitik kayalardan oluştuğunu ifade etmişlerdir.

Çemen vd. (1995) araştırmalarında havzanın doğu kesiminde bulunan kayaları ve bunların yapılarla ilişkilerini inceleyerek havzanın evrimini ortaya koymuşlardır.

Dirik ve Göncüoğlu (1996) Orta Anadolu'nun neotektonik özelliklerini tartıştıkları çalışmalarında Tuzgölü Fay Zonu'nu yaklaşık 190–200 km uzunluğunda ve 15–25 km genişliğinde KB-GD iç fay zonu olarak tanımlamışlardır. Bilim insanları, Tuzgölü fay zonunun kuzey kısımlarının normal batı yönlü, güney kısımlarının ise sağa doğru yönlü faylar olduğu sonucuna varmışlardır.

Göncüoğlu vd. (1996) Tuzgölü Havzası'nın batı kesiminde yaptıkları çalışmada Gökdağ ve Cihanbeyli Yapılarını bölümler halinde tespit ederek Ilıca, Yeniceoba ve Cihanbeyli'nin yerlerini belirtmişlerdir.

Yüksel vd. (1996) Tuz Gölü ve çevresini kapsayan geniş bir alanda çalıştılar. Araştırmacılar, bölgenin sağlamlığı, manyetizması, depremselliği, kalitesi ve jeolojisine göre Tuzgölü havzasının çok simetrik olmadığını, güneybatıya doğru düşük eğimlerle sığ olacağını ve ayrıca havzanın batı bloğu diğer bloklara göre daha fazla açıldığını belirtmişlerdir.

Kadioğlu vd. (1998) çalışmalarında Ağaören ve gabro kayaçlarının Anadolu kristal yapısının yapısal açıklamasını jeolojik ve havadan manyetik verilerle açıklamaya çalışmışlardır.

Ateş (1999) Tuz Gölü'nün doğusunda hava verilerini kullanarak küçük bir alanda gabroik kayaların görünümünü araştırmıştır. Araştırmacı, havadan manyetik anomali verilerine yüksek ve alçak geçişli filtreler uygulayarak, yüksek genlikli anomalilerin varlığının, üst kabuğun daha derin seviyelerine kadar uzanan bölgedeki derin kökenli koni şeklindeki gabroik kayalarla ilişkili olduğu sonucunu ifade etmektedir.

Çemen vd. (1999) Tuzgölü Havzası fayların kontrolünde olan bir havza olarak tanımlamışlardır. Araştırmacılar bu fayların çoğunlukla saf normal fay karakterinde olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca Cihanbeyli ve Yeniceoba fay zonlarını da tanımlamışlardır.

Ayyıldız (2000) Tuzgölü Havzası'ndaki Paleosen denizel kumtaşlarının termal ve diyajenetik özellikleri incelenerek bölgede oluşan bitümlü kumlardaki kalıntı kayaların kaynağının şeyilli-marn tabakaları olduğu tespit edilmiştir. Hidrokarbon aramalarında kaynak kaya olarak kırıntılı yüzeyin önemli olduğunu vurgulamıştır.

Derman vd. (2000) Şereflikoçhisar-Aksaray fay zonundan elde edilen sedimanter verileri inceleyerek fay zonu hakkında bilgi edinmeye çalışmışlardır. Araştırmacıya göre bu bölge, Eosen döneminde önce sol doğrultu atımlı faya göre normal fay, daha sonraki dönemde ise normal fay olarak hareket etmiştir.

Dirik ve Erol (2000) Tuzgölü fay zonunun paralel veya yarı paralel faylardan ve yarı graben veya horst graben morfolojisinden oluştuğunu ifade etmişlerdir.

Koçyiğit (2000) Orta Anadolu'nun neotektonik ve deprem koşullarını araştırdığı araştırmasında Tuzgölü fay zonu boyunca gelişen morfotektonik yapıları incelemiş ve aktif fay zonunu direkt doğrultu ve normal kısım olarak tanımlamıştır.

Toprak (2000) Tuzgölü fay zonunun 35 km güneyinde yer alan Kapadokya'nın en büyük volkanik merkezlerinden biri olan Hasandağ yanardağını incelemiştir. Bu fay takımını incelemişler ve bazılarının altında hendek ve örtülerin yer aldığı Tuzgölü fay zonunun KB-GD yönünde üç paralel fay setinden oluştuğunu ifade etmiştir. Ayrıca

Tuzgözü fay kuşağının sağ yanal doğrultu atımlı fay karakterinde olduğunu belirtmiştir.

Teke (2002) araştırmasında Bahçeli şehrinin ana yerleşim bölgesi olan Aksaray ilinin topoğrafyasını coğrafi açıdan araştırmıştır. İki aşamada gerçekleştirilen çalışmanın ilk bölümünde, açık zeminde 15 metre derinlikte yapılan 10 kazıda farklı derinliklerde standart penetrasyon testleri kullanılmış ve testler sonucunda zemin koşulları belirlenmiştir. Yapılan zemin sondajlarında elde edilen örselenmiş ve örselenmemiş örnek sonuçlarına dayanmaktadır.

Er (2002) araştırmasında Aksaray şehrine ait mekânsal ve teknik verileri bilgisayar ortamında toplayarak, ilişkilendirerek ve karşılaştırarak mekânsal bir veri tabanı modeli hazırlamıştır. İlk aşamada çalışılan alanın paket verileri ve topoğrafik haritası bilgisayar ortamına aktarılmış, ikinci aşamada ise koordinatlara dayalı olarak veritabanındaki sondaj, araştırma çukurları ve jeolojik çalışmalara ilişkin bilgiler oluşturulmuştur. Üçüncü ve son aşamada veri tabanı oluşturulup, incelenen alana ait zemin yapısı ve doküman haritaları ile açıklanmıştır.

Özmen (2002) çalışmasında, deterministik yöntemi kullanarak İstanbul hükümeti için bir deprem senaryosu oluşturmuştur. Tahmin yöntemini kullanmak için gerekli kaynak parametreleri, 1999 Marmara depreminden hesaplanmış ve İzmit depreminin bazı gerçek değerleri üzerinde herhangi bir değişiklik yapılmadan kullanılmıştır. Kuzey Anadolu Fayı (KAF) boyunca geçmiş depremler incelenerek, geçmiş ile gelecek arasında aşağı doğru bir ilişki kurulmuştur. 1999 depreminden etkilenen yapıların hasar durumu, mevcut durumdaki hasar durumunu tahmin etmek amacıyla bir bağlantı oluşturmuştur. Çalışmada oluşturulan senaryo sonucunda; ölü ve yaralı sayısı, yıkılan bina sayısı ve kayıp tahmini analizi yapılmıştır.

Güllü (2003) araştırmasında doğudaki Aksaray ilinde çökelmiş magmatik kayaların mineralojik, petrografik ve jeolojik özelliklerini araştırmıştır. Yaptığı çalışmada, çalışma alanında beş farklı litodetik birimi ayırt etmiş ve bu birimlerin çarpışma dizisinden yerkabuğunun üst manto-alt kıta kabuğundan türeyen mafik magma ürünleri olduğunu ifade etmiştir.

Küçükçoban (2004) Japonya Uluslararası İşbirliği Ajansı'nın (JICA) oluşturduğu senaryoyu kullanarak depremin İstanbul'u vurabileceğini ifade etmiştir. Güç eğrisi ve binanın hasar performansına ilişkin bilgiler kullanılarak uygun bir azaltma oranı hesaplanmıştır. Bu çalışmada tüm karmaşık hesaplamaların deterministik ve stokastik yöntemlerle yapıldığı bir program geliştirilmiş ve bunun sonucunda depremin İstanbul'da yarattığı hasarlar bu programla tespit edilmiştir.

Yalçın vd. (2007) Aksaray ilinin coğrafi ve jeolojik bilgi sistemine odaklanan bu çalışma, topoğrafik verileri, ada sınırlarını, jeolojik ve mekânsal bilgileri, jeolojik maden loglarını, kazılardan ve yerinde yapılan testlerden elde edilen hasarlı ve sağlam örneklerin gövde ve mekaniği özelliklerini içermektedir. Sonuçlar, yeraltı suyu seviyesi verileri, jeolojik veriler ve sondaj koordinatları, jeoteknik verilerden oluşan özel bir veritabanı oluşturdu. Amaç bu verileri Aksaray ili için geliştirilen kent bilgi sistemine entegre ederek kullanmaktır.

Yıldızhan (2007) Aksaray ilindeki en eski Holosen çökellerinin jeolojik ve jeolojik özelliklerini belirleyerek yapılaşma için en iyi yerlerin belirlenmesi konusunda tavsiyelerde bulunmuştur.

Özdemir (2007) çalışmasında jeofizik ve jeoteknik verileri kullanarak İhlara şehrinin jeolojik koşullarını incelemiş, ayrıca tüf kaya ve ignimbrit kaya mantosundan meydana gelen arazi parametrelerindeki erozyon miktarını araştırmıştır.

Tüzün (2008) çalışmasında, mevcut binalarda depremlerin neden olduğu hasarı tahmin etmek için deterministik bir yöntem önerilmiştir. Bu yöntemde, binanın her katı için hasar görebilirlik parametreleri üç farklı seviyede belirlenmiştir. Hasar düzeylerinin tanımlanması, yapı stoğu verileri ve deprem hareketlerinin özellikleri üzerinden her bina sınıfına ait hasar görebilirlik parametreleri oluşturulmuştur. Ayrıca, Bolu Belediyesi'nden alınan bina envanter verileri kullanılarak, modelin doğruluk oranı artırılmıştır.

Yalçın vd. (2008) araştırmalarında Aksaray zemininin il merkezindeki sıvılaşma potansiyelini araştırmış ve sıvılaşabilir zeminin dağılımını belirlemişlerdir.

Karaman (2008) deprem senaryosu oluşturulurken deterministik veya stokastik yöntemlerin kullanılabilmesi için, belirlenen alan öncesinde kaydedilen deprem hasar

verilerinden elde edilen değerlere dayalı olarak güncel bilgilere ilişkin tahminlerin yapılması gerekmektedir. Belirli bir alandaki hasarı tahmin etmek için çok az veya yetersiz veri varsa veya kayıtlı veri yoksa tahmin sınırlı ve zayıf olacaktır.

Karaman ve şahin (2009) Deprem sonrası oluşacak hasarları tahmin etmek için stokastik model kullanılarak, incelenen bölgedeki olası tüm koşulları dikkate alarak depremin fiziksel, sosyal ve ekonomik sonuçlarını tahmin edebilen HAZTURK adlı bir yazılım geliştirilmiştir. Zeytinburnu ilçesindeki bir alanda, uygulama ve yapı bilgileri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen envanterlerden hasar durumu, parametrik kırılgenlik yöntemleri ve saha çalışması kullanılarak hesaplanmıştır. Bu bilgi bilgisayarda işlenerek mevcut tüm bina bilgileri için deprem sonrası oluşan maddi ve yapısal hasar tespit edilmiştir.

Işık (2009) Tuzgölü vadisinin kuzey kesiminde tespit ettiği genişlemeli snml makaslama zonunu Emizz makaslama zonu olarak tanımlamış ve bunu Tuzgölü vadisinin oluşumuyla ilişkilendirmiştir. Bu araştırmacı, Türkiye diri fay haritasında gösterilen Tuzgulu fay zonunun Kretase döneminden bu yana Tuzgulu Havzası'nın çökelmesini kontrol eden fay/fay zonu olmadığını, fayların Tuzgulu fay zonunu temsil ettiğini belirterek, bu fayların muhtemelen Geç Miyosen'de oluştuğunu düşünmektedir.

Taşlıova (2010) alışmasında, Esenler bölgesi için deprem hasarı tahmininde bir program kullanılmıştır. Deprem senaryosunda kullanılan veriler, Esenler Belediyesi, JICA (2002) ve Karaman (2009) tarafından yapılan kentsel çalışmalarından derlenmiş ve bu veriler arasındaki ilişkiler kurulmuştur.

Kürçer (2012) Tuzgölü fay zonunun neotektonik ve paleosismolojik özelliklerini incelediği tezinde fay zonunun uzunlukları 9 ile 30 km arasında değişen 11 farklı segmente ayrıldığını belirtmiştir. Yapılan paleosismolojik çalışmalar sonucunda Tuzgölü fay zonunun Tuzgölü ve Akhisar-Kılıç kesimlerinde depremin tarihi 8980 ile 10390 yıl arasında, son depremden bu yana geçen süre ise 2340-4010 yıl olarak belirlenmiştir.

Pektaş (2012) İstanbul'un Başakşehir ilçesi için iki farklı senaryo oluşturmuştur. Senaryo 1 için deprem hasarı zmen (2002) verileri kullanılarak tahmin edilmiştir.

Senaryo 2 için, İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve Japonya Uluslararası İşbirliği Ajansı ile İstanbul için ortak yürütülen ve Başakşehir projesi hazırlıkları kapsamında yürütülen projede konut, bina ve insan sayısı verileri kullanılarak depremin hasarları ve olumsuz etkileri belirlendi. Bölgede yapılan değerlendirmeler sonucunda ölü sayısı, ağır yaralı sayısı, hafif yaralı sayısı, yıkılan ev sayısı, çok sayıda ev hasar görmüştür.

Fernandez-Blanco vd. (2013) Tuzgölü Havzası'nın doğu ve güneydoğusundaki yedi deprem hattını değerlendirerek Tuzgölü Havzası'nın Senozoik dönemden günümüze kadar olan tektonik evrimini göstermeye çalışmışlardır. Havzanın karmaşık bir evrime sahip olduğunu söyleyen araştırmacılar, 800 m kalınlığındaki çökeltilerin Tortoniyen döneminde başladığını ve Pliyosen dönemine kadar devam ettiğini ifade etmişlerdir.

Gürbüz ve Kazancı (2014) Tuzgölü Havzası'nın Neojen ve Kuvaterner dönemine ilişkin çalışmaların eksikliğine dikkat çekerek, bu havza dönemleri için sedimanların zaman ve mekândaki sedimanter özelliklerini ve bu özellikleri kontrol eden mekanizmaları inceleyerek sahanın güney ve doğu kesimlerde gözlem detaylarını incelemişlerdir.

Yeken vd. (2014) Aksaray ili Altinkaya ilçesindeki ilköğretim okulu bina hasarlarının nedenlerini araştırmak ve hasarları tahmin etmek ve tespit etmek amacıyla çalışma alanından elde edilen SPT (Standart Penetrasyon Testi) verileri kullanılarak bina hasarlarının belirlenmesi amacıyla bir vaka analizi yapılmıştır.

Özşahin (2014) yapılan çalışmalarda Tekirdağ ilinin yüzde 73,8'inin büyük deprem riski altında olduğu ifade edilmiştir. Böylece kentsel alanın kısıtlı bölgeler şeklinde yerleşime uygun olduğu belirlenmiştir. Bu anlamda Tekirdağ ilinde olası deprem hasarlarının azaltılması, mevcut deprem riskini artırmasının önlenmesi gerekmektedir. Bu sebeple daha planlı ve sistemli uygulama çalışmaları olan CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) destekli AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi) yöntemini temel alan deprem hasar riski analizlerinde kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

Kürçer ve Gökten (2014) Tuzgölü Fay Zonu'nda yürüttükleri çalışmalarında neotektonik dönem özellikleri, sismikliği, geometrisi ve segment yapısı detaylı bir şekilde incelenmişlerdir. Yapılan araştırmalar, bölgedeki geçiş zonunda bulunan, kuzeybatıya doğru uzanan aktif, sağ yanal doğrultu atımlı ve normal bir fay zone

olduğunu ortaya koymuştur. Yapısal jeolojik gözlemler, stratigrafik ilişkiler ve yaş verileri dikkate alınarak yapılan değerlendirmelere göre, Tuzgölü Fay Zonu'nun neotektonik dönemdeki başlangıç yaşı Erken Pliyosen olarak tespit edilmiştir.

Fahjan vd. (2015) Gebze ilçesi için stokastik bir yöntemle deprem senaryosu oluşturulmuş ve bu senaryo, AFAD RED (AFAD Deprem Ön Hasar ve Kayıp Hızlı Tahmin Yazılımı) yazılımı kullanılarak modellenmiştir. Senaryoda, depremin büyüklüğü, kaynağı ve zemin özelliklerinin risk üzerindeki etkileri detaylı bir şekilde incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda, can kaybı, yapı hasarları ve barınma ihtiyacı gibi parametreler hesaplanarak deprem riski üzerine önemli bilgiler elde edilmiştir.

Doğan (2015) deprem senaryoları oluşturulurken, deterministik ve stokastik yöntemlerin yanı sıra, sosyal faktörleri ön planda tutan kurguya dayalı senaryolar da geliştirilmiştir. Bu tür senaryolar, matematiksel ifadeler kullanmadan, ölçülebilirlikten bağımsız bir şekilde ve belirli varsayımlar altında oluşturulmuştur. Bu senaryolar, daha çok toplumsal etkileri ve sosyal dinamikleri değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

Kavurmacı (2016) Aksaray ilinin sınılaşma potansiyeli, jeoteknik ve hidrojeolojik veriler kullanılarak Coğrafi Bilgi Sistemi teknikleri ile değerlendirilmiştir. Sınılaşma potansiyelinin belirlenmesinde Tokimatsu-Yoshimi yöntemi uygulanmıştır. Ayrıca, sınılaşma riskinin daha doğru bir şekilde belirlenebilmesi için farklı büyüklüklerde deprem senaryoları oluşturulmuş ve bu senaryolar doğrultusunda maksimum yatay yer ivmeleri hesaplanmıştır.

Yalçın ve Sabah (2017) Çanakkale sanayisinin deprem tehlikesi analizinin oluşturulması amacıyla, belirlenen kriterler öncelikle Coğrafi Bilgi Sistemi ortamına aktarılmış ve sayısallaştırılmıştır. Bu sayısal veriler kullanılarak tematik haritalar hazırlanmıştır. Deprem tehlike analizinde kullanılacak kriterlerin konumsal verileri, Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) metodu ile her ilçe için ayrı ayrı oranlanarak belirlenmiştir. Bu yaklaşım, ilçe bazında daha doğru ve yerel verilerle deprem tehlikesinin değerlendirilmesine olanak sağlamıştır.

Yalçın ve Sabah (2017) çalışmada, Edirne ilinin deprem tehlikesi analizi için parametre olarak ilin jeolojisi, 1908-2016 yılları arasında dünya çapında meydana

gelen depremlerin deprem dış merkez noktaları, fay uzunlukları ve aktif faylara uzaklıklar kullanılmıştır. Bu veriler değerlendirilerek tematik haritalar oluşturulmuş ve çalışma alanındaki tehlikeli ilçeler belirlenmiştir. İlçeler, deprem tehlikesi derecelerine göre sıralanmıştır. Ardından, Edirne ilindeki sanayi bölgelerinin kümülatif konumları, kapsamlı tematik haritalar üzerine aktarılmış ve deprem tehlikesi analizi yapılmıştır. Sonuç olarak, Keşan ve Enez ilçelerinde faaliyet gösteren 59 sanayi bölgesinin deprem tehlike değerlerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Yalçın ve Sabah (2018) Adıyaman ili ve ilçelerinin deprem tehlikesi analizi, sahip olduğu jeolojik özellikler göz önünde bulundurularak CBS tabanlı Bulanık Mantık ve AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi) yöntemleriyle gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, bölgenin deprem açısından tehlike oluşturabilecek jeolojik yapıları değerlendirilmiş ve bu veriler CBS ortamına aktarılmıştır. Her ilçeye ait sayısallaştırılmış veriler, Bulanık Mantık ve AHP yöntemleri kullanılarak analiz edilmiş ve ilçelerin deprem tehlike değerleri belirlenmiştir. Bu yöntemlerin karşılaştırılması ile deprem tehlikesi olan bölgeler ortaya konulmuştur.

Öztürk (2019) çalışmasında, Türkiye'nin Orta Anadolu Bölgesi ve çevresindeki deprem aktivitelerinin detaylı istatistiksel analizini yapmayı ve gelecekteki olası deprem bölgelerini tahmin etmeyi amaçlamaktadır. Çalışma kapsamında, Mc-değeri, b-değeri, Dc-değeri ve Z-değeri gibi sismotektonik değişkenler üzerinden bölge, zaman ve magnitüd analizleri gerçekleştirilmiş ve bölgedeki güncel ve gelecekteki deprem potansiyeli ortaya konulmuştur. $Mc=2.6$ alınarak $b=1.26\pm0.07$ değeri hesaplanmış, bu da küçük magnitüdlü depremlerin daha baskın olduğunu göstermektedir. Dc-değeri ise 1.31 ± 0.03 olarak belirlenmiş ve bu nispeten küçük değer, deprem episantrlarının arasındaki mesafenin kümelenme çapına yaklaştığını ve deprem aktivitesinin daha küçük ölçekli veya daha geniş alanlarda kümелendiğini işaret etmektedir. 2019 yılı başında, düşük b-değeri ve yüksek Z-değeri gösteren anomali bölgeleri arasında Tuz Gölü Fay Zonu ve çevresi, Orta Anadolu Fay Zonu, Salanda ve Niğde fayları öne çıkmaktadır. Bu bölgeler, gelecekteki büyük ve güçlü depremler için en olası yerler olarak değerlendirilmektedir.

Polat (2019) Tuz Gölü Fay Zonu'nun (TGFZ) Ankara iline bağlı Şereflikoçhisar ilçesinden geçen kesiminde, jeofizik yöntemler kullanılarak detaylı bir araştırma yapılmıştır. Bu çalışmada, Çok Kanallı Yüzey Dalgası Analizi (MASW) ve yer

radarı yöntemleri kullanılmıştır. MASW verilerinin ters çözümlemesinden elde edilen iki boyutlu kayma dalgası hızı kesitlerinde, fay düzlemi, düşük kayma dalgası hızı ile belirlenebilmiştir. Yer radar ölçümleri sonucunda ise radargramlar üzerinde, yansıma yüzeyleri arasında heterojenlik veya kopukluk (yani, yapısal bozulma) gözlemlenmesi beklenmektedir. Bu bulgular, fay zonunun yapısı ve özellikleri hakkında önemli bilgiler sağlamaktadır.

Dinçer (2019) Tuzgölü Havzası'nı da kapsayan geniş bir bölgenin gravite ve manyetik özellikleri detaylı bir şekilde incelemiştir. Bu kapsamda, Tuzgölü Havzası ve çevresinin farklı derinliklerdeki fay izleri tespit edilmiştir. Özellikle deniz seviyesi (0 km), -1000 m, -2000 m, -3000 m ve -4000 m derinliklerindeki fay izleri, gravite ve manyetik veriler kullanılarak belirlenmiştir. Bu analizler, bölgenin yapısal özellikleri hakkında önemli bilgiler sunmakta ve fay zonlarının yeraltındaki devamlılıklarını ortaya koymaktadır.

Işık vd. (2019) Kırşehir ili için stokastik bir yöntem kullanılarak üç farklı deprem senaryosu oluşturmuşlardır. Bu senaryoların hazırlanmasında Earthquake Loss Estimation Routine (ELER) yazılım programından faydalanılmıştır. Çalışma, iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada, il genelinde alan analizleri yapılmış ve tüm il dikkate alınarak veriler toplanmıştır. İkinci aşamada ise, Kırşehir ili için deprem tehlikeleri analiz edilmiştir. Bu süreçte, ilin tamamında yer alan binalar, yazılım programına uygun şekilde yapılan arazi çalışmaları sonucunda veri tabanına kaydedilmiştir. Sonrasında, farklı fay hatlarında ve çeşitli büyüklüklerde meydana gelebilecek üç farklı deprem senaryosu oluşturulmuştur. Bu senaryolar, bölgedeki deprem risklerini değerlendirmeye yardımcı olmuştur.

Temur vd. (2019) Ümraniye bölgesi için dört farklı deprem senaryosu oluşturmuşlardır. Bu senaryolar, ilçelerdeki fay hatlarının varlığına ve konumlarına göre şekillendirilmiştir. Senaryo oluşturulurken, ilçelerdeki fay hatlarının yer alıp almama durumuna göre 1 ile 5 arasında değerler verilmiştir; burada 1 "çok hafif", 5 ise "çok şiddetli" anlamına gelmektedir. Bu değerler, fay hatlarının kesin konumlarına dair net bir bilgiye ulaşılamadığı için, mevcut genel fay hattı haritasına dayanarak belirlenmiş ve senaryolar buna göre oluşturulmuştur. Ümraniye, 35 farklı bölgeye ayrılarak, her bölgedeki fay hattı durumu senaryolara göre değerlendirilmiştir. Senaryolar şu şekilde belirlenmiştir: Birinci Deprem Senaryosu: Fay hattının tüm

bölgeleri eşit şekilde etkilediği varsayımıyla, bölgelerin deprem şiddeti 3 olarak kabul edilmiştir. İkinci Deprem Senaryosu: Fay hattının birinci bölgeye yakın olduğu varsayımıyla, bu bölgenin deprem şiddeti 5 olarak belirlenmiştir. Üçüncü Deprem Senaryosu: Fay hattının dördüncü bölgeye yakın olduğu kabul edilerek, bu bölgenin deprem şiddeti 5 olarak alınmıştır. Dördüncü Deprem Senaryosu: Fay hattının ikinci ve üçüncü bölgelere yakın olduğu varsayımıyla, bu bölgelerin deprem şiddeti 4 olarak kabul edilmiştir. Bu senaryolar, Ümraniye bölgesinin deprem riskine dair farklı senaryoları ortaya koymuş ve bölgedeki potansiyel risklerin değerlendirilmesine katkı sağlamıştır.

Balta ve Yenil (2019) Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemini kullanarak Türkiye'nin Aksaray ilinde sürdürülebilir ve optimum yeşil yol güzergahlarının belirlenmesi analizini yapmışlardır. Çalışma, yeşil yolların sürdürülebilir bir şekilde planlanması, tasarlanması ve yönetilmesi konusunda önemli bir katkı sağlamayı hedeflemektedir. Aynı zamanda, bu süreç, karar vericilere en uygun güzergâhlar hakkında bilgi sunarak daha bilinçli ve etkin kararlar alınmasına yardımcı olmayı amaçlamaktadır. Böylece, Aksaray ilindeki yeşil yol projelerinin çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliğini artıracak çözümler sunulmuş olacaktır.

Bozkurt ve Demiröz (2020) Aksaray ili Hamidiye bölgesi için eşdeğer doğrusal analiz yöntemi kullanılarak bölge zeminlerinin dinamik davranışı incelemişlerdir. Bölgedeki zemin özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan sondajlar ve sismik çalışmalar kullanılarak, zeminlerin deprem sırasında nasıl bir davranış sergileyeceği analiz edilmiştir. Bu analizler, bölgenin yerleşim alanlarının deprem riski açısından değerlendirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır.

Çiftçi vd. (2020) çalışmalarında, Kırıkkale ilindeki 28 mahalle için deprem simülasyonu yapılmış ve olası kayıplar tahmin edilmiştir. Simülasyonda, zemin özellikleri ve bina kat sayıları kullanılarak, depremdeki yaralıları dört gruba ayırmıştır: ağır yaralı, geciktirilebilir yaralı, hafif yaralı ve ölü. Esnek yapısı sayesinde, farklı deprem büyüklükleri ve bölgelerde de kullanılabilir.

Gökgöz vd. (2020) çalışma kapsamında, ÇKKV (Çok Kriterli Karar Verme) metodolojisi kullanılarak, acil durum toplanma alanları üzerine bir karar verme modeli oluşturulmuştur. Bu model, acil durum toplanma alanlarının belirlenmesi ve

değerlendirilmesi sürecinde, afet yönetimi kapsamında hem yerel yönetimlere hem de merkezi idarelere rehberlik edecek bir kılavuz niteliği taşımaktadır. Amaç, afet durumlarında hızlı ve etkili bir şekilde doğru toplanma alanlarının seçilmesi için bir temel oluşturmak ve bu konuda karar vericilere yardımcı olacak somut bir belge ortaya koymaktır. Bu sayede, afet yönetimi süreçlerinin daha etkin bir şekilde gerçekleştirilmesi sağlanacaktır.

Kavurmacı ve Karakuş (2020) Aksaray ilinde yapılan bu çalışmada, tarımsal sulamada kullanılan yüzey sularının su kalitesini değerlendirmek amacıyla iki farklı su kalitesi indeksi geliştirilmiştir: AHP-IWQI (Analitik Hiyerarşi Prosesi Tabanlı İçme Suyu Kalitesi İndeksi) ve DEA-IWQI (Veri Zarflama Analizi Tabanlı İçme Suyu Kalitesi İndeksi). Bu endeksler, Veri Zarflama Analizi (DEA) ve Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemlerine dayanarak üretilmiş olup, yüzey sularının kalitesini değerlendirmede kullanılmıştır. Endekslerin verimlilik puanlarına göre, dört uygunluk kategorisinden oluşan iki farklı su kalitesi sınıflandırma sistemi tanımlanmıştır. Hiyerarşik yapı, 3 ana kriter grubu altında sınıflandırılan 10 farklı alternatif ve 13 alt kriter kullanılarak oluşturulmuştur. Alt kriterler arasında elektrik iletkenliği ve sodyum adsorpsiyon oranı gibi parametreler öne çıkmaktadır. Elektrik iletkenliği ve sodyum adsorpsiyon oranı için sırasıyla 0,214 ve 0,148 verimlilik puanları hesaplanmıştır. Elde edilen indeks sonuçları, Amerika Birleşik Devletleri Tuzluluk Laboratuvarı ve Wilcox diyagramı ile karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırmalara göre, DEA-IWQI indeksinin doğruluk oranının, AHP-IWQI 'ye göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bu bulgu, DEA-IWQI'nin su kalitesi tahminlerinde daha güvenilir bir sonuç verdiğini ortaya koymaktadır. Bu çalışma, tarımsal sulama için uygun su kalitesi değerlendirmeleri yaparak, sulama sistemlerinin verimli ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesine katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

Zorlu ve Yılmaz (2020) İhlara Vadisi 'nin güçlü ve zayıf yönleri ile fırsat ve tehditlerinin ortaya konulabilmesi amacıyla SWOT analizi gerçekleştirilmiştir. SWOT analizinin ardından, Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi kullanılarak SWOT gruplarının ve bu gruplara ait faktörlerin ağırlıkları belirlenmiştir. Çalışmanın bir diğer önemli aşamasında ise, çevresel, sosyo-kültürel ve ekonomik sürdürülebilirlik perspektifinden çeşitli stratejiler geliştirilmiştir. Geliştirilen stratejiler şu şekildedir: Etkili ekoturizm planlaması ile taşıma kapasitesinin belirlenmesi: Bölgedeki

ekoturizmin sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi için taşıma kapasitesinin hesaplanması. Uluslararası koruma statüsü kapsamında bölgenin yeni imajının oluşturulması: Ihlara Vadisi'nin uluslararası alanda tanıtımının güçlendirilmesi, turizm altyapı-üstyapısının eksikliklerinin ortadan kaldırılması, bölgedeki turizm altyapısının iyileştirilmesi ve eksikliklerin giderilmesidir. Turistik faaliyetlerin çeşitlendirilmesi: Sadece geleneksel turizm değil, alternatif turizm türlerinin de bölgeye kazandırılması. Paydaşlara yönelik ekoturizm eğitim programları ve kurslarının düzenlenmesi: Bölgedeki yerel halk ve turizm işletmeleri için ekoturizm konusunda eğitimler verilmesi. Yerel halkın turizme katılımı yoluyla ekonomik refahın sağlanması: Yerel halkın turizm faaliyetlerine katılımının teşvik edilerek, ekonomik kalkınmalarının sağlanmasıdır. Bu stratejilerin, Ihlara Özel Koruma Alanı (ÖKP) 'nda gerçekleştirilecek olası bir ekoturizm planlama süreci kapsamında, koruma ve kullanma uygulamaları arasındaki dengeyi sağlamak ve bölgedeki paydaşlara faydalı çözümler sunmak adına önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Dişkaya ve Emir (2021) İstanbul ili sınırlarında yer alan ilçe ve mahallelerin deprem riski dikkate alınarak, kentsel dönüşüm önceliklerinin belirlenmesi amacıyla AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi) ve TOPSIS (Tercih Edilen Seçeneklerin Sıralanması ve Değerlendirilmesi) metotlarının bütünleşik bir yaklaşımı kullanılmıştır. Çalışmanın temel amacı, ilçe ve mahalle bazında deprem riski altındaki yerleşim birimlerinin kentsel dönüşüm önceliklerini belirlemek ve bu sayede, kamusal ve özel projelerin planlanmasına katkı sağlamaktır. Böylece, afet riskine karşı daha dirençli yerleşim alanları oluşturulması için öncelikli olarak hangi bölgelerin dönüşüme tabi tutulması gerektiği belirlenmiştir. Bu yaklaşım, İstanbul'daki deprem riskini minimize etmeye yönelik etkili ve sistematik bir karar verme süreci sunmayı hedeflemektedir.

Göktaş (2021) Aksaray ili 5 ve 6 nolu yağmur suyu drenaj bölgelerinin jeoteknik özellikleri, 102 adet sondaj noktası kullanılarak, jeoteknik ve hidrojeolojik veriler ışığında incelenmiştir. Çalışma alanında yapılan analizler sonucunda, zemin yapısının %88'inin ince taneli zeminler, %12'sinin ise iri taneli zeminler oluşturduğunu belirlenmiştir. İnce taneli zeminler genellikle düşük plastisiteli kil (CL) türü zemin özelliği göstermektedir. Bu zeminlerin %94'ü, aktif olmayan ve orta sıkışabilir kil özelliğine sahipken, %80'i ise orta şişme potansiyeline sahiptir. Bu bulgular, bölgenin

zemin özellikleri ve sulama drenaj sistemlerinin tasarımı için önemli veriler sunmaktadır.

Balta (2022) bu çalışmada, değişen dönüşüm süreçlerinde gösterge esnekliğine dayalı bir değerlendirme yaklaşımı geliştirilmiş ve yer seçim kararlarının geniş kopyalarında karar destek süreci iyileştirilmiştir. Bu süreçte, analitik süreç yöntemi kullanılarak, göstergelerin ölçülebilir, değerlendirilebilir ve denetlenebilir olmasının, sürdürülebilir yerleşim alanlarının düzenlenmesi için önemli bir fırsat sunduğu vurgulanmıştır. Kentsel dönüşüm projelerinin olumlu gelişmelerini artırabilmek için, dayanıklılık ve sosyo-ekonomik bileşenlerin esnekliği gibi faktörler üzerinde durulmuş, bu bileşenlerin uzman görüşleri ile ağırlıklandırılması sağlanmıştır. Ayrıca, dönüşüm sürecinde hangi alanların öncelikli olarak ele alınması gerektiği belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, dönüşüm projelerinin sıralanarak hangi alanlardan başlanması gerektiği tespit edilmiştir ve bu düzenlemelerin başarılı bir şekilde planlanabilmesi için gerekli stratejiler ortaya konmuştur. Bu yaklaşım, kentsel dönüşüm sürecinde daha sistematik ve etkin bir yol haritası sunmayı amaçlamaktadır.

Doğan (2023) Çalışmada, acil durum toplanma alanının özelliği, erişimi ve güvenliği ile ilgili kriterler ve bu kriterlere bağlı alt kriterler, kapsamlı bir literatür araştırması ve alanında uzman kişilerin görüşleri doğrultusunda belirlenmiş ve ardından iş güvenliği uzmanlarına yüz yüze uygulanmıştır. Çalışmanın çözüm sürecinde, verilerin analizinde Microsoft Excel kullanılmış ve yapılan her bir analiz sonucu, tutarlı sonuçlar elde edilmiştir. Bu yaklaşım, iş güvenliği ile ilgili değerlendirmelerin güvenilir ve geçerli olmasını sağlamış, elde edilen veriler ile iş güvenliği uygulamalarının iyileştirilmesine katkı sunmuştur.

2. AFET YÖNETİMİ

Bu bölümde, çalışmada sıkça başvurulanan temel kavramlar ele alınarak, afet, afet türleri ve afet yönetim sistemlerinin tanımları yapılmıştır. Ayrıca, afet yönetiminin evrimi incelenmiş ve geleneksel ile modern afet yönetim sistemleri arasındaki farklara dikkat çekilmiştir. Afet türleri, farklı doğa kaynaklı ve insan kaynaklı felaketleri kapsayacak şekilde açıklanmış ve bu afetlerin etkileriyle başa çıkma yöntemleri tartışılmıştır.

2.1 Afet Kavramı

Afet kavramı farklı şekillerde tanımlanabilir. Aşağıda, bu tanımlardan bazıları yer almaktadır:

Afet, insanların yaşamlarını ve yerleşim alanlarını olumsuz bir şekilde etkileyen, fiziksel, çevresel, ekonomik ve sosyal kayıplara neden olan, toplumu etkileyerek günlük yaşamın düzenini aksatan doğal ya da insan kaynaklı olayların sonuçlarıdır (Ergünay, 2007).

Afet terimiyle ilgili bir diğer yaygın tanım ise, tüm canlıların hayati işlevlerini durduran ya da kesintiye uğratarak büyük maddi ve manevi kayıplara yol açan, mevcut kaynaklarla başa çıkılamayacak şekilde ani bir biçimde gerçekleşen olay veya durumdur (Afet Epidemiyoloji Merkezi [CRED], 2007).

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından yapılan tanıma göre, afetler toplumların düzenini bozan, dış yardım gerektirecek kadar büyük, ani ve acil olaylardır. Uluslararası Kızılhaç ve Kızılay Dernekleri Federasyonu (IFRC) ise hazırladığı bir raporda, afetleri, yüzden fazla kişinin etkilendiği ve ondan fazla kişinin ölümüne yol açan ya da yardım için resmi organizasyonların müdahale ettiği, savaş dışındaki olaylar olarak tanımlamaktadır (Akyel, 2007). Birleşmiş Milletler (BM) tarafından kabul edilen en geniş afet tanımı ise, toplumları fiziksel, sosyal ve ekonomik açıdan etkileyerek günlük yaşamı durduran ve yerel kaynaklarla başa çıkılamayan her türlü doğal ya da insan kaynaklı olayı kapsamaktadır. Bu tanımlardan hareketle, afetlerin yalnızca insanlarda ve toplumlarda büyük kayıplara yol açmakla kalmayıp, aynı zamanda yerel imkânların yetersiz olduğu durumlarda, küçük bir topluluğun bile bu tür olaylarla başa çıkmada zorluk yaşayabileceği anlaşılmaktadır (Börühan, 2012).

2.2 Afet Türleri

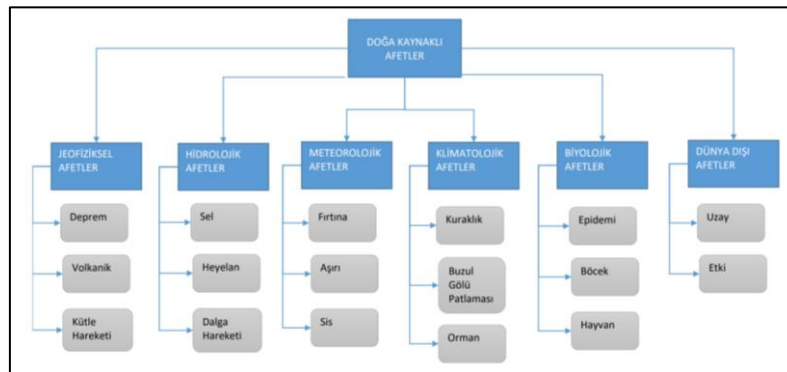
Afetlerin tarihi, insanlık tarihiyle paralel bir şekilde var olmuştur. Ancak afet türleri, insan faaliyetlerinin ve teknolojinin ilerlemesiyle birlikte zaman içinde çeşitlenmiş ve artmıştır.

Geçmişte mevcut olmayan bazı teknolojik ya da insan kaynaklı afetler, günümüzde daha yaygın hale gelmiştir. Örneğin, geçmişte insan yaşamında yer almayan ancak günümüzde pek çok ülkede bulunan nükleer santrallerdeki kazalar, artan enerji talebiyle birlikte afet olarak kabul edilmeye başlanmıştır. Bu tür kazalar, teknolojinin ve insan faaliyetlerinin yol açtığı yeni afet türleri arasında sayılmaktadır.

Afet türleriyle ilgili çeşitli ikili, üçlü, dörtlü veya daha fazla sınıflandırmalar yapılabilir. Ancak bu tez çalışmasında, afetler kökenlerine göre sınıflandırılacaktır. Bu bağlamda, afetler I. Doğa Kaynaklı Afetler ve II. Teknolojik/İnsan Kaynaklı Afetler olmak üzere iki ana başlık altında ele alınmıştır (Ergünay, 2007).

2.2.1 Doğa kaynaklı afetler

Günlük yaşamı ciddi şekilde etkileyen ve yıkıcı sonuçlar doğuran doğa olayları, doğa kaynaklı afet olarak tanımlanmaktadır. Uluslararası afet veri tabanı olan CRED, doğa kaynaklı afetleri altı ana kategoride sınıflandırmıştır. Bunlar, jeofiziksel, hidrolojik, meteorolojik, klimatolojik, biyolojik ve dünya dışı kaynaklı afetlerdir. Bu sınıflandırma, Şekil 2.1 'de görülebileceği gibi, afetlerin farklı kökenlerine dayalı bir ayrım yapmaktadır (Sınıflandırma: EM-DAT).



Şekil 2.1. Doğa kaynaklı afetlerin sınıflandırılması (EM-DAT, 2020).

Jeolojik afetler, deprem gibi ani gelişen ve önceden belirti vermeyen doğa kaynaklı afet türleridir. Buna karşın, klimatolojik afetler, orman yangınları ve kuraklık gibi doğrudan hava koşullarıyla bağlantılı olaylardır (Türkeş ve Deniz, 2010). Son yıllarda ise, birçok hidro-meteorolojik afetin şiddeti artmış ve daha sık meydana gelmeye başlamıştır. Günümüzde sanayileşme, doğaya zarar veren yanlış yerleşim planlamaları ve küresel iklim değişikliği, doğa kaynaklı afetlerin sıklığının artmasında önemli rol oynamaktadır (Okuyama, 2013).

Doğa kaynaklı afet türleri ve önem sıralamaları, coğrafi bölgelere göre farklılık göstermektedir. Örneğin, Akdeniz Bölgesi'nde en sık görülen doğa kaynaklı afetler arasında kuraklık, orman yangınları, heyelan, dolu fırtınaları ve don olayları yer alırken, Türkiye genelinde en yaygın doğa kaynaklı afetler arasında sel, taşkın, orman yangınları, dolu, kuraklık, çığ, şiddetli rüzgâr, kar ve fırtınalar öne çıkmaktadır (Kadıoğlu, 2008b). Birçok afet, diğer afetleri tetikleyebilir ve bu durum, afetlerin etkisini daha da şiddetlendirebilir. Örneğin, ormanların tahrip edilmesi sonucu oluşan şiddetli erozyon, hem çevresel sorunlara yol açmakta hem de ekonomik kayıpları artırmakta, aynı zamanda mevcut tehlike ve riskleri de yükseltmektedir (Ergünay, 2007).

Bu tez çalışmasında, Aksaray ilinde olası bir depremin il merkezi sınırlarında yer alan 11 mahalledeki etkileri doğrultusunda meydana gelebilecek hasar ve kayıplar tahmin edilmiştir. Bu bağlamda, depremler bu bölümde genel tanımlarıyla birlikte alt başlıklar altında detaylı bir şekilde incelenmiştir.

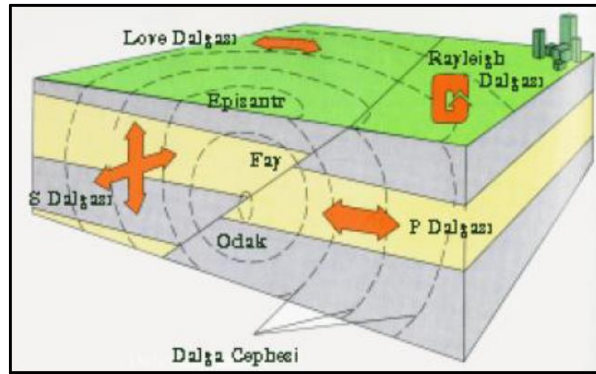
Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı depremleri "Tektonik kuvvetlerin veya volkanik faaliyetlerin etkisiyle yer kabuğunun kırılması sonucunda ortaya çıkan enerjinin, sismik dalgalar şeklinde yayılarak geçtiği ortamları ve yeryüzünü kuvvetle sarsması olayı" şeklinde tanımlamaktadır.

Depremin yeraltında meydana geldiği noktaya sismik odak denir. Bu odak noktasının doğrudan üzerinde bulunan yeryüzündeki nokta ise merkez üssü olarak adlandırılmaktadır. Can ve mal kaybına yol açan depremler genellikle, çöküşler, yangınlar, tsunamiler (sismik deniz dalgaları) ve yanardağlar gibi ikincil olayların tetiklenmesiyle daha da yıkıcı hale gelir. Ancak, bu kayıpların ve ikincil olayların bir

kısmı, iyi bir planlama, erken uyarı sistemleri, sağlam inşa edilmiş binalar ve güvenlik önlemleri ile önlenebilir (Gökçekuş vd., 2018).

Deprem, yer kabuğundaki bir enerji boşalımının ardından meydana gelen titreşim hareketidir. Bu enerji genellikle bir fay hattı boyunca oluşan ani hareketlerle serbest kalır. Tektonik gerilmeye maruz kalan fay boyunca, kayalar önce bükülür ve gerilme, fay zonundaki sürtünme dayanımını aştığında, kayalar aniden yeni pozisyonlara hareket eder (Rahn, 2006). Bu durumu bir kalemi iki ucundan tutup bükmekle benzetebiliriz; kalem ortasından eğildikçe, yeterli kuvvet uygulandığında kalem kırılır ve biriken enerji serbest kalır. Yerkabuğu da benzer şekilde davranır; tektonik plakalar hareket ettikçe üzerlerinde kuvvet birikir. Bu kuvvet, yeterince büyükse kabuğu kırılmaya zorlar. Kırılma gerçekleştiğinde biriken gerilmeler enerji olarak açığa çıkar ve bu enerji, yer yüzeyinde dalgalar halinde yayılmaya başlar. Bu olaya “deprem” denir (Canbey vd., 2008; Duman, 2013).

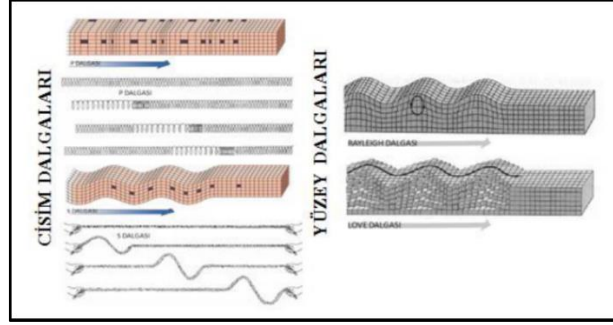
Bir deprem meydana geldiğinde, bu depremin özelliklerini anlayabilmek için deprem parametreleri olarak adlandırılan bazı kavramların bilinmesi gerekmektedir. Deprem sırasında, sismik dalgalar iç merkez (odak, hiposantr) noktasından tüm yönlere yayılır. İç merkez, depremin enerjisinin başladığı bölgedir. Bir depremin dış merkezi (episantr) ise, iç merkez noktasının tam üzerindeki yeryüzündeki noktadır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Odak noktası, dış merkez ve sismik deprem dalgalarının yayılışı (Onur, 2007).

Deprem meydana geldiğinde oluşan sismik dalgalar, iki ana grupta incelenir: cisim dalgaları ve yüzey dalgalarıdır. Cisim dalgaları, yer kabuğunun derinliklerinde hareket eden dalgalardır ve genellikle daha hızlıdır. Yüzey dalgaları ise, yer yüzeyinde yayılan

dalgalarıdır ve genellikle daha yavaş olup, depremin etkilerini daha belirgin hale getirebilir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Cisim dalgaları ve yüzey dalgaları (Kutanis, 2005).

Yerkürenin içinde hareket edebilen cisim dalgaları, P dalgaları ve S dalgaları olmak üzere ikiye ayrılır. P dalgaları (primer dalgalar), içlerinden geçtikleri ortamın art arda sıkışmasına ve genişlemesine sebep olur. Bu dalgalar, en hızlı yayılan dalgalardır ve hem katı hem de sıvı ortamlardan geçebilirler. S dalgaları (sekonder dalgalar) ise, geçtikleri ortamların kayma deformasyonuna uğramasına yol açar. S dalgaları, daha yavaş hareket eder ve yalnızca katı maddelerden geçebilirler.

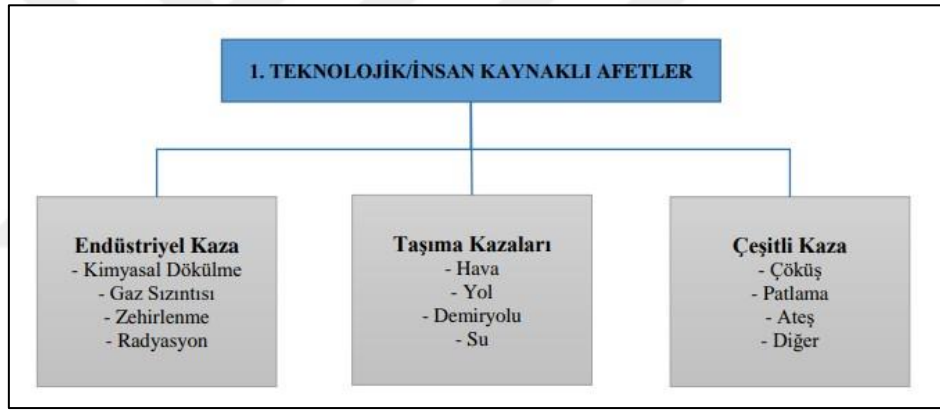
Yüzey dalgaları, cisim dalgalarının yeryüzü veya yeryüzü tabakalarıyla olan etkileşimlerinden meydana gelirler. Mühendislik açısından en önemli yüzey dalgaları Rayleigh ve Love dalgalarıdır (Canbey vd., 2008). Enerjini deprem kaynağından yeryüzüne doğru yayıldığı yol, dalga hareketi olarak tanımlanır. Deprem kaynağındaki enerji, dalga hareketi olarak yüzeye ulaşır. Bir dalga bir ortamdan geçen bir çeşit örselenmez; fakat ortam bir bütün olarak dalga hareketi yönünde ilerlemez. Bir su birikintisine düşen taş tarafından üretilen dalga haizlerine benzerlik gösterir. Taş düştükten sonra suda hareketlenme olur ve düşme noktasından dışa doğru dalga yayılır; su birikintisinin kenarına ulaşır (Yeats vd., 2006).

2.2.2 Teknolojik/İnsan kaynaklı afetler

Teknolojik ve insan kaynaklı afetler, sistemlerin düzgün işlediği bir ortamda, kasıtlı ya da kasıtsız hataların bir sonucu olarak meydana gelir. Bu tür afetlerde, insanın iyimser müdahalelerin aksine, teknolojik sistemlerin kontrollü ve güvenli işleyişini aksatan bazı günlük yaşam pratikleri söz konusu olabilir. Bu durum, genellikle örgütsel iletişimdeki aksaklıklar ve sosyal süreçlerdeki bozulmalar nedeniyle, risklerin

doğru bir şekilde değerlendirilmesini zorlaştırır (Gökçekuş, vd., 2018). CRED (2020) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre, teknolojik ve insan kaynaklı afetler aşağıdaki gibi kategorize edilmekte olup, bu sınıflandırma Şekil 2.4’de sunulmuştur.

Teknolojik ve insan kaynaklı afetlerin bu çalışmada tek bir sınıf olarak ele alınmasının nedeni, bu afetlerin çoğunlukla insanların yaptığı hatalar sonucu meydana gelmesi ve sonuçlarının büyük ölçekli zararlar doğurmasıdır. Şekil 2.4’de görüldüğü gibi, bu tür afetlerin farklı alt sınıfları bulunmaktadır. Ancak, en yaygın ve kapsamlı olan afet türleri genellikle ateşli silahlarla yapılan saldırılar, asit yağmurları, ayaklanmalar ve isyanlar, grevler, protestolar, maden kazaları, tünel kazaları, silah saldırıları, bombalı saldırılar, ev ve bina yangınları, gaz ve kimyasal sızıntılar, göç olayları, kıtlıklar, iç savaşlar, pilotaj hatalarından kaynaklanan hava, deniz, kara ve demiryolu kazaları, iklim değişiklikleri, radyasyon kazaları ve benzeri olaylardır (Kadıoğlu, 2011).



Şekil 2.4. Teknolojik afetlerin sınıflandırılması (Sınıflandırma | EM-DAT).

Buna ek olarak, insan kaynaklı afetler arasında bakteriler, terörist amaçlarla kullanılabilir. Örneğin, biyolojik saldırılar için hastalık yapıcı bakteriler, insanların yaşam kaynaklarına bulaştırılabilir (Akyel, 2007). Bu tür biyolojik saldırıların tarihi, oldukça eskilere uzanmaktadır.

2.3 Afet Yönetim Sistemleri

Günümüzdeki bilgi ve teknoloji alanındaki büyük ilerlemelere rağmen, doğa kaynaklı afetlerin oluşumları ne zaman, nasıl, nerede ve hangi etkilere sahip olacağı gibi sorulara hâlâ kesin bir yanıt verilememektedir. Bu durumlar yalnızca tahmin edilebilmektedir. Özellikle doğa kaynaklı afetlerin tamamen engellenmesi, insanlık

için mümkün olmayan bir hedef olmuştur. Gelecekteki afetlere karşı yapılabilecek en etkili eylemlerden biri, bu afetlerin etkilerini en aza indirmek amacıyla araştırmalar yapmak, stratejik planlamalar geliştirmek ve bu stratejilerin etkin haliyle uygulanmasıdır. Bu tür çalışmaların tümüne, afet yönetimi olarak tanımlanmaktadır (Altay ve Green, 2006; Börühan, 2012).

Daha kapsamlı bir tanımla, afet yönetimi; meydana gelen afetlerin etkilerini hissetmeyen bireylerin bilgilendirilmesi, kritik 72 saatlik sürecin iyi bir şekilde yönetilmesi, afet öncesi yapılan planların etkin bir şekilde uygulanması ve farklı disiplinlerin bir arada çalışarak organizasyonel bir uyum içinde hareket etmesi sürecinin tümünü kapsar (Kovacs ve Moshtari, 2019; Ortuno vd., 2013).

2.3.1 Geleneksel afet yönetim sistemi

Bu yönetim sistemindeki çalışmalar ve düzenlemeler, tarihsel olarak dört ana aşamada incelenmiştir: hafifletme, hazırlık, müdahale ve iyileştirme. Bu aşamalar, afetlerin etkilerini azaltmak ve toplumu hazırlıklı hale getirmek amacıyla yapılan sistematik yaklaşımlardır. Literatürde bu model geleneksel afet yönetim sistemin olarak bilinir (Kadıoğlu, 2008).

Geleneksel afet yönetim sistemine göre, afetlerin öncesinde, sırasında ve sonrasında yapılması gereken belirli görevler bulunmaktadır. Doğa kaynaklı afetler, genellikle aynı coğrafi bölgelerde sıkça tekrarladığından, bu görevler bir döngüsel model içinde ele alınır. Bu döngü, her biri farklı uzmanlık alanları gerektiren dört aşamayı tanımlar. Bu aşamalar, afetlere karşı bireyler, kurumlar ve toplumlar tarafından ayrı ayrı çaba sarf edilmesi gereken süreçleri ifade eder.

2.3.1.1 Hafifletme aşaması

Toplumların fiziki altyapısının güçlendirilmesi için, yüksek risk taşıyan alanlarda yapılaşma için belirlenen yer seçimi standartlarının uygulanması, bu süreçlerin denetimi için yasal ve ekonomik önlemlerin geliştirilmesi afet yönetim sisteminin kritik bir aşamasıdır. Bu aşama, afetlere karşı duyarlı bireylerin, toplulukların ve kurumların eğitilmesi ve etkili önlemlerin hızla hayata geçirilmesiyle, toplumun olası afetlerden kaynaklanacak zarar ve kayıplarını en aza indirmeyi amaçlar (Kurita, 2004).

Hafifletme çalışmaları;

- Geçmiş afetlerden elde edilen verilerle bir bilgi sistemi oluşturulması,
- Afetlerin yaratabileceği potansiyel en büyük ve en küçük tehlikelerin/risklerin belirlenmesi,
- İmar planları doğrultusunda jeolojik ve jeoteknik etüt raporlarının hazırlanıp onaylanması,
- Kuvvetli yer hareketlerini izlemek için yer hareketi kayıt şebekesi ve ulusal telemetrik kayıt ağının kurulması,
- Heyelan, kaya düşmesi ve çığ tehlikelerinin önlenmesine yönelik gerekli tedbirlerin alınması,
- Deprem bölgelerini gösteren haritaların oluşturulması ve bu bölgelerde inşa edilecek yapılarla ilgili yönetmeliklerin ve afet kanunlarının geliştirilmesi,
- Deprem zararlarını azaltmaya yönelik araştırma merkezlerinin kurulması,
- Yapıların güçlendirilmesi için güçlendirme yönetmeliklerinin hazırlanması,

Afet riski taşıyan bölgelerin belirlenmesi gibi konulara odaklanılmaktadır (Özmen vd., 2005).

2.3.1.2 Hazırlık aşaması

Oluşacak afetlere karşı hazırlıklı olmak, potansiyel kayıpların minimize edilmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Gazozcu, 2006). Afetlerin oluşturabileceği zararları en aza indirmek için, etkili bir hazırlık süreci gereklidir. Bu süreç, acil yardım ihtiyaçlarının hızla karşılanması, arama-kurtarma kapasitesinin artırılması ve afet sonrası ihtiyaç duyulacak sağlık, barınma gibi temel gereksinimlerin önceden planlanmasıyla başlar. Ayrıca, bu aşamada afetin olumsuz etkilerini azaltmaya yönelik gerekli malzeme ve ekipmanların doğru noktalara yerleştirilmesi, uygun stok yönetimi ve malzeme dağıtım planlarının hazırlanması büyük önem taşır. Hazırlık aşaması, afet yönetim sisteminin kritik ikinci evresi olup, afet sonrası toparlanma süreçlerinin düzgün işlemesi için temelleri atmaktadır (Akyel, 2007).

Bu aşama, afet anlarında ihtiyaç duyulacak ekipmanların önceden belirlenen yerlerde bulundurulması ve uygun eğitimlerin verilmesi gibi faaliyetleri kapsar. Çok disiplinli bir yaklaşım gerektiren bu aşamada, afet yönetiminde yer alan tüm paydaşların (devlet, sivil toplum kuruluşları, sağlık ve kurtarma ekipleri vb.) birlikte çalışabilmesi için eğitim ve tatbikatlar yapılması gerekmektedir. Ayrıca, afetlerin önceden tahmin edilebilmesi ve erken uyarı sistemlerinin etkin çalışabilmesi için sürekli araştırmalar yapılmaktadır. Afet yönetiminin başarısı büyük ölçüde bu hazırlık sürecinin ne kadar etkin şekilde planlandığına bağlıdır. Bu nedenle hazırlık aşaması, afet yönetiminde daha geniş bir öneme sahiptir ve afetin etkilerini hafifletmede kritik rol oynamaktadır (Akyel, 2007).

Hazırlık aşamasında, afetlerin etkilerini en aza indirmek ve hızlı bir şekilde müdahale edebilmek için çeşitli stratejik planlamalar yapılır. Bu aşamada üzerinde durulması gereken ana çalışma konuları şunlardır:

- Afet Yönetimi Planlarının Hazırlanması: Afet yönetimi için kapsamlı ve etkili planların oluşturulması gereklidir. Bu planlar, afet anında hızlı ve organize bir şekilde hareket edilmesini sağlayacak, kaynakların verimli kullanılmasını sağlayacaktır. Planlar, afetin türüne göre farklı senaryoları ve bu senaryolara uygun müdahale stratejilerini içermelidir.
- Kurtarma ve Acil Yardım Planları: İl düzeyinde hazırlanan kurtarma ve acil yardım planları, afet sonrası yapılacak müdahale sürecini düzenler. Bu planlar, yerel yönetimler ve ilgili kurumlar tarafından hazırlanarak, afet anında gereksinim duyulan yardımların ve hizmetlerin hızlı bir şekilde organize edilmesini sağlar. Bu planların etkililiği, sürekli güncellenmesi ve tatbikatlarla test edilmesi önemlidir.
- Deprem Senaryolarının Üretilmesi: Özellikle Türkiye gibi deprem riski yüksek bölgelerde, deprem senaryoları oluşturulması büyük önem taşır. Bu senaryolar, olası bir depremde hangi bölgelerin etkileneceği, hangi binaların dayanıklı olup hangi binaların risk taşıdığı gibi bilgileri içerir. Bu bilgiler doğrultusunda, afet yönetimi ve altyapı güçlendirme stratejileri geliştirilir.
- Dağıtım Hizmetlerinin Planlanması: Afet sonrası ihtiyaç duyulacak malzeme ve hizmetlerin dağıtımını düzenlemek için belirli ilkeler ve süreçler geliştirilmelidir. Yardım malzemelerinin depolanması, dağıtımı ve öncelikli

ihtiyaçlar için hazırlık yapılması, hazırlık aşamasının en kritik elerindendir. Afet anında doğru zamanda ve doğru yerlerde malzeme temini ve dağıtımı, kayıpların en aza indirilmesinde etkili olacaktır.

Bu alışmalar, afetlere karşı toplumsal hazırlığı güçlendirmek, hızlı ve etkili bir müdahale için gerekli altyapıyı kurmak ve afet sonrası iyileşme sürecini hızlandırmak için hayati öneme sahiptir (zmen vd., 2005).

2.3.1.3 Müdahale aşaması

Afet yönetiminde müdahale aşaması, afetin hemen ardından başlatılan ve en kritik aşamalardan biri olan süreçtir. Bu aşama, afetin yol açtığı can ve mal kayıplarını en aza indirmek için yapılan hızlı ve etkili müdahaleyi içerir. Müdahale aşamasının başlıca bileşenleri şunlardır:

- Acil Durum Gereksinimlerinin Belirlenmesi ve nceliklendirilmesi: Afet anında en kısa sürede hangi ihtiyaçların karşılanması gerektiği tespit edilmelidir. Afet bölgesindeki acil ihtiyaçlar, yiyecek, içme suyu, tıbbi malzeme, barınma olanakları gibi temel gereksinimleri kapsar. Bu gereksinimlerin hızlı bir şekilde karşılanabilmesi için bir planlama yapılması gerekmektedir. Aynı zamanda afetin türüne göre öncelik sıralamaları oluşturulmalıdır.
- Personel, Ekipman ve Malzeme Sevkiyatı: Afet sonrası, yerel ve bölgesel düzeyde kaynakların mobilize edilmesi önemlidir. Müdahale ekiplerinin, arama-kurtarma personelinin, sağlık personelinin ve diğer destek personelinin afet bölgesine hızlıca ulaştırılması gerekir. Aynı şekilde, gerekli malzeme ve ekipmanlar (arama-kurtarma araçları, tıbbi malzemeler, yiyecek, su vb.) da afet bölgesine etkin bir şekilde gönderilmelidir. Bu süreç, afet sonrası yaşanan kaosu yönetmek adına kritik bir öneme sahiptir.
- İletişim ve Koordinasyon: Müdahale aşamasında, tüm paydaşlar (devlet kurumları, yerel yönetimler, sivil toplum kuruluşları, sağlık ekipleri, güvenlik gleri vb.) arasında hızlı ve etkili bir iletişim kurulması gerekir. Afet yönetimi sırasında koordinasyonun sağlanması, kaynakların verimli bir şekilde kullanılmasını ve her bir birimin doğru zamanda doğru görevde olmasını

sağlar. Bu iletişim, hem afet bölgesindeki insanlara yönelik hem de afet dışındaki kişilere yönelik sürekli ve doğru bilgi akışını içerir.

- Psikolojik Destek Sağlanması: Afetler, sadece fiziksel can ve mal kayıplarına yol açmakla kalmaz, aynı zamanda afet mağdurları üzerinde derin psikolojik etkiler de bırakabilir. Afetler sırasında stres, travma ve korku gibi psikolojik tepkiler gelişebilir. Bu nedenle, psikolojik destek hizmetlerinin afet bölgesine ulaştırılması büyük önem taşır. Bireylerin duygusal iyileşmesi ve toplumsal dayanışmanın sağlanması için kriz psikologları ve psikiyatristlerin devreye girmesi gerekmektedir. Psikolojik destek, aynı zamanda afetin travmatik etkilerini azaltarak toplumsal iyileşmeyi hızlandırır.
- Acil Sağlık Hizmetlerinin Sunulması: Afet sonrası yaralıların tedavi edilmesi ve hastaların bir an önce sağlık hizmetlerine ulaşması kritik bir rol oynar. Sağlık hizmetleri, hem afetin hemen ardından hem de uzun vadede, yaralanmaları tedavi etme, enfeksiyonları önleme, salgın hastalıkların yayılmasını engelleme gibi görevleri içerir. Sağlık ekiplerinin afet bölgesine hızla ulaşabilmesi için hazırlık yapılmalı ve afet sonrası tıbbi altyapı hızla oluşturulmalıdır.
- Yaralıların Taşınması ve Barınma İhtiyaçlarının Giderilmesi: Yaralıların sağlık merkezlerine taşınması ve hayatta kalan kişilerin geçici barınma ihtiyaçlarının karşılanması da müdahale aşamasının önemli unsurlarıdır. Afet bölgesinde bulunan geçici barınma merkezleri, sığınma alanları ve sağlık üniteleri hızla kurulmalıdır. Ayrıca, afet bölgesinde kalan insanların güvenli bir şekilde tahliye edilmesi için de hazırlıklar yapılmalıdır.
- Afet Sonrası Altyapı Onarımları: Afet sonrası tahrip olan altyapıların (su, elektrik, yol, iletişim) onarılması gereklidir. Bu da zamanında ve etkin bir müdahaleyi gerektirir. Altyapı onarımlarının yanı sıra, ulaşım ve iletişim ağlarının yeniden faaliyete geçmesi sağlanmalıdır.

Müdahale aşaması, afetin hemen ardından başlar ve olayın ciddiyetine göre belirli bir süre devam eder. Bu aşamanın başarılı olabilmesi, hazırlık sürecinin ne kadar etkili yapıldığına ve koordinasyonun ne kadar güçlü olduğuna bağlıdır. Müdahale aşamasının etkinliği, afetin yol açabileceği kayıpları en aza indirir ve toplumların yeniden ayağa kalkabilmesi için gerekli zemini hazırlar (Ergünay, 2007; Guzman, 2003).

2.3.1.4 İyileştirme aşaması

Afet sonrası iyileştirme aşaması, afetin yol açtığı tahribatın ardından toplumun yeniden normal hayatına dönebilmesi için yapılan çalışmaları kapsar. Bu aşama, toplumun fiziksel, sosyal ve ekonomik açıdan yeniden yapılandırılmasını içerir. İyileştirme süreci, zarar gören altyapıların onarılması, mağdurlara psikolojik destek sağlanması ve ekonomik toparlanma için gerekli adımların atılması gibi bir dizi faaliyeti kapsamaktadır. Ayrıca, bu aşama, gelecekteki afetlere karşı daha dirençli bir toplum inşa edilmesi için gerekli derslerin çıkarılması ve afet yönetimi sisteminin geliştirilmesi açısından önemlidir. İyileştirme aşamasının temel hedefi, afetin olumsuz etkilerini minimize etmek ve toplumun bir daha benzer durumlarla karşılaşmaması için hazırlıklı olmasını sağlamaktır.

Afet sonrası, acil durumların çözülmesinin ardından iyileştirme aşaması başlar. Bu aşamada, ekonomik faaliyetlerin yeniden canlandırılması, altyapının onarılması ve toplumun psikolojik ile sosyal olarak iyileştirilmesi sağlanır. Ayrıca, afetin olumsuz etkilerinin giderilmesi için çeşitli eğitim ve farkındalık çalışmaları yapılır. Amaç, toplumu eski düzenine kavuşturmak ve gelecekteki afetlere karşı daha dirençli hale getirmektir (Özmen, 2002).

İyileştirme aşaması, afet sonrası toplumun normal işleyişine dönmesi için kritik bir dönemdir. Bu aşamada yer alan başlıca faaliyetler arasında şunlar bulunmaktadır: Altyapı çalışmalarının tamamlanması, Yer seçimi ve planlama çalışmaları, İmar düzenlemelerinin yapılması, Kalıcı konutların inşası, Afet merkez koordinasyon kurulunun sekretarya görevini yerine getirmesi, ve Dış yardımların kabul edilmesi için gerekli bildirimlerin ilgili mercilere, özellikle Dışişleri Bakanlığı'na yapılması gibi adımlar yer alır (Özmen vd., 2005).

Dünya genelinde, geleneksel afet yönetim sisteminin dört aşamasına dayalı çeşitli yönetim modelleri geliştirilmiş olsa da, çoğu sistemde müdahale aşamasının ön planda olduğu gözlemlenmiştir (Gülkan vd., 2003). Geçmiş afet deneyimleri, geleneksel sistemlerin bazı yönlerden yetersiz kaldığını göstermiş ve bu nedenle afet yönetim sisteminin yeniden yapılandırılması gerektiği düşünülmüştür (Özmen ve Özden, 2013). Bu durum, zamanla modern afet yönetim sistemi anlayışının gelişmesine zemin

hazırlamıştır (Kadıoğlu, 2007). Yeni yaklaşım, afet yönetiminin her aşamasının entegre bir sistem olarak ele alınmasını amaçlamaktadır.

2.3.2 Modern afet yönetim sistemi

Modern afet yönetim anlayışına göre, afetlerin her aşamasının entegre bir şekilde ele alınması büyük önem taşır. Bu anlayışa göre, sadece afet anında yapılan müdahaleler değil, afet öncesinde alınacak tedbirler de kritik bir yer tutmaktadır. İnsanları enkaz altından kurtarmak, yangınları söndürmek veya sel ve taşkınlarda tahliye yapmak gibi müdahale aşamasındaki faaliyetler kadar, afet öncesinde potansiyel tehditlere karşı hazırlıklı olmak ve bu riskleri mümkünse tamamen ortadan kaldırmak da son derece önemlidir. Bu, afetlerin önlenmesi veya etkilerinin azaltılması noktasında yapılan planlamaların ve hazırlıkların temelini oluşturur. Müdahale aşamasında ise, modern afet yönetim sistemi, duyulacak ihtiyacın minimuma indirilmesi ve afetin etkilerinin en hızlı şekilde giderilmesi hedeflemektedir. Bu hedef, hem halkın güvenliğini sağlamak hem de afet sonrası toparlanma sürecini hızlandırmak adına kritik öneme sahiptir (Kadıoğlu ve Özdamar, 2008).

Modern afet yönetim sistemi, geleneksel sistemin dört aşamalı yapısını iki ana başlık altında toplar: risk yönetimi ve kriz yönetimi. Risk yönetimi, afet öncesi yapılan çalışmalarla, olası zararları en aza indirmeye yönelik hazırlıklar, tahminler ve erken uyarı sistemlerini içerir. Kriz yönetimi, afet sonrasında yapılan müdahale ve iyileştirme işlemlerini kapsar. Bu sistem, afetlerin her aşamasında daha etkili bir yönetim sağlamayı amaçlar (Demirci ve Karakuyu, 2004; Kadıoğlu, 2008a). Çizelge 2.1'te, geleneksel ve modern afet yönetim sistemlerinin karşılaştırılması yer almaktadır (Kadıoğlu, 2011).

Çizelge 2.1. Geleneksel ve modern afet yönetim sistemlerinin karşılaştırılması.

Geleneksel Afet Yönetim Sistemi	Modern Afet Yönetim Sistemi
Önlem yaklaşımı	Kapsamlı ve yönetsel politika yaklaşımları
Önceden belirlenmiş planlamalar	Uyarlanabilir yöntem
Önlem talimatları yaklaşımı ve müdahale	Korumacı yaklaşım
Acil durum yönetimi ve kriz yönetimi	Sürdürülebilir risk yönetimi

2.3.2.1 Risk yönetimi

Modern afet yönetim sistemindeki risk yönetimi anlayışı, geleneksel afet yönetiminin hafifletme ve hazırlık aşamalarını bir araya getirerek, daha proaktif ve kapsamlı bir yaklaşım sunmaktadır. Bu kapsamda, risk yönetimi afet politikaları ve stratejileri için iki ana çalışma alanını içerir. Birincisi, afet öncesinde yapılan hazırlık ve hafifletme çalışmalarını, diğeri ise günlük yaşamın yönetimi ve afet zamanlarına ilişkin planlamayı kapsar. Her iki zaman dilimi için de teknikler ve yönetsel yaklaşımlar ayrıntılı şekliyle ele alınmalıdır. Afet sonrası sürdürülebilirlik kalkınma için risk yönetimi kritik bir rol oynamaktadır (Kurita, 2004).

Afet yönetimi sisteminde, afet öncesinin önemini vurgulayan risk yönetimi, afetlerin yaratabileceği tehlike ve kayıpları minimize etmeye yönelik tüm önlemleri içerir (Yaprak, 2015). Bu süreç, stratejik bir plan dâhilinde yürütülmeli ve afet öncesi dönemde etkin bir şekilde uygulanmalıdır. Örneğin, kentlerde yerleşim alanlarının belirlenmesi sırasında, yapılaşma standartlarına uygun kaliteli yapılar inşa edilmeli ve afet riskleri göz önünde bulundurularak teknik düzenlemeler yapılmalıdır. Ayrıca, afet zararlarını azaltmaya yönelik çalışmalarda mevcut kapasitenin artırılması ve kurumlar arası disiplin ile iş birliğinin sağlanması büyük önem taşır. Afetin yönetiminde gerçek etkinliğin sağlanabilmesi için, hem yerel hem ulusal düzeyde yüksek düzeyde katılım sağlanmalı ve kriz yönetimine kadar risk yönetimine de gerekli önemin bilinmesi gerekmektedir (Doğan, 2015).

Risk yönetimi kapsamında ele alınması gereken ana konular şunlardır:

- Merkezi düzeyde afet yönetimi planlarının hazırlanması: Ulusal düzeyde afetlere yönelik stratejik planlar oluşturulmalı ve bu planlar güncel tutularak etkin yönetim sağlanmalıdır.
- İl bazında Afet Acil Yardım Planları: Yerel düzeyde, özellikle büyük afetlerde hızlı ve etkin müdahale için afet acil yardım planları hazırlanmalı ve bu planların düzenli olarak gözden geçirilip geliştirilmesi sağlanmalıdır.
- Personel eğitimi ve tatbikatlar: Afet planlarında görev alacak personellere yönelik eğitimler düzenlenmeli ve bu eğitimler, uygulamalı tatbikatlarla desteklenerek gerçek bir afet durumuna hazırlıklı olmaları sağlanmalıdır.

- Acil durum malzeme stokları: Afet anında kullanılacak malzemeler (gıda, su, ilaç, barınma malzemeleri vb.) stoklanmalı ve bu malzemelerin düzenli olarak kontrol edilip güncellenmesi gerekmektedir.
- Arama-kurtarma faaliyetlerinin örgütlenmesi: Afet senaryoları doğrultusunda arama-kurtarma ekipleri oluşturulmalı, bu ekiplerin görev tanımları netleştirilmeli ve toplumla koordineli şekilde çalışmalarının düzenlenmesi sağlanmalıdır.
- Tahmin ve erken uyarı sistemleri: Olası afetler için tahmin ve erken uyarı sistemleri kurulmalı, bu sistemlerin etkin bir şekilde çalışması için gerekli altyapı sağlanmalı ve halkın bu sistemlerden nasıl yararlanabileceği konusunda bilgilendirilmesi sağlanmalıdır (Ergünay, 2006).

2.3.2.2 Kriz yönetimi

Afet yönetiminin aktif bir süreç olduğunu göz önünde bulundurduğumuzda, geleneksel afet yönetim sistemindeki müdahale ve iyileştirme süreçlerinin modern afet yönetim sistemindeki karşılığı kriz yönetimi olarak belirlenmiştir (Kelle, 2009). Kriz yönetimi, afetin yarattığı karmaşık ve olumsuz koşullarla başa çıkmak için etkili stratejilerin ve önceden planlanmış senaryoların devreye girmesini gerektirir.

Bu aşamada yapılan temel işlemler şunlardır:

- Enkaz altından kurtarma: Afet sonrası, yerinde yapılan kurtarma çalışmaları ile enkaz altında kalan kişilerin en kısa sürede güvenli bir şekilde çıkarılması hedeflenir.
- Acil ihtiyaçların karşılanması: Sağlık hizmetleri, gıda, su, barınma gibi acil ihtiyaçlar hızla sağlanarak, afet mağdurlarının hayatta kalma şansı artırılır.
- Hasar tespiti ve enkaz bertarafı: Afet bölgesindeki yapıların hasar durumu belirlenir ve yıkılan yapılar ile enkazların bertarafı için gerekli çalışmalar başlatılır.
- Onarım süreci: Afet sonrası, hasarların giderilmesi amacıyla yapılan onarım işlemleri başlatılır. Bu süreç, altyapı ve kamu hizmetlerinin yeniden işler hale getirilmesi için kritik öneme sahiptir.
- Gelecekteki afetlere karşı güçlendirilmiş altyapı: Meydana gelen afetin yarattığı hasarların ardından, benzer afetler için daha dirençli altyapılar

kurulması sağlanır. Böylece, afetlere karşı toplumun dayanıklılığı artırılır ve gelecekteki olası krizlere hazırlıklı olunmuş olur.

Bu aşamalar, afet sonrası etkin bir kriz yönetimi uygulamasıyla hem insanların güvenliğini hem de toplumun hızlıca normalleşmesini sağlar (Ergünay, 2006).

2.4 Türkiye’ de Afet Yönetimi

Türkiye’de afet yönetiminin gelişimi, dünya genelindeki benzer süreçlerle paralellik göstermektedir. Özellikle 1999 Marmara Depremi, ülkenin afetlere yönelik hazırlık ve müdahale kapasitesinin eksikliklerini gözler önüne sermiştir (Ergünay, 2007; Okay vd., 2000). Bu büyük felaket, afet yönetim sisteminin ne denli yetersiz olduğunu ortaya koymuş ve bu durum, Türkiye'nin afetlere karşı daha etkili bir yapı oluşturma yönünde köklü değişiklikler yapma ihtiyacını doğurmuştur. Deprem sonrası, Türkiye’de afet yönetimi ile ilgili bir dizi yasal ve organizasyonel reform gerçekleştirilmiş, bu reformlar, ülkenin afetlere hazırlık ve müdahale kapasitesinin artırılmasına yönelik önemli adımlar atılmasını sağlamıştır.

Türkiye’de afetlere yönelik politikaların ve düzenlemelerin gelişimi, 1939 yılında Erzincan Depremi ile hız kazanmıştır. Bu dönemde art arda yaşanan büyük depremler, özellikle 1940’lı yıllarda Niksar-Erbaa (1942), Adapazarı-Hendek (1943), Tosya-Ladik (1943) ve Bolu-Gerede (1944) gibi felaketler, büyük can ve mal kayıplarına yol açmış ve afetlere karşı alınacak tedbirlerin önemini gündeme getirmiştir. Bu bağlamda, 1944 yılında çıkarılan "Yersarsıntılarında Öncesinde ve Sonrasında Alınacak Tedbirler Hakkında Kanun" ile Türkiye’de afet yönetimi konusunda ilk adımlar atılmıştır (Özmen, 2012).

Depremlerin yarattığı büyük yıkım, özellikle yapılaşma sistemleri konusunda ciddi reformlara neden olmuştur. Türkiye’de, afetlere karşı daha etkili bir yönetim için bir dizi kanun, yönetmelik ve düzenleme çıkarılmıştır. 1999 Marmara Depremi ise, Türkiye’deki afet yönetim sisteminin yeniden şekillendirilmesine ve güçlendirilmesine neden olan dönüm noktalarından biri olmuştur. Marmara Depremi’nin ardından, afet yönetimi alanında 38 kanun ve kanun hükmünde kararname, 6 yönetmelik, 28 kararname, 9 genelge ve 17 tebliğ gibi pek çok düzenleme

yapılmıştır (Tercan, 2018). Bu düzenlemeler, Türkiye'nin afetlere karşı daha hazırlıklı ve dirençli bir yapıya kavuşmasını sağlamıştır.

2018 yılında Türkiye'deki afet yönetim sisteminde önemli bir reform gerçekleştirilmiştir. Afetlerle ilgili sorumlu olan ve daha önce farklı bakanlıklara bağlı olan birçok kurum, Türkiye Acil Durum Yönetimi Genel Müdürlüğü (Başbakanlık), Afet İşleri Genel Müdürlüğü (Bayındırlık ve İskân Bakanlığı) ve Sivil Savunma Genel Müdürlüğü (İçişleri Bakanlığı) kapatılmıştır. Bu değişiklik, afet yönetiminde yaşanan karmaşayı azaltmak ve daha etkin bir yönetim sağlamak amacıyla yapılmıştır.

2009 yılında kabul edilen 5902 sayılı "Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkındaki Kanun" ile afet yönetiminin daha merkezi bir yapıya kavuşturulması hedeflenmiştir. Son olarak, 2018 yılında Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile afet yönetimindeki tüm sorumluluklar ve görevler tek bir çatı altında toplanmıştır. Bu yeni yapılanma ile Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı kurulmuş ve tüm afet yönetimi faaliyetleri AFAD'ın sorumluluğuna verilmiştir (Özmen ve Özden, 2013).

Bu dönüşüm, Türkiye'nin afetlere daha hızlı ve koordineli bir şekilde müdahale edebilmesini amaçlamaktadır. Türkiye'de bir afet meydana geldiğinde, afetin büyüklüğü ve türüne göre müdahale süreci başlatılmakta ve bu süreçte farklı kurum ve kuruluşlar arasında güçlü bir entegrasyon sağlanmaktadır. Afetlere karşı müdahale için Türkiye'deki en önemli araçlardan biri Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP)'dır.

TAMP, afetin büyüklüğüne ve etkilerine göre hangi kurumların, ne zaman ve nasıl müdahale edeceğini belirleyen stratejik bir plandır. Bu plan, afetin türü ve ciddiyetine göre yapılan önceden belirlenmiş müdahale senaryolarına dayanır. TAMP, farklı afet senaryolarına hazırlıklı olmayı ve her aşamada etkili bir koordinasyon sağlamayı hedefler. Bu kapsamda, afet öncesi hazırlıklar, afet sırasında yapılacak müdahaleler ve afet sonrası iyileştirme faaliyetleri için net bir yol haritası oluşturulmaktadır. TAMP, Türkiye'deki afet yönetiminde çok disiplinli bir yaklaşımı benimseyerek, tüm ilgili kurumların ve paydaşların etkili bir şekilde bir araya gelmesini ve ortak bir amaç doğrultusunda çalışmasını sağlar. Böylece, afet anında müdahale süresi kısılır, kayıplar en aza indirilir ve toplumun afet sonrası toparlanma süreci hızlanır.

AFAD’a göre, Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP), her tür afet ve acil durumda kamu, özel sektör, sivil toplum kuruluşları ve bireylerin koordineli bir şekilde müdahale etmesini sağlayan bir plandır. TAMP, bütünleşik planlama yaklaşımıyla afet anında riskleri en aza indirir. Plan, farklı afet senaryolarına göre ayrılmış bölümlerle, her kurum ve kuruluşun görevlerini net bir şekilde belirler. Bu sayede afet anında hızlı, etkili ve uyumlu bir müdahale sağlanır.

Çizelge 2.2’de, Türkiye’deki afetlere yönelik yaklaşım şekillerinin değişmesinin en önemli nedeni, büyük can kayıplarına yol açan depremler olmuştur. Türkiye, aktif deprem kuşaklarında yer aldığı için, depremler ülkenin hem maddi hem de manevi açıdan büyük kayıplara yol açmaktadır. Bu tezde de afet türü olarak deprem ele alındığı için, çalışmanın bu kısmından itibaren afetler, özellikle depremler bazında detaylı bir şekilde incelenecektir.

Çizelge 2.2. Deprem dönemlerine göre afet politikalarının ve stratejilerin gelişimi (Özmen ve Özden, 2013).

Dönem	Afet Politikaları ve Stratejileri
1944 Öncesi (1509 İstanbul Depremi’nin ardından başlayan dönem)	Müdahale aşamalarına ağırlık + yeniden yapılandırma ve az sayıda iyileşme politikası ve stratejileri, afetlerin meydana gelmesini daha çok ilahi güce ve kaderci anlayışa bağlanma eğilimi
1944-1958 (Depremlerden önce ve sonra alınacak tedbirler hakkında kanun ile başlayan dönem)	Daha çok afet sonrası yaklaşımlar + az sayıda afet öncesi çalışmalar: Geleneksel afet yönetim sisteminin modellenmesi, afetlerin meydana gelmesini daha çok ilahi güce ve kaderci anlayışa bağlanma eğilimi
1958 - 1999 (İmar ve İskan Bakanlığı’nın kuruluşu ile imar çalışmalarının başladığı dönem)	Daha çok afet sonrası yaklaşımlar + gelişmekte olan afet öncesi çalışmalar :Geleneksel afet yönetim sisteminin uygulamaya çalışılması, afetlerin meydana gelmesini doğaya ve insana bağlama anlayışında doğru evrilme
1999-2012 (1999 Marmara Depremleri ile başlayan dönem)	Afet sonrası daha etkin politikalar oluşturma + afet öncesi politikaların önem kazanması + etkili bir afet yönetim sistemi oluşturma çabası: Risk yönetimi anlayışına doğru bir evrim başlangıcı, afetlerin hem doğa hem de insan kaynaklı olduğu anlayışının benimsenmesi
2012 - Günümüz (Van Depremi ile başlayan dönem)	Afet sonrası daha etkin politikalar oluşturma + afet öncesi çalışmalar yapılması + modern afet yönetim sistemi oluşturma çabası: Afetlerin risk yönetimi anlayışı ile stratejiler üretmek

Çizelge 2.2’de görüldüğü üzere, Türkiye’de depremlerle ilgili geliştirilen politika ve stratejilerin çoğu, özellikle deprem sonrası müdahale ve iyileşme aşamalarına odaklanmıştır. Ancak, 2011 Van Depremi sonrası, afetlerin öncesine yönelik hafifletme ve hazırlık aşamaları daha fazla önem kazanmaya başlamıştır. 1999

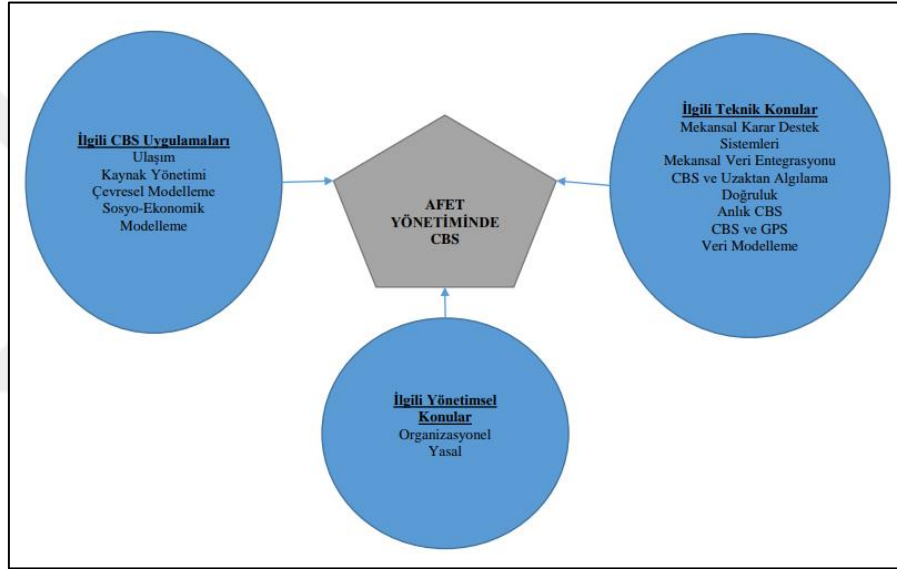
Marmara Depremi öncesinde, Türkiye'deki deprem anlayışı daha çok ilahi bir kader veya doğa olayı olarak görülüyor, bu nedenle alınacak tedbirlerin pek fayda sağlamayacağı düşünülüyordu. Ancak Marmara Depremi sonrası bu bakış açısı değişmiş ve deprem risklerinin azaltılabilmesi için bilimsel temelli çalışmalar ve stratejiler geliştirilmiştir. 2012 yılına kadar geleneksel afet yönetimi hâkimken, Van Depremi sonrasında modern afet yönetim sisteminin benimsenmesiyle birlikte, afetlere karşı daha sistematik ve önleyici bir yaklaşım benimsenmeye başlanmıştır.

2.5 Afet Yönetimi ve CBS

Ülkemizde afet yönetimi ile ilgili ilk çalışmalar 1940 yılında başlamıştır. Zaman içinde yaşanan büyük afetler, mevcut yönetim sisteminin eksikliklerini ortaya koymuş ve bu eksikliklerin giderilmesi için afet yönetiminin güncellenmesi gerektiği anlaşılmıştır. Türkiye, özellikle deprem kuşağında yer aldığı için, istatistiklere göre ülkemizdeki en büyük can ve mal kayıpları depremler nedeniyle yaşanmıştır. Bu nedenle, afet tedbirlerinin büyük bir kısmı deprem risklerini azaltmaya yönelik olarak şekillendirilmiştir. Bu bağlamda, deprem güvenliği ve risk azaltma çalışmalarına özel bir önem verilmiştir.

17 Ağustos 1999 Gölcük Depremi ($M_w=7,4$) ve 12 Kasım 1999 Düzce Depremi ($M_w=7,1$), Türkiye'nin afet yönetiminde önemli bir dönüm noktası olmuştur. Bu depremler sonrasında yaşanan ciddi sıkıntılar, mevcut afet yönetim sisteminin yetersizliğini ortaya çıkarmış ve afet sonrası kriz yönetiminin yerine, daha etkin bir risk azaltma yaklaşımının benimsenmesi gerektiği anlaşılmıştır. Bu dönüşüm, afetlere hazırlıklı olma ve riskleri önceden azaltma yönünde atılan ilk adımları şekillendirmiştir. Bu doğrultuda, 2009 yılında çıkarılan teşkilat kanunu ile afet ve acil durum yönetimi daha merkezi bir yapıya kavuşturulmuş ve T.C. İçişleri Bakanlığı'na bağlı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı kurulmuştur. Yerel düzeyde ise, AFAD'a bağlı İl Afet ve Acil Durum Müdürlükleri oluşturularak, afetlere müdahalede yerel yönetimlerin rolü güçlendirilmiştir. 20 Şubat 2014 tarihinde ise, 5902 sayılı Kanun'un 18. maddesiyle İl Afet ve Acil Durum Müdürlükleri, AFAD'ın taşra teşkilatları olarak düzenlenmiştir. Bu düzenleme, afet yönetiminde merkezi ve yerel düzeyde daha bütünleşik ve etkili bir sistemin kurulmasını sağlamıştır.

Coğrafi Bilgi Sistemleri, afet yönetiminde kritik bir rol oynamaktadır. CBS, afet öncesi, sırası ve sonrasında, afetin etkilediği bölgenin haritalanmasından, kaynakların etkin bir şekilde kullanılmasına kadar geniş bir yelpazede yardımcı olur. Uygun modeller ve altlıklar kullanılarak, afetin büyüklüğü ve türüne göre etkilenen alanlar, can ve mal kayıpları tahmin edilebilir. Bunun yanı sıra, afet sonrasında yapılacak yardımların yönlendirilmesi, yerleşim alanlarının uygun şekilde konumlandırılması, yardım merkezlerinin belirlenmesi ve dağıtım noktalarının optimize edilmesi gibi stratejik planlamalar yapılabilir. Şekil 2.5 'de yer alan bu teknik ve yönetsel alanlar, afetin boyutlarına ve türüne göre farklı stratejik kararların alınmasını sağlar, böylece afet müdahalesi daha koordineli ve etkili bir şekilde gerçekleştirilir.



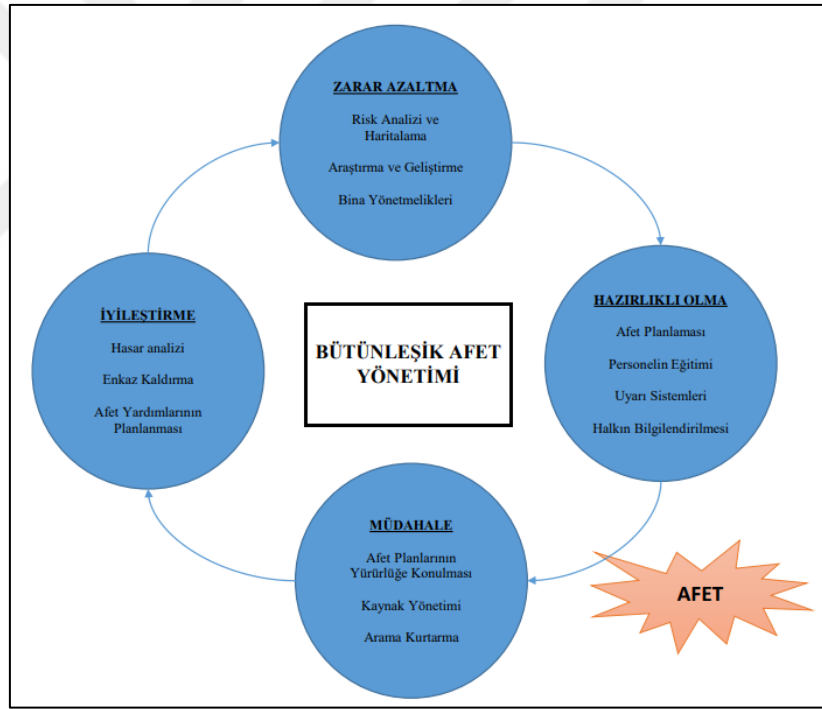
Şekil 2.5. Afet yönetiminde CBS (Cova ve Church, 1997).

Afet yönetiminde CBS, afet bölgesindeki kritik altyapı ve tesislerin durumunun tespit edilmesinde de önemli bir araçtır. Hasar tespitleri, ulaşım yolları, alternatif güzergâhlar ve altyapı ağlarının durumları CBS sayesinde kolayca izlenebilir. Ayrıca, sağlık hizmetlerine erişim ve en yakın hastane ile yardım merkezlerine ulaşım gibi acil durum senaryoları da CBS verileri ile hızlıca planlanabilir. Bu sayede, afet yönetiminde karar alıcılar ve müdahale ekipleri, doğru ve güncel bilgilere dayalı olarak hızlı ve etkili müdahale planları oluşturabilir, kaynakları verimli bir şekilde dağıtabilir ve afetin etkilerini en aza indirebilirler (Güneş ve Kovel, 2000). Coğrafi Bilgi Sistemleri, afet yönetiminde birçok farklı alanda aktif olarak kullanılmaktadır. Cova ve Church (1997)'nin belirttiği gibi, çevresel modelleme, kaynak yönetimi, ulaşım ve

sosyo-ekonomik modelleme gibi uygulamalar CBS'nin afet yönetimi süreçlerindeki önemli unsurlarındandır. Bu uygulamalar, afetlerin etkilerini daha doğru bir şekilde tahmin etmek ve hızlı bir şekilde müdahale edebilmek için kritik bilgiler sunar.

2.5.1 Afet evrelerinde CBS

Bütünleşik Afet Yönetimi'nin tüm süreçlerinde afet yönetimine ilgili alanlarda Coğrafi Bilgi Sistemleri destek sağlamaktadır (Cova ve Church, 1997). Afet döngüsünün dört evresi (zarar azaltma, hazırlıklı olma, müdahale ve iyileştirme), Coğrafi Bilgi Sistemleri teknolojisi ile entegre edilerek daha etkin bir şekilde yönetilmektedir. Sonuç olarak, CBS, afet yönetiminde veri toplama, analiz etme ve karar alma süreçlerini hızlandırarak, afetlerin etkilerinin azaltılmasına ve toparlanma sürecinin verimli bir şekilde yürütülmesine yardımcı olur (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. CBS'nin bütünleşik afet yönetimindeki yeri (Cova ve Church, 1997).

Deprem, yangın, sel, çığ gibi afetlerde, CBS afetin etkilerini azaltmak için risk analizi ve planlama süreçlerinde kullanılır. CBS, afet öncesinde, riskli bölgelerin belirlenmesi, planların hazırlanması ve acil durum stratejilerinin oluşturulmasında yardımcı olur. Ayrıca, afet sonrası müdahale için gerekli alanlar, yollar ve kaynaklar hakkında bilgi sağlar, böylece zararların azaltılmasına katkı sağlar.

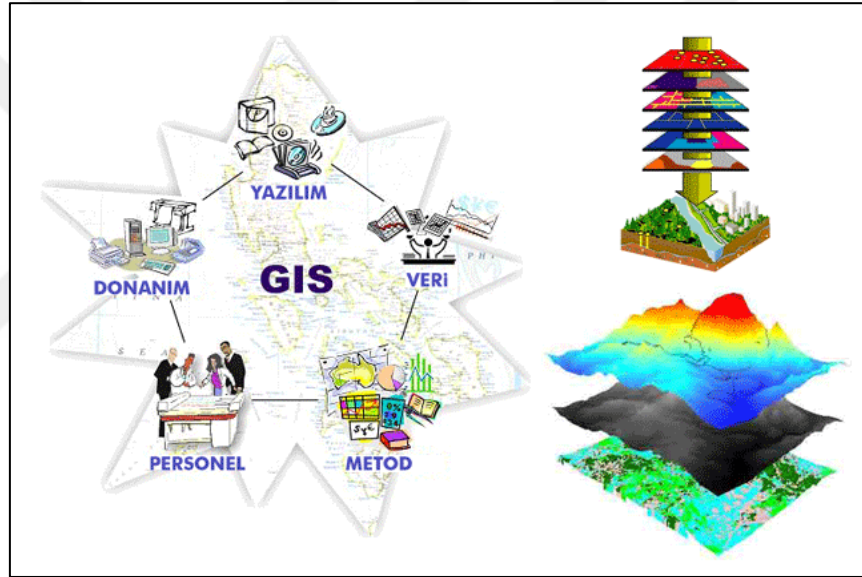
Hazırlıklı evresinde CBS, afet planlarının hazırlanması ve uygulanmasında önemli bir rol oynar. Zarar azaltma, hazırlıklı olma, müdahale ve iyileştirme aşamalarında, CBS afet planlarının etkin şekilde organize edilmesine yardımcı olmaktadır. Bu süreçte, personel ve ekipman kaynaklarının belirlenmesi, tahliye planlarının oluşturulması ve kritik altyapıların yerlerinin tespiti gibi işlemler CBS aracılığıyla yapılabilir. Afet öncesi doğru planlama ve önlemler, yalnızca can kayıplarını önlemekle kalmaz, aynı zamanda sosyal etkileri ve ekonomik kayıpları da en aza indirmektedir.

Müdahale aşamasında, CBS, afet planlarının uygulanmasında ortaya çıkan eksikliklerin tespit edilmesi ve planların güncellenmesi için önemli bir araçtır. Afet yöneticilerinin anlık ve kritik bilgilere hızlı bir şekilde ulaşmasını sağlayarak, müdahale sürecinde etkin kararlar alınmasına yardımcı olmaktadır. Afetin oluş yeri ve etki alanının doğru şekilde belirlenmesi, hızlı ve etkili bir müdahale için temel bir gereksinimdir. Bu bilgiler, kayıpların en aza indirilmesine ve iyileştirme süreçlerinin hızla başlatılmasına olanak tanımaktadır (Erden, 2009).

İyileştirme aşamasında, afet sonrası hayati faaliyetlerin normale dönmesi sürecinde CBS önemli bir rol oynamaktadır. Afet sonrası hasar tespiti çalışmalarında, hasar gören yapıların yerinin ve durumunun belirlenmesinde, geçici ve kalıcı yerleşim alanlarının konumlandırılmasında, enkaz kaldırma süreçlerinde ve yardımların depolanacağı alternatif alanların tespitinde CBS kullanılır. Bu bilgiler, iyileştirme sürecinin hızlı ve verimli bir şekilde yönetilmesine yardımcı olmaktadır.

Günümüzde Coğrafi Bilgi Sistemleri, afet yönetimi ve planlama çalışmalarında etkin bir şekilde kullanılmaktadır. CBS'nin sunduğu konumsal ve konumsal olmayan verilerin yönetimi, mekânsal analiz ve grafik görüntüleme gibi özellikler, afet planlamasında haritaların hızlı ve verimli bir şekilde hazırlanmasını sağlar (Chan, 1997; Yomralıoğlu, 2000). Deprem senaryoları gibi analizler CBS ortamında hazırlanarak, beklenen depremin olası büyüklüğüne göre yerleşim alanlarının bu depremden nasıl etkileneceği tahmin edilebilir. Ayrıca, bölgedeki heyelan, su baskını, kaya düşmesi ve çığ gibi doğa kaynaklı afetlere etki edebilecek faktörler de değerlendirilir (Karaağaç, 2019). Bu tür analizler, afetlere hazırlık ve müdahale süreçlerini daha etkili bir şekilde yönetmeye olanak tanımaktadır.

Yomralıoğlu (2000), günümüzde afet yönetimi ve planlama çalışmalarında en çok kullanılan analiz teknikleri arasında Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama yöntemlerinin öne çıktığını belirtmiştir. Afet yönetimi için CBS destekli veri tabanlarının il bazında oluşturulmasının, üst düzey planlamada karar vericilere önemli bir yardımcı araç sağladığını vurgulamaktadır. Bu yaklaşım, afet yönetimi ve planlamasında daha rasyonel bir yönlendirme yaparak etkinliği artıracaktır. Coğrafi Bilgi Sistemi, coğrafi varlıklara ait bilgileri toplama, depolama, işleme, analiz etme, yeni bilgiler üretme ve bu bilgileri sunma amacını güden bir sistemdir. CBS, donanım, yazılım ve kullanıcı unsurlarını bir araya getirerek bu süreçleri gerçekleştirir (Şekil 2.7). Bu sistem, afetlerin yönetimi ve planlanmasında, doğru veri analizi ve karar verme süreçlerinde büyük avantaj sağlamaktadır.



Şekil 2.7. Coğrafi bilgi sistemleri'nin bileşenleri ve yapısı.

Yapısal hasarların belirlenmesinde kullanılan temel yaklaşım, yapının rijitliğinde meydana gelen azalma veya hasarın, yapının dinamik davranışındaki değişimlere yol açmasıdır. Bu değişiklikler, yapının doğal frekansı, mod şekli ve sönüm oranı gibi dinamik karakteristiklerde kendini gösterir. Yapısal hasar, genellikle bu parametrelerin gözlemlenmesi ve analiz edilmesi yoluyla tespit edilir. Özellikle doğal frekans, yapının genel rijitliğini ve sağlamlığını yansıtırken; mod şekilleri, yapının deformasyonunu ve titreşim hareketlerini gösterir. Sönüm oranı ise, yapının titreşimlerinin zamanla nasıl zayıfladığını ve enerji kaybını belirtmektedir. Bu parametrelerdeki değişiklikler, yapının hasar alıp almadığını belirlemede önemli bir gösterge olarak kullanılmaktadır.

Hasar tespiti konusunda yaygın olarak kabul gören sınıflandırma, Rytter (1993) tarafından yapılmıştır. Rytter, yapısal hasarın tespitini ve izlenmesini daha sistematik bir şekilde ele alabilmek için bir sınıflama önerisi sunmuştur. Bu sınıflama, genellikle yapının dinamik özelliklerindeki değişikliklere dayanarak yapılan analizlerle ilişkilidir. Rytter'ın önerdiği sınıflandırma üç ana kategoriye ayrılmaktadır:

1. İzleme (Monitoring) Seviyesi: Bu aşama, yapının genel durumunun izlenmesi için yapılan düzenli gözlemlerle ilgilidir. Yapının titreşimleri, frekansları ve genel davranışları incelenir. Bu seviye, yapısal sorunların belirgin hale gelmediği ancak yapının sağlığı hakkında genel bir bilgi edinilmesi gereken durumlar için uygundur.

2. Hafif Hasar Seviyesi (Minor Damage): Yapıda hafif düzeyde deformasyonların olduğu ve yapının genel stabilitesini etkilemeyen durumları ifade eder. Bu aşamada, yapısal elemanlarda erken aşamada görülen küçük çatlaklar, eğilmeler veya rijitlik kaybı gibi değişiklikler söz konusu olabilir. Bu tür hasarların tespiti genellikle dinamik analizlerle yapılır ve yapının güvenliğini büyük ölçüde etkilemediği kabul edilir.

3. Ağır Hasar Seviyesi (Major Damage): Yapıda ciddi hasarların meydana geldiği ve yapının fonksiyonunu veya güvenliğini tehdit eden durumları tanımlar. Bu seviyede, yapısal elemanlarda büyük çatlamlar, kırılmalar veya diğer kritik hasarlar görülebilir. Yapının dinamik davranışındaki önemli değişiklikler, örneğin frekans kaymaları veya mod şekillerindeki değişiklikler, ağır hasarın göstergeleri olabilir. Bu tür durumlar, genellikle yapısal güvenliği değerlendirmek ve onarım gereksinimlerini belirlemek için daha derinlemesine incelemeler yapılmasını gerektirir.

Rytter'ın bu sınıflandırması, hasarın erken aşamalarında tespiti için önemli bir çerçeve sunmakta olup, dinamik davranış analizi ile yapısal sağlığın izlenmesi konusunda yaygın olarak kullanılmaktadır. Hasar tespiti çalışmaları, teorik ve deneysel olmak üzere iki ana grupta incelenebilir:

1. Teorik Çalışmalar: Hasarlı yapılar için deneysel verilerden elde edilen dinamik özellikler kullanılarak analitik modeller oluşturulur. Bu modeller, yapının davranışındaki değişiklikleri (frekans, mod şekli, sönüm oranı) inceleyerek hasar analizi yapar ve genellikle deneysel verilerle karşılaştırılır.

2. Deneysel Çalışmalar: Yapının hasarlı ve sağlıklı durumlarına ait veriler doğrudan ölçülerek elde edilir. Bu veriler, yapısal hasarı tespit etmek için kullanılır ancak tek başına yeterli değildir. Deneysel veriler, teorik analizlerle karşılaştırılarak doğrulanır. Her iki yöntem birlikte kullanılarak, yapıdaki hasarın doğru bir şekilde değerlendirilmesi sağlanır (Türker, 2011).

Depremi etkilerini ve ekonomik kayıpları tahmin edebilmek için, bölgeye özgü senaryolar oluşturulması ve bu senaryolara dayalı risk analizlerinin yapılması gereklidir. Deprem hasar tahminini doğru bir şekilde yapmak için, bütün bölgeyi kapsayan senaryolar uygulayabilen ve bu verilerle risk analizi yapabilen güçlü yazılım araçlarına ihtiyaç vardır (Erdik ve Durukal, 2008). Bu tür yazılımlar, afetlerin olası etkilerini belirlemede, riskleri önceden görmede ve gerekli hazırlıkların yapılmasında büyük rol oynamaktadır. Farklı yazılım programları, deprem simülasyonları ve hasar tahminleri yaparak afetlere karşı hazırlık düzeyini artırmayı sağlamaktadır.

Günümüzde, bilgi teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte depremlerden kaynaklanan kayıplar daha doğru bir şekilde hesaplanabilmektedir. Son yıllarda, modern afet yönetimi çerçevesinde depremler nedeniyle oluşabilecek kayıpların tahmin edilmesi amacıyla bir dizi yazılım geliştirilmiştir. Bunlardan biri olan Displacement-Based Earthquake Loss Assessment (DBELA), gelecekteki depremler sonucu oluşabilecek kayıpları tahmin etmek için kullanılmaktadır. Bu yazılım, bölgenin depremsellik durumu, yerel zemin koşulları ve yapı stokunun özellikleri gibi verileri kullanarak kayıp tahmin analizleri yapabilmektedir. Kayıp tahminleri, deplasmana dayalı hesaplamalar ile yapılmaktadır ve bu sayede afetin potansiyel etkileri daha iyi anlaşılabilir (Bal vd., 2008; Crowley ve Bommer, 2006).

Orta Amerika Deprem Merkezi tarafından geliştirilen MAEVIZ adlı kayıp tahmin yazılımı, deprem senaryoları oluşturur ve bu senaryolara dayanarak coğrafi bilgi sistemlerini kullanarak kayıp tahminlerinde bulunur (URL-2). HAZUS yazılımı, potansiyel depremlerin konumu, büyüklüğü, bina stoku ve yerel jeoloji gibi parametreleri matematiksel formüllerle değerlendirerek kayıp tahmin analizleri yapmaktadır (Bommer vd., 2002; Erdik vd., 2003; HAZUS, 2003; Zülfikar vd., 2017). Bununla birlikte, SELENA yazılımı, HAZUS altyapısını kullanmakla birlikte, herhangi bir Coğrafi Bilgi Sistemi'ne bağımlı olmadan çalışabilmektedir (Molina vd., 2010; Makhoul ve Argyroudis, 2018). ELER (Earthquake Loss Estimation Routine)

yazılımı ise, Avrupa Birliği tarafından gerçekleştirilen bir proje kapsamında, depremlerin toplumsal, fiziksel ve ekonomik sonuçlarını gösteren bir araştırma projesinin parçası olarak geliştirilmiştir (Hancılar vd., 2010). Bu yazılımlar, depremlerin olası etkilerini ve kayıplarını daha doğru bir şekilde tahmin edebilmek için farklı parametreler kullanarak afet yönetimini desteklemektedir.

Elde edilen verilerin dikkate alınarak oluşturulacak veri tabanı tasarımı, Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamına aktarılacaktır. Doğa kaynaklı afetlere karşı gerekli önlemlerin alınmasında CBS, dünya genelinde etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Örnek olarak, FEMA (Federal Emergency Management Agency) tarafından geliştirilen HAZUS çalışması, bu alandaki en önemli uygulamalardan biridir. HAZUS, deprem, su baskını ve fırtına gibi doğa kaynaklı afetlerin neden olduğu potansiyel kayıpları analiz etmek için CBS tabanlı bir yazılım (HAZUS-MH) kullanır. Bu yazılım, afet risklerini değerlendirerek, toplumları bu tür afetlere karşı daha hazırlıklı hale getirmeyi hedefler (Federal Emergency Management Agency [FEMA], 2008; Türk, 2009). Bu tür uygulamalar, afetlerin etkilerini en aza indirmek için doğru tahminler yapmayı sağlar ve afet yönetiminde önemli bir araçtır.

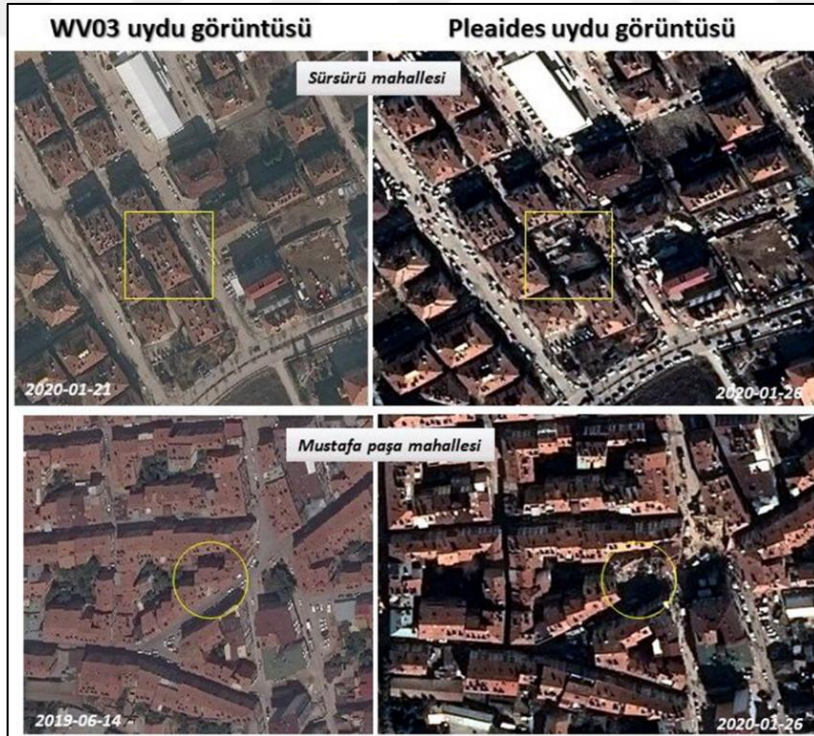
2.5.2 Afet yönetiminde uzaktan algılama

Uzaktan Algılama, yerle doğrudan bir bağlantı olmaksızın, uzaktan farklı kaynaklardan elde edilen verilerin toplanması işlemidir. Bu veriler genellikle uçaklarla alınan hava fotoğrafları veya uydular aracılığıyla elde edilen görüntüler şeklinde olur. Özellikle afet çalışmalarında, afetin etkili olduğu alanların belirlenmesi ve bu alanlardaki fiziki ve beşeri etkilerin tespiti için uzaktan algılama yöntemi oldukça faydalıdır. Uydu görüntüleri ve hava fotoğrafları, sadece afet sonrası analizler için değil, aynı zamanda geniş bir yelpazeye yayılan bilimsel araştırmalar için de kullanılmaktadır. Örneğin, İzmir'in Seferihisar ilçesinde meydana gelen 6,9 Mw büyüklüğündeki depremin yol açtığı yıkım, uzaydan alınan uydu görüntüleriyle (Şekil 2.8) detaylı şekilde gözlemlenebilmiştir (URL-3).



Şekil 2.8. İzmir'in Seferihisar ilçesi olan 6,9 büyüklüğündeki depremin yol açtığı yıkım, uydu aracılığıyla uzaydan görüntüsü (30 Ekim 2020).

Uzaktan algılama teknolojisi, özellikle yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ile afet sonrası durumu hızlı ve doğru bir şekilde tespit etmek için kritik bir araçtır. Örneğin, Elazığ'daki 6,8 büyüklüğündeki deprem sonrası, Sürsürü ve Mustafa Paşa mahallelerinde yıkılan binaların uzaydan alınan görüntüleri, afet sonrası zararın boyutunu görmek için kullanılabilir (Şekil 2.9) (URL-4).



Şekil 2.9. Elazığ'da 6,8 büyüklüğündeki deprem sonrası Sürsürü ve Mustafa paşa mahallelerinde yıkılan binaların uzaydan görüntüsü (24 Ocak 2020).

Günümüzde, uzaktan algılama teknolojisi, sahanın istenilen ölçekteki birçok veriyi sağlamak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu veriler arasında topografya haritası, üç boyutlu arazi modelleri, jeolojik haritalar, litolojik formasyonların dağılışı, yerleşim ve arazi kullanım haritaları, fay haritaları, su havzaları, akarsu taşkın ovaları, orman örtüsü ve ağaç türleri, maden kaynakları, su kaynakları, atmosfer ve sudaki kirleticiler, yerleşim alanlarının durumu, sanayi, ticaret, ikamet alanları ve ulaşım sistemleri yer almaktadır. Ayrıca bu veriler haritalanarak afet yönetimi için kapsamlı analizler yapılabilmektedir.

Uydu görüntüleri ve hava fotoğrafları, afet yönetimi ve çevresel izleme açısından oldukça etkili araçlardır. Bu teknolojilerle bitki örtüsü, su kaynakları, jeoloji gibi arazi özelliklerini haritalamak, yerleşim alanlarındaki binaların özelliklerini analiz etmek, sokak ağının taşıma kapasitesini ve açık alanların kullanılabilirliğini değerlendirmek mümkündür. Ayrıca, volkanik faaliyetler, sel, heyelan, çığ ve fırtınalar gibi doğal olayların gelişim evrelerinin takibi de yapılabilmektedir.

Örneğin, bir fırtınanın hangi bölgeleri etkileyeceği, volkanik faaliyetlerin lav akışları ve etkileri, orman yangınlarının yayılma yönü, bir sel olayının hangi bölgeleri etkileyip hangi alana doğru yayıldığı gibi durumlar, uydu ve hava fotoğraflarıyla izlenebilir. Bu veriler, afetlere karşı erken uyarı sistemlerinin oluşturulmasında, önlem ve kurtarma çalışmaları için planlamaların yapılmasında kritik rol oynamaktadır. Ayrıca, yeryüzündeki değişimler (deprem sonrası yanal ve düşey kaymalar, heyelanla değişen yamaç profilleri, fırtınaların kıyılarda yarattığı tahribatlar) uzaktan algılama ile izlenebilir ve analiz edilebilmektedir.

Afet sonrası etkilerin analizinde uzaktan algılama teknolojilerinin sunduğu veriler, en güncel ve hızlı bilgi kaynağıdır. Örneğin, afet öncesi ve afet sonrası uydu görüntüleri arasındaki değişim analizi, afetin etkilerinin çok kısa süre içinde analiz edilmesini sağlar. Coğrafi Bilgi Sistemleri ile desteklenen uzaktan algılama yöntemleri, afet öncesinde, sırasında ve sonrasında karar vericilere ve uygulayıcılara geniş imkânlar sunar. Bu sistemler, planlama ve karar alma süreçlerini hızlandırır, olaylara müdahale ederken isabet oranını artırır. CBS, verileri girme, işleme, analiz etme ve güncelleme konusunda güçlü bir araç sağlarken, uzaktan algılama (UA) da etkin veri toplama imkânı sunar. Bu iki teknolojinin birleşimi, afet yönetiminin etkinliğini artırmaktadır.

Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri, günümüz afet yönetim sistemlerinin temel bileşenlerindendir. Bu teknolojiler, afetlerin her aşamasında, özellikle uydu görüntüleri kullanılarak veri toplama ve işleme süreçlerinde kritik rol oynamaktadır. Birçok ülkede, afetlerin etkilerini azaltmaya yönelik çalışmalarında bu araçlardan etkin bir şekilde yararlanılmaktadır (Arca, 2012).

Kahramanmaraş merkezli, büyüklükleri 7,7 ve 7,6 olan büyük depremler, ülkemizde ciddi can ve mal kaybına yol açmış ve büyük bir yıkıma sebep olmuştur. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı ile Deprem Dairesi Başkanlığı (DDB) verilerine göre, Pazarcık ilçesinde, 6 Şubat 2023 tarihinde, yerel saatle 04:17’de 7,7 büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiştir. Bu büyük depremin artçı sarsıntıları devam ederken, aynı gün öğleden sonra 13:24’te Elbistan ilçesinde bir başka büyük deprem daha olmuştur. Bu ikinci depremin büyüklüğü 7,6 olarak kaydedilmiştir. AFAD-DDB verilerine göre, Pazarcık depreminin koordinatları 37,236 K - 37,057 D, odak derinliği ise 8,6 km olarak belirlenmiştir. Elbistan’daki depremin koordinatları ise 37,239 K - 38,089 D olup, odak derinliği 7,0 km olarak kaydedilmiştir. Depremler sadece Kahramanmaraş’ı değil, çevre illeri de etkilemiştir. Gaziantep, Malatya, Batman, Bingöl, Elazığ, Kilis, Diyarbakır, Mardin, Siirt, Şırnak, Van, Muş, Bitlis, Hakkâri, Adana, Osmaniye, Hatay ve hatta Suriye’de de bu sarsıntılar hissedilmiştir. Depremin etkisinin ne kadar yıkıcı olduğunu gösteren uydu görüntüleri, Şekil 2.10’da yer almaktadır (URL-5).



Şekil 2.10. Kahramanmaraş merkezli 7,7 ve 7,6 büyüklüğündeki depremlerin uydu görüntüsü (09.02.2023).

3. DEPREM SENARYOSU

Afetlere etkili bir şekilde hazırlanabilmek adına, toplumların fiziksel, ekonomik, sosyal ve psikolojik boyutlarda ne tür etkilerle karşılaşabileceğini önceden belirlemek büyük önem taşımaktadır (Karaman ve Şahin, 2009). Afetlerin gerçekleşeceği zaman, yeri, büyüklüğü ve neden olacağı kayıplar genellikle belirsizdir (Çakırer ve Sakallı, 2020). Bu tür belirsizlikler, özellikle depremin ardından kriz yönetimi sürecinde ciddi zorluklara neden olmaktadır. Afetten etkilenenlerin ihtiyaçlarının ve bulundukları yerlerin tespiti, güvenliği net olmayan yollar üzerinden ulaşım sağlanması gibi hızlı ve karmaşık kararların alınmasını gerektiren durumlar, afet yönetimi sisteminde hem operasyonel hem de stratejik düzeyde pek çok probleme yol açmaktadır.

Deprem öncesinde uygulanacak tedbirler, deprem sonrası kriz yönetiminde karşılaşılabilecek sorunları büyük ölçüde hafifletebilir. Bu sorunların etkili bir şekilde yönetilebilmesi için, farklı bölgeler için olası senaryoların ayrıntılı bir şekilde hazırlanması ve bu senaryolar doğrultusunda her bölgenin depremden ne derece etkileneceğinin analiz edilmesi kritik öneme sahiptir. Bu analizlerin ışığında, hem kriz yönetimi hem de risk yönetimi süreçlerini kapsayan kapsamlı planlamalar yapılmalıdır. Bu tür planlamalar, deprem kaynaklı zararların alınacak önlemlerle en aza indirgenmesine katkı sağlayabilir (Çiftçi vd., 2020; Yaprak, 2015).

Deprem senaryoları oluşturmanın temel hedefi, bir afetin gerçekleştiği bölgede neden olabileceği fiziksel, sosyal ve ekonomik etkilerin nicel olarak öngörülmesidir. Bu öngörüler, olası kayıpların azaltılmasına yönelik alınacak tedbirlerin geliştirilmesine zemin hazırlamaktadır (Işık vd., 2017). Ayrıca, deprem senaryoları ve hasar-kayıp tahminleri, yöneticilere afetlerin doğurabileceği riskleri azaltma, hazırlık süreçlerini planlama ve müdahale aşamalarında gerekli araçları sağlama konusunda önemli bir destek sunar. Bu senaryolar, afet planlaması ve müdahale süreçlerinde doğru ve etkili kararlar alınabilmesi için kritik bir rol oynamaktadır (Fema, 2005).

Afet yönetim sistemlerinde senaryo yaklaşımının hem avantajları hem de dezavantajları bulunmaktadır. Avantajları şunlardır: Senaryo yaklaşımı, afet yönetimi açısından parametrelerin gerçekçi bir şekilde karakterize edilmesini sağlar ve bu parametrelerin istatistiksel olarak hesaplanabilir olmasına olanak tanır. Ayrıca, gelecekteki belirli durumlar dikkate alındığında, senaryo yaklaşımı, olası afetlere

yönelik hazırlık yapma yeteneği sunar. Dezavantajları ise, senaryoların olası olayların sayısını sınırlı tutma eğiliminde olmasıdır. Ayrıca, senaryo yaklaşımları genellikle daha genel, sıradan ve izlenebilir olduğundan, gerçekçiliği konusunda sorgulamalar yapılabilir ve bu da senaryo modellerinin etkinliğini sınırlayabilir (Snyder, 2006).

Deprem senaryoları, sismik tehlike analizleriyle bir yerleşim bölgesinde meydana gelebilecek depremlerin büyüklüklerini öngörmeyi mümkün kılar. Bunun yanı sıra, geçmiş verilerden yararlanılarak, olası bir depremin bina altyapısında neden olacağı hasar ve kayıplar ekonomik boyutuyla tahmin edilebilir. Senaryolar, ayrıca depremin hangi bölgeleri ve yapı türlerini daha fazla etkileyebileceğine dair önemli bilgiler sunar (Erdik ve Durukal, 2007; Karaman, 2019; Özmen ve Can, 2016). Literatürde, deprem senaryoları oluşturmak için çeşitli teknikler farklı başlıklar altında sınıflandırılmaktadır. Bu teknikler, afetlere yönelik daha detaylı ve güvenilir hazırlıkların yapılmasını sağlayan araçlar olarak önemli bir yer tutmaktadır. Bu tez çalışmasında literatürde bahsedilen yöntemler ve teknikler;

- o Deterministik yöntemler,
- o Stokastik (Olasılıksal) yöntemler,
- o Kurgusal yöntemler şeklinde üç başlıkla sınıflandırılmıştır.

3.1 Deterministik Yöntem

Deterministik yaklaşım kullanılarak, olasılıkların net olmadığı ve etkilerin tam olarak kestirilemediği durumlar için senaryolar ve tehlike modelleri oluşturulabilir (Crozi vd., 2005). Bu yaklaşım, belirsizliklerin bulunduğu durumlarda daha somut ve net sonuçlar elde etmeyi hedefler. Yapılan araştırmalar, deterministik yöntemlerin, diğer yöntemlere göre daha sık kullanıldığını göstermektedir, çünkü bu yöntem daha belirgin ve doğrudan sonuçlar sunmaktadır.

Afet yönetim sistemlerinde, özellikle hazırlık safhasında, faydalı ve pratik bilgi sağlamak amacıyla kullanılan başlıca araçlar, fiziksel ve ekonomik zararı öngörebilen yapay zekâ, uzman sistemler ve simülasyonlardır. Afetlerin yol açacağı kayıpların tahmin edilmesi, oldukça karmaşık bir işlem olup, istatistiksel açıdan analiz edilmesi zor bir süreçtir. Deterministik yöntemlerle deprem senaryoları oluşturulurken, risklerin hesaplanmasının yanı sıra sigortalı değerlerin ve bu değerlerin yerlerinin

belirlenmesi gibi faktörlerin de göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bununla birlikte, mühendislik, bilimsel ve finansal modelleri simüle edebilen karmaşık bilgisayar programlarının entegre edilmesi gerekmektedir. Bu entegrasyon, uzman sistemler kullanılarak gerçekleştirilir ve bu sayede daha doğru ve güvenilir afet tahminleri yapılabilir (Walker, 1999).

Deterministik yaklaşım kullanılarak oluşturulan deprem senaryolarında, aktif fay hatları ve geçmişteki deprem verileri ışığında, deprem riski yüksek olan bölgeler tespit edilir. Ayrıca, daha önce büyük hasarlara yol açan depremler göz önünde bulundurularak, olası deprem büyüklükleri ile sıklık ilişkisi kurulur ve bu sayede en yüksek olası deprem büyüklüğü hesaplanabilir. Ardından, birkaç farklı azalma ilişkisi kullanılarak, bu bölge için en yüksek yer ivmesi değerleri belirlenir. Bu süreç, bölgenin deprem özellikleri ve yatkınlığı hakkında daha ayrıntılı analizler yapılmasını sağlar ve böylece bölgesel risklerin daha doğru bir şekilde değerlendirilmesini mümkün kılmaktadır (Özmen ve Can, 2016).

Deterministik yöntemlerle temel seviyede bir deprem senaryosu oluşturmak için izlenmesi gereken metodolojik aşamalar şunlardır:

1. Deprem kaynaklarının tümünün karakterizasyonu: Depremlerin meydana gelebileceği potansiyel fay hatlarının ve bu fay hatlarının özelliklerinin belirlenmesi gereklidir. Bu, fayların uzunluğu, hareket tipi ve geçmişteki sismik aktiviteleri gibi faktörleri içerir.
2. En yakın fay hatlarının yerleşim yerlerine olan uzaklıklarının hesaplanması: Fay hatlarının yerleşim alanlarına olan mesafesi, olası depremin büyüklüğüne ve etkisine dair önemli bilgiler sunmaktadır. Bu mesafeler, deprem kaynaklarının etkilerini daha doğru şekilde tahmin etmeye yardımcı olmaktadır.
3. Yer hareketi parametrelerinin belirlenmesinde, tepe zemin ivmesi, tepe zemin hızı, tepe zemin yer değiştirmesi, spektral ivme ve spektral yer değiştirme gibi unsurlar incelenerek, en yüksek risk taşıyan bölgeler tespit edilir. Bu parametreler, depremin yerleşim yerindeki etkilerini belirlemek için kullanılmaktadır.
4. Tehlike modellerinin oluşturulması ve risklerin açıklanması: Bu aşamada, belirlenen yerler için tehlike modelleri geliştirilir ve bu modeller ışığında, bölgedeki deprem riski

açıklanır. Bu, afet hazırlıklarının ve olası zararların belirlenmesi için kritik bir adımdır. Bu aşamaların metodolojik sırasıyla tamamlanması, deprem riskinin daha iyi analiz edilmesini ve gelecekteki afetlere yönelik etkili önlemler alınmasını sağlamaktadır (Saygı, 2015).

Deterministik yöntemlerle üretilen deprem senaryolarının en büyük eksikliklerinden biri, zaman boyutundan bağımsız olmalarıdır. Yani, bu yöntemle oluşturulan senaryolar gelecekte meydana gelebilecek depremlerin zamanlamasını ve olası gelişim sürecini dikkate almaz. Ayrıca, bu yöntemle bazı öznel durumlar, özellikle belirsizlik içeren faktörler, modele dâhil edilemez. Bu eksiklikler, deterministik senaryoların gelecekteki depremler için kesin tahminlerde bulunmasını zorlaştırır. Bu nedenle, deprem senaryoları literatüründe, zaman ve belirsizlik faktörlerini daha iyi modelleyebilen stokastik yöntemler de kullanılmaktadır. Stokastik yöntemler, belirsizliği ve rastlantısallığı dikkate alarak, deprem olaylarının gerçekleşme olasılıklarını ve potansiyel etkilerini daha geniş bir perspektiften ele alır. Bu yöntem, gelecekteki depremlerin olasılıklarını ve olası sonuçlarını daha esnek bir şekilde modellemeye olanak tanımaktadır (Taşlıova, 2010).

3.2 Stokastik (Olasılıksal) Yöntem

Stokastik yöntemlerle geliştirilen deprem senaryoları, belirli bir bölge ve zaman diliminde hasar verici yer hareketlerinin gerçekleşme ihtimallerini hesaplamaya odaklanır. Bu yöntem, deprem etkinin farklı olasılıklarını dikkate alarak, bir bölgedeki olası afet senaryolarını daha geniş bir perspektiften değerlendirir. Bunun yanı sıra, stokastik yöntemler, etki eden pek çok durumu ve olayın tüm olasılıklarını dikkate alan tehlike odaklı modelleri ve bu modellerin oluşturulmasında kullanılan binlerce simülasyonu baz alır (Crozi vd., 2005). Stokastik yöntemlerle oluşturulan bazı senaryolar, coğrafi bilgi sistemleri tabanlı hasar ve kayıp modellerini de içerir. Bu modeller, bölgedeki deprem etkilerini daha ayrıntılı bir şekilde incelemek için kullanılmaktadır. Ancak, doğru sonuçlar elde edebilmesi için, ek deterministik verilerin ve hesaplama yöntemlerinin dâhil edilmesi gerekmektedir. Bu analizler, ekonomik sonuçların yanı sıra, insan hayatına yönelik etkileri de hesaplamaya olanak tanır. Ayrıca, kayıpların sigortalanması ve finansal etkilerinin değerlendirilmesi de bu modellerle yapılabilmektedir (Fema, 2005; Walker, 1999).

Stokastik yöntemlerle oluşturulan deprem senaryoları, afetlerin belirsiz sonuçlarını ve olasılıklarını daha gerçekçi bir şekilde modelleyerek, hazırlık aşamasındaki Planlama aşamaları için deterministik yöntemlere kıyasla daha uygun bir yaklaşım sunmaktadır (Barbarosoğlu ve Arda, 2004). Bu yöntemlerde, deterministik senaryolarda kullanılan sabit ve net değerler yerine, parametreler belirli tolerans aralıklarıyla ele alınır. Bu şekilde, her parametre için geniş bir olasılık yelpazesi oluşturulur ve farklı değerler arasındaki ilişkilerle depremin olası etkileri hesaplanabilmektedir (Baker, 2013).

Stokastik yöntemlerle takip edilmesi gereken süreç şu şekilde özetlenebilir:

1. Kaynak parametrelerinin tanımlanması: Yer hareketlerinin tolerans aralığının sınırlarını aşabilecek tüm kaynak parametreleri tanımlanır.
2. Deprem büyüklüklerinin dağılımının tanımlanması: Çeşitli büyüklüklerdeki depremlerin oluşma olasılıkları ve sıklıkları tespit edilir.
3. Fay hattı-yer dağılımının karakterize edilmesi: Potansiyel depremler için fay hatlarının yerleşim alanlarına olan etkisi ve dağılımı incelenir.
4. Yer hareketi fonksiyonlarının hesaplanması: Deprem büyüklüğü ve uzaklık gibi veriler, yer hareketi yoğunluğuna bağlı olarak hesaplanır.
5. Toplam olasılık teoremi kullanılarak, deprem büyüklüğü, konumu ve yer hareketi yoğunluğundaki belirsizlikler en aza indirilmeye çalışılır.
6. Tehlike modelleri ve risklerin açıklanması: Son olarak, bu hesaplamalarla elde edilen tehlike modelleri ve riskler açıklanarak, stokastik modelleme süreci sonlandırılır.

Bu metodolojik akış, deprem senaryolarını daha esnek ve olasılıksal bir çerçevede değerlendirilmesini sağlamaktadır. Bu süreç tamamlandığında, bir depremde yerin ne kadar sarsılacağı, yer hareketinin yoğunluğu ve bu yoğunlukların aşılma oranları gibi temel sonuçlar elde edilebilmektedir. Böylelikle, yıkıcı bir deprem ve yer hareketinin olasılıkları doğru bir şekilde modellenmiş olur. Bu süreç sonunda, belirli bölgelerdeki depremlerin büyüklüğü, yeri ve zamanı ile ilgili daha kesin tahminler yapılabilmektedir (Baker, 2013).

Stokastik yöntemlerin uygulanmasındaki en önemli zorluk, gerekli bilgilerin elde edilmesinin güç ve zaman alıcı olmasıdır. Bu yöntem kullanıldığında, sistemin doğru bir şekilde çalışabilmesi için birçok parametrenin toplanması ve bir araya getirilmesi gerekir. Örneğin, önceki büyük depremler sonucu meydana gelen ekonomik ve fiziksel kayıpların tolerans sınırları, bölgedeki mevcut bina envanteri, yapı stokuna dair bilgiler ve zemin etütleri gibi erişimi güç ve kapsamlı verilerin toplanması gerekmektedir. Bu tür bilgilerin temin edilmesi, stokastik modellemenin doğruluğu açısından kritik bir önem taşımaktadır (Çiftçi vd., 2020).

3.3 Kurgusal Yöntem

Deprem senaryoları oluşturmak için bir diğer tercih edilen yöntem ise kurguya dayalı yöntemdir. Bu yöntem, depremi sosyal anlamda ifade etmeye yönelik olup, istatistiksel veriler veya matematiksel ifadeler kullanılmadan senaryo oluşturulur. Bu yöntem, matematiksel ifadeler içermediğinden sayısal açıdan gerçekçi bir analiz yapılmasını mümkün kılmaz. Ancak, bazı çalışmalar, afet sırasında yaşanan kriz durumunu açıklamak için bu yöntemi tercih etmektedir. Özellikle, stokastik ve deterministik yöntemlerle elde edilemeyen bilgiler veya varsayımların fazla olduğu durumlarda, kurgusal yöntem bir alternatif olarak kullanılmaktadır (Çiftçi vd., 2020; Doğan, 2015).

Bu tezde, deprem senaryosu oluşturmak amacıyla stokastik temellere dayanan kurgusal bir yöntem kullanılacaktır. Bu yöntem, literatürde ayrı ayrı kullanılan iki farklı metodun birleşimiyle geliştirilmiştir. Deterministik yöntem yerine bu yöntemin tercih edilmesinin nedeni, çalışmanın Aksaray ilinde yapılacak olmasıdır. Aksaray'daki yerel koşullar ve veri kısıtlamaları nedeniyle deterministik yöntemlerle istenen kesin sonuçlar elde edilememektedir. Bu nedenle, daha esnek ve olasılıksal bir yaklaşım sağlayan stokastik ve kurgusal yöntemler bir arada kullanılmıştır.

Bu çalışmada tamamen stokastik yöntemlerin kullanılmamasının sebepleri arasında, Aksaray ilinde geçmişte büyük hasar yapıcı bir depremin olmaması, ayrıca il genelinde yapılmış zemin etüdü ve bina envanteri ile ilgili yapı stoğu çalışmalarının eksikliği yer almaktadır. Bu eksiklikler, stokastik yöntemlerin doğru bir şekilde uygulanabilmesi için gereken verilerin temin edilememesine yol açmaktadır. Diğer taraftan, tamamen kurgusal yöntem kullanılmamasının nedeni ise, bu yöntemle elde edilen sonuçların gerçekçi olmayışıdır. Kurgusal yöntem, genellikle sözel ve varsayımsal ifadelere

dayandığı için, sayısal doğruluk ve güvenilirlik açısından yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle, her iki yöntemin avantajlarını birleştiren bir yaklaşım tercih edilmiştir.

Stokastik ve kurgusal yöntemlerin birleşimi, bu tez çalışmasına pek çok avantaj sunacaktır. Bu avantajlar arasında, kurgusal yöntem sayesinde eksik olan bazı verilerin varsayım olarak dâhil edilebilmesi ve stokastik yöntem sayesinde belirli değerlerin olasılıksal bir şekilde ifade edilebilmesi bulunmaktadır. Bu iki yöntemin birleşimi, daha esnek ve kapsamlı bir yaklaşım sunarak, eksik verilerin ve belirsizliklerin etkilerini azaltmayı hedeflemektedir. Tez çalışması, bu yöntemlerin birleştirilmesiyle deprem senaryosu literatürüne farklı bir bakış açısı kazandırmayı ve bu alanda yeni bir katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

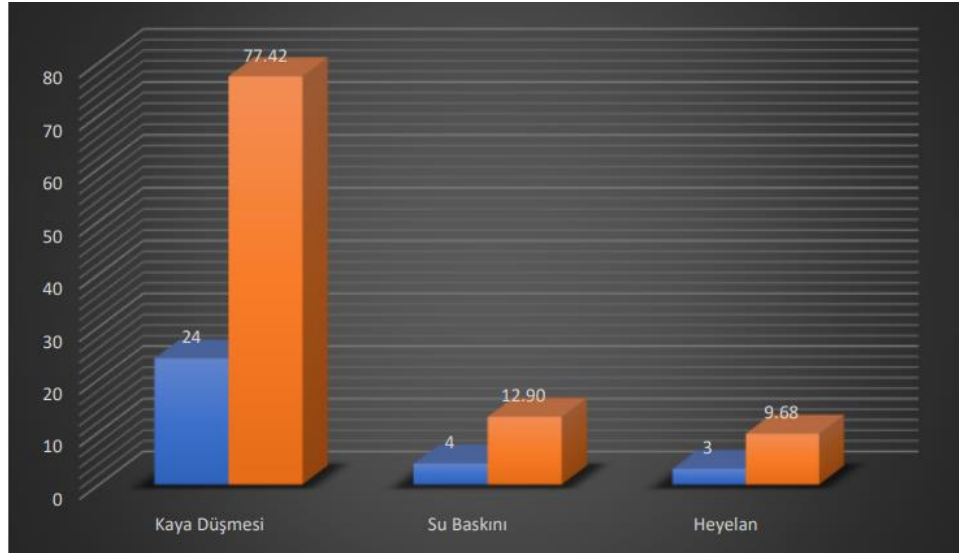


4. ÇALIŞMA ALANININ AFET POTANSİYELİ VE DEPREMSELLİĞİ

4.1 Afet Potansiyel Verileri

Afet, toplumun genelini veya belirli kesimlerini fiziksel, ekonomik ve sosyal açıdan kayıplara uğratan, normal yaşamı ve insan faaliyetlerini durduran ya da aksatan, etkilenen toplumu başa çıkabilecek kapasiteye sahip olmayan doğa, teknoloji veya insan kaynaklı olaylardır. Afet, yalnızca yaşanan olay değil, bu olayın yarattığı sonuçlardır (Özmen, 2010).

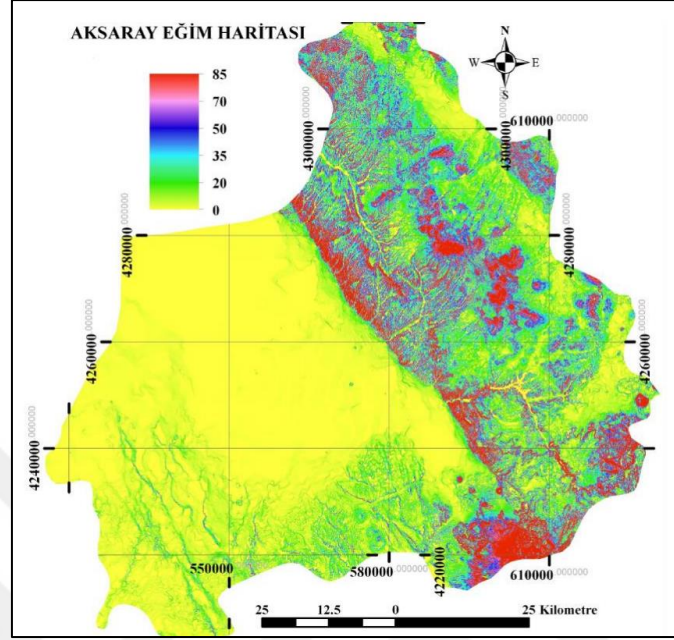
Aksaray ili, afet olayları açısından ülke genelinin gerisinde yer almaktadır. İlde en yaygın afet türü kaya düşmesi olup, özellikle Hasandağı ve Melendiz Dağı volkanik etkinlikleriyle şekillenen Güzelyurt, Gülağaç ve Merkez İlçeye bağlı köy ve kasabalarda bu tür olaylar daha sık görülmektedir. Ayrıca, Aksaray il sınırlarında Tuz Gölü fay hattı boyunca Mezgit Formasyonu'na ait birimlerde heyelanlar da meydana gelmektedir. Su baskınları ise, mevsimsel yağışların etkisiyle özellikle Merkez, Güzelyurt ve Gülağaç ilçelerinde yoğun olarak yaşanmaktadır. Aksaray sınırlarında bulunan afet türlerine göre afete maruz bölge kararı sayısı ve yüzde değeri Şekil 4.1'de gösterilmektedir (AFAD-İRAP, 2021).



Şekil 4.1. Aksaray sınırlarında bulunan afet türlerine göre afete maruz bölge kararı sayısı ve yüzde değeri.

Bu çalışmada kullanılacak olan afet durumu verileri ise doğal duruma ilişkin veriler ve sosyal duruma ilişkin verilerden bir kısmı ARENA simülasyon programında çalıştırılarak deprem senaryosu oluşturulmuştur. Çalışma alanı olan Aksaray il

merkezi, genç diri faylardan olan Tuz Gölü Fay Zonu (TGfZ) üzerinde yer almaktadır. TGfZ'nun doğusunda, yüksek eğimli yamaçlar ve fay sarplığı dikkat çeker. Yüksek kotlu tepelerdeki yamaç eğimleri ise 65^0 - 75^0 arasında değişebilmektedir (Şekil 4.2).



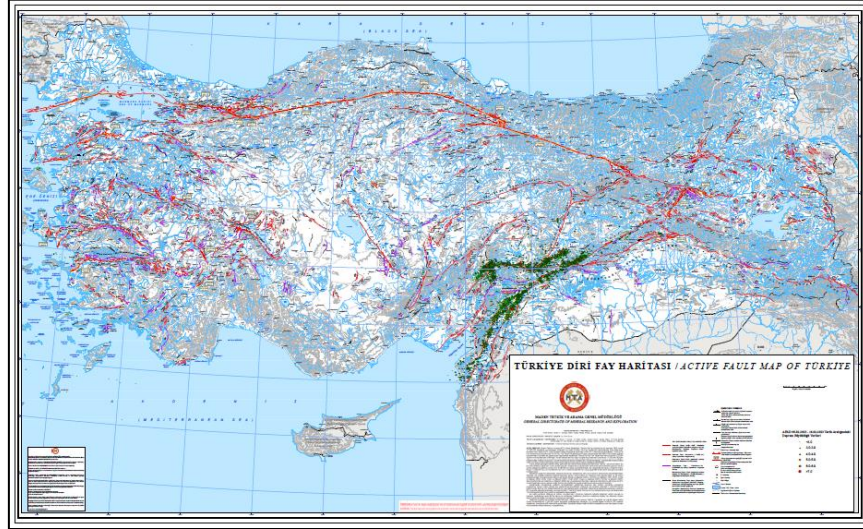
Şekil 4.2. Aksaray ve çevresinin eğim haritası (Coşkun, 2016).

Bu alanlarda yer alan tepeler, Pliyosen yaşlı gevşek dokulu kum ve çakıllardan oluşur. İnceleme alanı ve çevresindeki en yaygın kütle hareketleri, özellikle Kılıçaslan Tepesi çevresinde görülen küçük ölçekli heyelanlar ve krip hareketleridir. Genç birimlerden olan kum ve çakıllar, atmosferik koşullar altında ayrışarak çatlaklı ve kırıklı bir yapıya dönüşebilir. Bu tür yapılar, yüksek eğimli alanlarda akışkan hale gelerek tehlike oluşturabilir. İnceleme alanının doğu ve güneydoğusunda yer alan yüksek kotlu tepeler, bölgenin su beslenme alanını oluştururken, Aksaray şehir merkezi geniş bir alanı kapsayarak boşalım eksenini oluşturur. Bu nedenle, geçirgenliği yüksek olan birimlerde yeraltı suyu hareketi şehir merkezine doğru yönelir. Yamaç ve tabaka eğiminin aynı yönde olması, erozyonu artıran önemli bir etkidir. Bölgede yüzeydeki kayaların gevşek yapıda ve zayıf çimentolanmış olması, yamaç eğiminin yüksek olması ve zeminlerin suya doygun hale gelmesi durumunda kütle akışı veya heyelan gibi riskleri tetikleyebilir. İnceleme alanının doğusunda ise yamaç eğimi aniden düşer. Bu yüksek eğimli alanlar ve gevşek zemin, şehir merkezine doğru sel baskınları veya çamur akmaları gibi doğa kaynaklı afetlerin meydana gelme olasılığını artırmaktadır (Coşkun, 2016).

İnceleme alanı ve çevresindeki başlıca akarsular Melendiz ve Karasu'dur. Melendiz Dağı'nın kuzeydoğu eteklerinden doğan Melendiz Çayı, küçük debili akarsularla birleşerek kuzeybatıya doğru akmaya devam eder. Bu akarsu, bölgedeki erozyonu hızlandırarak, aynı zamanda vadinin taban kotunun daha da derinleşmesine neden olmuştur (Coşkun, 2016; Sıvacı, 1995).

4.2 Çalışma Alanının Depremselliği

Aksaray ilini etkileyebilecek başlıca fay hatları arasında Tuz Gölü Fayı, Sultanhanı Fayı, Ecemiş Fayı, Gümüşkent Salanda Fayı, Cihanbeyli Fayı, Leşkeri Fayı ve İnsuyu Fayı bulunmaktadır. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı tarafından 1996'da yayımlanan "Deprem Bölgeleri Haritası"na göre, Aksaray ilinde Merkez İlçe 5. derece, Sarıyahşi ve Ağaçören ilçeleri 2. derece, Ortaköy ilçesi 3. derece, Gülağaç ve Eskiil ilçeleri 4. derece, Güzelyurt ilçesi ise 5. derece deprem bölgesi olarak sınıflandırılmıştır. Ancak, 2018 yılında çıkarılan 2018/11275 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile yürürlüğe giren "Türkiye Deprem Tehlike Haritası" çerçevesinde, iller ve ilçeler ivme yöntemiyle daha ayrıntılı olarak sınıflandırılmış ve parsel bazında yeni değerlendirmeler yapılmıştır. Güncel Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğüne ait Türkiye Diri Fay Haritası Şekil 4.3'de gösterilmektedir.

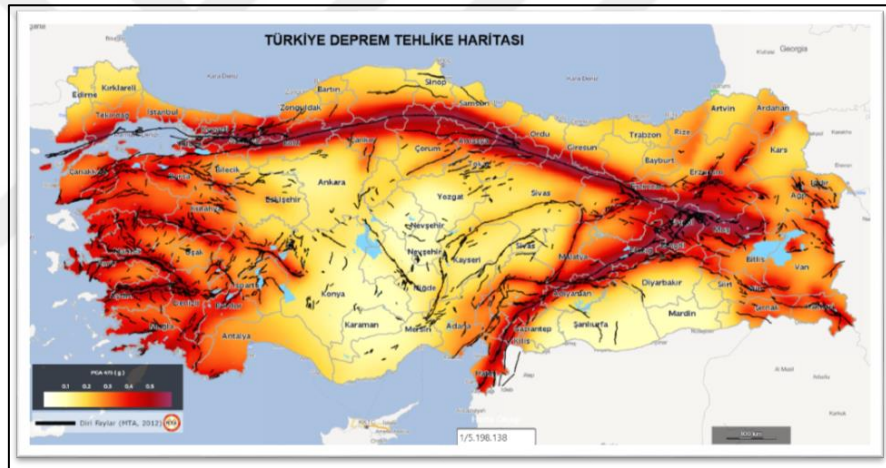


Şekil 4.3. Türkiye diri fay haritası MTA (URL-6).

Aksaray'da kaydedilen en büyük depremler, Tuz Gölü Fay Zonu'nun hareketleriyle ilişkilidir. 1900 ile 2020 yılları arasında, Aksaray kent merkezi ve çevresinde meydana gelen en büyük deprem 5,1 Mw büyüklüğünde olmuştur. Aynı dönemdeki diğer

depremler ise genellikle 1 Mw ile 4 Mw büyüklüğü arasında gerçekleşmiştir (AFAD-İRAP, 2021). Aksaray'ın deprem riski hakkında daha fazla bilgi sağlayan Türkiye Diri Fay Haritası ve Türkiye Deprem Tehlike Haritası güncel veriler sunmaktadır.

Son yıllarda yapılan araştırmalar, Tuz Gölü Fay Zonu'nun aktif bir fay hattı olduğunu göstermektedir. Bu durum, Aksaray ili ve çevresinin deprem riski açısından güvenli olmadığını ortaya koymaktadır. Tuz Gölü Fayı, kuzey-batı güney-doğu doğrultusunda, düşey bileşeni de bulunan doğrultu atımlı bir fay hattıdır ve yapılan çalışmalar, bu fayın aktif olduğunu kesinleştirmiştir. Fayın kırılma periyodu (depremlerin gerçekleşme aralığı) üzerine yapılan araştırmalar ise hala devam etmektedir. Bu çalışmaların sonucunda, bu fayın ne sıklıkla kırılacağı ve deprem aralıkları hakkında daha net bilgiler edinilmesi beklenmektedir. Türkiye Deprem Tehlike haritasında Şekil 4.4'de gösterilmektedir.



Şekil 4.4. Türkiye deprem tehlike haritası (AFAD).

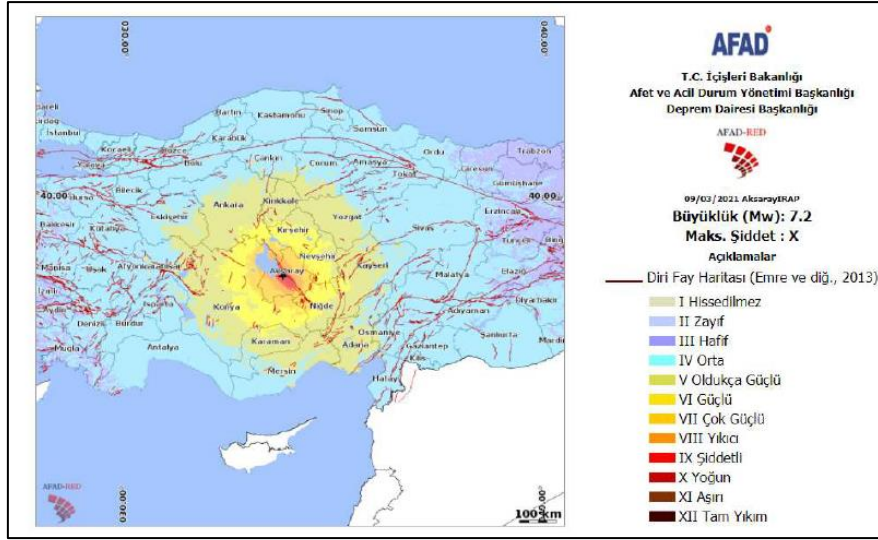
İncelenen alan, Pliyosen ve Kuvaterner yaşlı birimlerin Tuz Gölü Fayı (TGFZ) ve bu faya dik doğrultuda uzanan Hamamboğazı ve Ulurmak fayları tarafından kesilmesiyle, bu fayların günümüzde aktif ve diri yapılar olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda, inceleme alanı Tuz Gölü Fayı üzerinde yer almaktadır. Tuz Gölü Fayı Zonu, yaklaşık 200 km uzunluğunda, 2-25 km genişliğinde, Kuzeybatı (KB) doğrultusunda, aktif bir sağ yanal doğrultu atımlı normal fay zonu olarak tanımlanmaktadır. Bölgede aktif olan diğer tektonik yapılar ise Sultanhanı, Hamamboğazı ve Ulurmak fay zonlarıdır. Bu faylar, Tuz Gölü Fayı Zonu'na dik olarak, Kuzeydoğu-Güneybatı (KD-GB) doğrultusunda uzanmaktadır (Kürçer ve Gökten, 2014; Kavurmacı, 2016).

Kürçer ve Gökten (2014) tarafından yapılan çalışmalarda, Hasandağ ve Altunhisar çevresinde gerçekleşen depremlerin odak derinliklerinin, Tuz Gölü Fayı Zonu ve çevresindeki depremlerden daha fazla olduğu, bu da bazı depremlerin volkanik kökenli olabileceği anlamına gelebileceği vurgulanmıştır. Ayrıca, Kürçer ve Gökten (2014) TGFZ segmentleri üzerinde yaptıkları araştırmalarda, bu fay zonunun azami 6,1–6,8 Mw büyüklüğünde depremler üretebileceğini belirtmişlerdir. Bu veriler, Tuz Gölü Fayı ve ona dik konumlu diğer fayların, bölgedeki deprem riski açısından büyük öneme sahip olduğunu ve güçlü depremler üretme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Aksaray ilini etkileyebilecek risk analizlerinde, AFAD Deprem Dairesi Başkanlığı tarafından geliştirilen AFAD-RED programı kullanılarak, Tuz Gölü Fay Zonu (TGFZ) üzerinde meydana gelebilecek Mw: 7,2 büyüklüğündeki bir deprem senaryosu üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Bu senaryo hazırlanırken, bölgedeki aktif fayın üretebileceği en büyük deprem büyüklüğü ve fay uzunluğu ile büyüklük arasındaki ilişki gibi veriler göz önünde bulundurulmuştur.

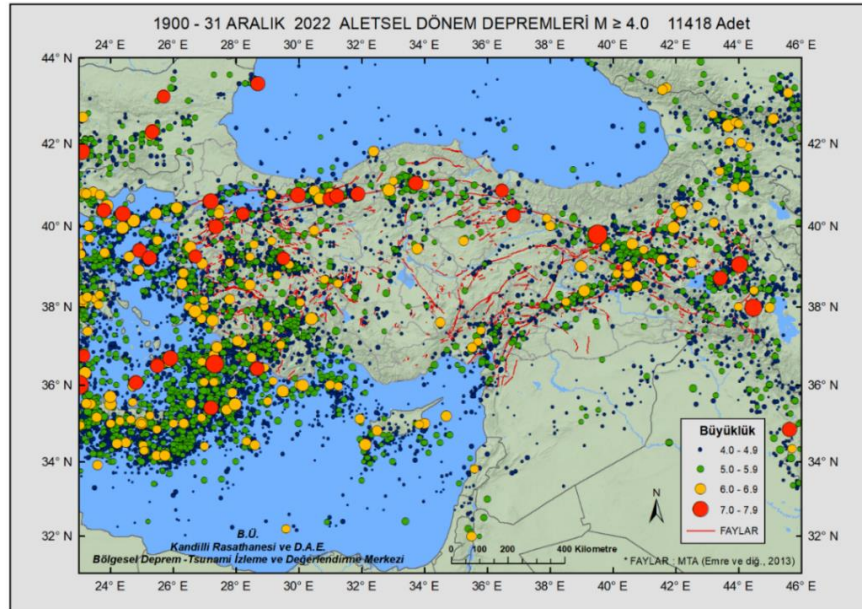
Deprem risk analizlerinin bu şekilde detaylandırılması, afet sonrası doğru bir şekilde müdahale edilmesini, kaynakların etkin bir şekilde kullanılmasını ve toplumsal kayıpların en aza indirilmesini sağlamaktadır.

Senaryonun temel amacı, bu büyük depremin şehirdeki yapılar ve altyapı üzerinde oluşturacağı etkileri daha iyi anlamaktır. Bu bağlamda, Tuz Gölü Fay Zonu (TGFZ) için oluşturulan şiddet dağılım haritası (Şekil 4.5), deprem sonrası farklı bölgelerdeki şiddet seviyelerini göstermektedir. Harita, TGFZ üzerinde meydana gelen büyük bir depremin, Aksaray ilindeki yapılar, ulaşım sistemleri ve kritik tesisler üzerindeki olası etkilerini görsel olarak sunmaktadır. Bu tür haritalar, afet sonrası iyileştirme çalışmalarını yönlendirmek ve öncelikli müdahale gereksinimlerini belirlemek için oldukça değerli araçlardır (AFAD-İRAP, 2021).



Şekil 4.5. Mw: 7,2 büyüklüğünde bir deprem için AFAD RED analizi ile üretilmiş şiddet dağılım haritası (AFAD, 2021).

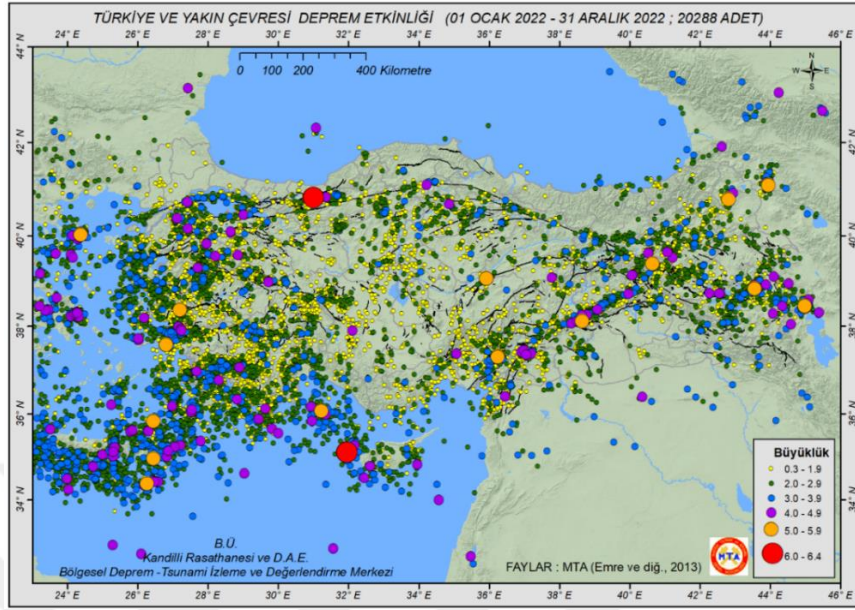
Türkiye ve çevresinde 1900-31 Aralık 2022 tarihleri arasında, Magnitüdü 4 ve üzeri 11,418 deprem kaydedilmiştir. Bu veriler, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Ulusal Deprem İzleme Merkezi tarafından derlenmiştir (Şekil 4.6). Bu kayıtlar, Türkiye'nin deprem riskini analiz etmek ve afet hazırlıkları yapmak için önemli bir kaynak sağlamaktadır.



Şekil 4.6. 1900-31 Aralık 2022 aletsel dönem depremleri ($M \geq 4$).

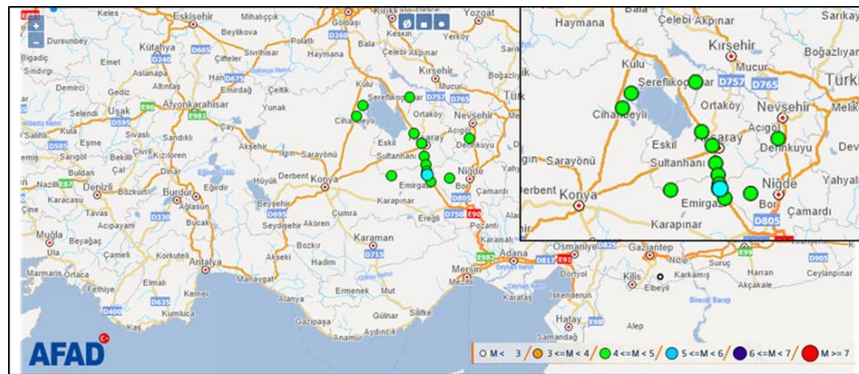
Türkiye ve yakın çevresinin deprem etkinliği haritasına göre, 1 Ocak 2022 ile 31 Aralık 2022 tarihleri arasında toplam 20,288 deprem meydana gelmiştir (Şekil 4.7).

Bu yüksek sayı, bölgenin aktif bir tektonik yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Aynı dönemde, Magnitüdü 4 ve üzeri olan 170 deprem kaydedilmiştir.



Şekil 4.7. Türkiye ve yakın çevresinin deprem etkinliği haritasında 1 Ocak 2022-31 Aralık 2022.

Çalışma alanındaki aletsel dönem (1900 sonrası) depremleri, AFAD-RED programı kullanılarak derlenmiştir. 1900-2021 yılları arasında, bölgede Magnitüdü 3 ve üzeri 14 deprem kaydedilmiştir (Şekil 4.8, Çizelge 4.1). Bu depremler arasında, 13 Aralık 1924'te Aksaray ilinde meydana gelen $M=4.9$ büyüklüğündeki deprem en büyük olanıdır.



Şekil 4.8. İnceleme alanı ve çevresinde 1900-2021 yılları arasında meydana gelen $M \geq 3$ olan 14 deprem kayıtları (URL-7).

19 Nisan 1938'de meydana gelen Kırşehir-Keskin depremi, inceleme alanındaki aletsel dönemde kaydedilen diğer büyük depremlerden biridir. $M=6,8$ büyüklüğündeki bu

deprem, Aksaray kentinde çok şiddetli hissedilmiş ve yapılarda çatlaklar ile baca yıkılmalarına yol açmıştır (Kavurmacı, 2016). Son yıllarda ise, 24-30 Eylül 2020 tarihlerinde kaydedilen depremler, sırasıyla $M=4,4$ ve $M=4,0$ büyüklüğünde olup, bölgedeki en büyük depremler arasında yer almıştır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. İnceleme alanı ve çevresinde 1900-2021 yılları arasında meydana gelen $M \geq 3$ olan deprem kayıtlar (URL-7).

No	Tarih	Zaman	Derinlik	Magnitüd	Yer
1	30.09.2020	04:15	6,98	4,0	Aksaray
2	24.09.2020	01:01	2,67	4,4	Aksaray
3	21.09.2020	03:37	7,03	4,1	A.çevresi
4	20.09.2020	19:08	6,20	5,1	A.çevresi
5	13.06.2011	11:31	10,51	4,0	Aksaray
6	13.12.2007	18:06	12,00	4,9	A.çevresi
7	07.03.2002	06:12	10,00	4,0	Aksaray
8	20.06.2001	08:16	10,00	4,1	A.çevresi
9	11.03.2001	19:21	25,00	4,0	Aksaray
10	24.08.1999	09:30	50,50	4,0	Aksaray
11	01.10.1998	17:02	33,60	4,0	A.çevresi
12	27.04.1973	00:31	38,20	4,6	A.çevresi
13	13.12.1924	18:53	10,00	4,9	Aksaray
14	27.05.1900	10:10	10,00	4,3	Aksaray

5. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu tez çalışmasında, Aksaray ilinde olası bir depremin etkilerini belirlemek amacıyla, CBS analiz teknikleri kullanılarak oluşturulan veri tabanları ile deprem senaryoları oluşturulmuştur. Çalışmada, ESRI tarafından geliştirilen ve dünya çapında pek çok araştırma için kullanılan ArcMap 10.5 yazılımı kullanılmıştır. Bu yazılım sayesinde bölgedeki deprem riskiyle ilgili detaylı analizler yapılmıştır. Ayrıca, stokastik temellere dayalı kurgusal yöntemler kullanılarak, ARENA simülasyon programı ile deprem senaryoları simüle edilmiştir. ARENA, Systems Modeling tarafından geliştirilen ve 2000 yılında Rockwell Automation tarafından edinilen bir ayrık olay simülasyonu ve otomasyon yazılımıdır. SIMAN işlemcisi ve simülasyon dilini temel almaktadır. Ayrıca kullanılan kriterlerin tutarlılık oranlarını kontrol edebilmek için çalışma alanındaki ana kriterler ve alt kriterler belirlenerek, bu kriterlere dayalı bir model kurularak, Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ile karar verme süreci kolaylaştırılmıştır. Bu AHP yöntem, deprem riski değerlendirmesini sistematik ve güvenilir bir şekilde yaparak, bölgedeki olası deprem etkilerini anlamaya yardımcı olmuştur.

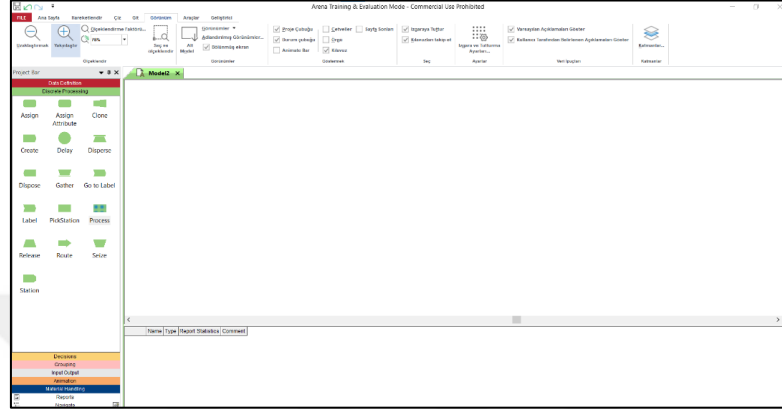
5.1 Simülasyon Modeli İle Deprem Senaryosu Oluşturma

Bu tezde, bir simülasyon modeli kullanılarak deprem senaryosunun oluşturulması amaçlanmaktadır. Bu bölümde, simülasyon modelinin ARENA programında nasıl çalıştırılacağı, simülasyon modelini oluştururken kullanılan parametreler, varsayımlar, ağ yapısı ve ARENA programında modelin uygulanışı ayrıntılı bir şekilde açıklanacaktır. Ayrıca, simülasyon modelinin ARENA programına entegre edilirken kullanılan program modülleri de bu bölümde tanıtılacaktır.

5.1.1 Simülasyon modelinde kullanılan arena programının modülleri

Yapılan çalışmada simülasyon yapısını oluşturmak için Rockwell Automation tarafından geliştirilen ARENA simülasyon yazılımı kullanılacaktır. Arena, SIMAN işlemcisi ve simülasyon dilini kullanarak, üretim veya hizmet süreçlerini modelleyip simüle etmeye olanak tanır. Bu sayede mevcut performans değerlendirilip alternatif çalışma senaryoları analiz edilebilir. Sürecin simülasyonu, kaynakların daha verimli tahsis edilmesine ve sistem davranışlarının gözlemlenmesine olanak sağlar. Ayrıca

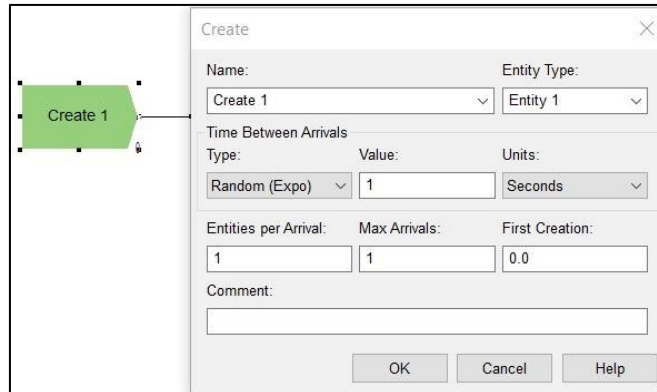
gelecekte meydana gelebilecek olayların önceden tahmin edilmesine de yardımcı olur (Wang vd., 2009). Şekil 5.1’de, çalışmada kullanılan ARENA programının arayüzü gösterilmektedir. Bu arayüzde bulunan modüller ve bunların işlevleri, tez çalışmasının daha iyi anlaşılmasını sağlamak için aşağıdaki başlıklarda detaylı bir şekilde açıklanmıştır.



Şekil 5.1. ARENA programının arayüzüne ait ekran görüntüsü.

5.1.1.1 Create modülü

"Create" modülü, bir simülasyon modelinin başlangıcını başlatmak ve sistemde hareket eden elemanları tanımlamak için kullanılan ana modüldür. Bu hareket eden elemanlar "gezen birimler" olarak adlandırılır. Gezen birimler, belirli bir rota ve varışlar arasındaki zaman aralıklarına göre oluşturulabilir (Türker, 2015). Gezen birimler oluşturulduktan sonra, sistemdeki çeşitli modüllere uğrayarak bir dizi işlem den geçerler. Şekil 5.2'deki "entity type" bölümünde ise, gezen birimin türü belirlenmektedir.

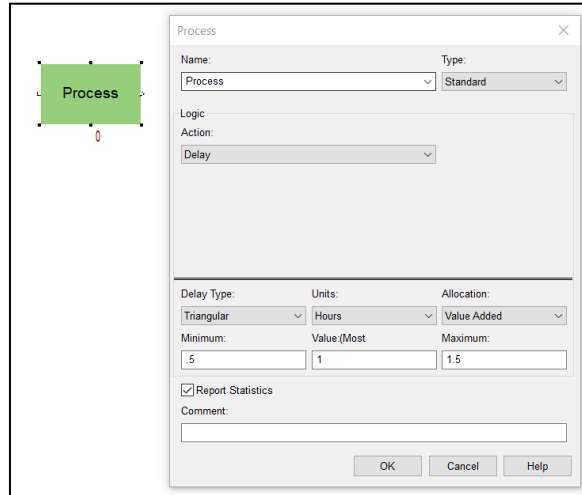


Şekil 5.2. Create modülü ve özellikler penceresi.

5.1.1.2 Process modülü

Simülasyon sistemindeki gezen birimler, belirli bir noktada belirli bir süre geçirip işlem yapıyorsa, bu durum, process modülünün standart kullanımıyla modellenenir. Üretim ve hizmet sistemlerinde, bir süreç gerçekleşmeden önce işlem yapılması genellikle gereklidir. Bu modül, iki farklı şekilde kullanılabilir: İlk olarak, kaynak gerektirmeyen işlemler modellenenir. İkinci olarak, belirli bir kaynağın kullanıldığı işlemler tanımlanabilir (Türker, 2015).

Bu işlem, Şekil 5.3’de gösterilen "logic action" bölümü kullanılarak gerçekleştirilebilir. Ayrıca, aynı şekilde "type" bölümünden standart veya alt model (submodel) seçimi yapılarak modülün kullanım amacı belirlenebilir. Process modülü, işlem süresi ve öncelik sırasını belirlemeye olanak tanır; ayrıca, gerektiğinde gezen birimler işlem sırasını beklemek için kuyrukta bekletilebilir. Simge üzerinde bulunan bir çizgi, sistemde bir kuyruk bulunduğunu gösterir (Şimşek, 2016). Şekil 5.3’te yer alan "type" bölümünde standart seçeneği tercih edildiğinde, gezen birimler bu modülde bekletilir ve işleme alınacak bir kaynağa yönlendirilir. "Type" seçeneği standart olarak ayarlandığında, program, Şekil 5.3’te görüldüğü gibi, gezen birime uygulanacak işlemler ve kullanılacak kaynaklarla ilgili daha ayrıntılı seçenekler sunmaktadır.

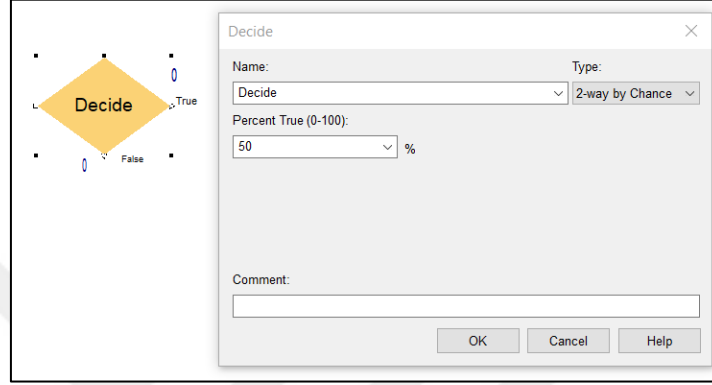


Şekil 5.3. Process modülü ve özellikler penceresi.

5.1.1.3 Decide modülü

Gerçek hayatta, işlemlerin sonucuna ulaşmak için genellikle birden fazla seçenek arasında tercih yapma ve karar verme süreci gerekir. Bu durum, Şekil 5.4’de görüldüğü

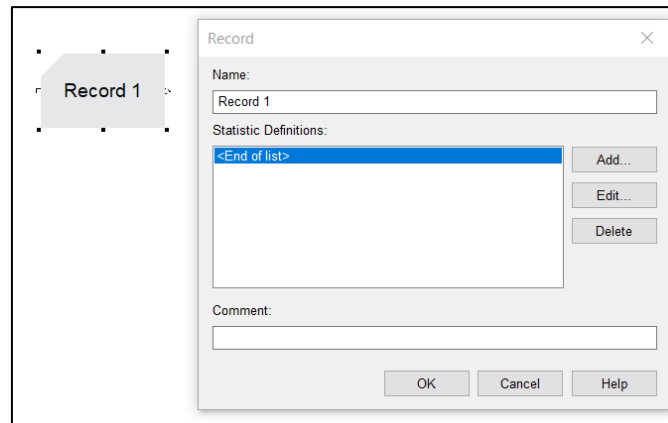
gibi simülasyon sistemlerinde Decide modülü ile modellenebilir. Bu modül, gezen birimlerin sistem içinde olasılık veya belirli bir şarta bağlı olarak bir seçeneğe yönlendirilmesini sağlar. Gezen birim modüle ulaştığında, Şekil 5.4’de bulunan "type" bölümünden seçenek sayısı belirlenir ve "percent true" kısmıyla olasılıklar veya şartlar tanımlanır. Gezen birim, belirlenen alternatiflerden birini seçerek, sistem içinde tanımlı rotasında ilerlemeye devam etmektedir (Türker, 2015).



Şekil 5.4. Decide modülü ve özellikler penceresi.

5.1.1.4 Record modülü

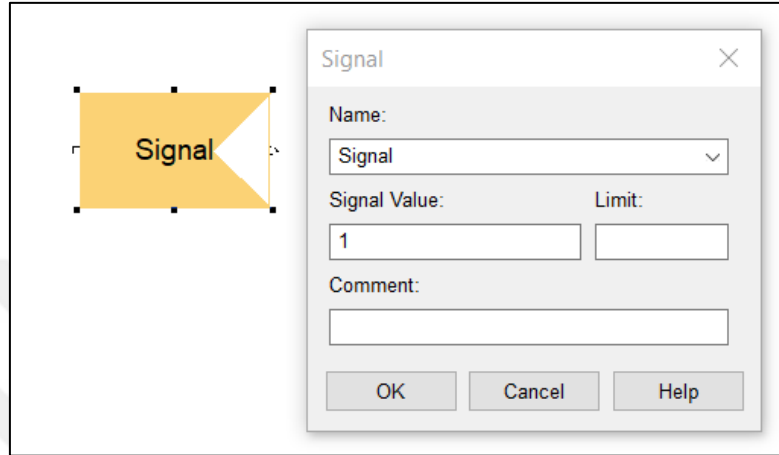
Record modülü, sisteme dahil edildiğinde, gezen birimler ile ilgili adet, zaman, maliyet gibi faktörlerin verilerini toplamak, performanslarını analiz etmek veya istenilen çıktı miktarlarını belirlemek için kullanılır. Bu modül, sayaç işlevi görür ve verileri bellekte tutar. Kullanıcı, Şekil 5.5'te yer alan "type" bölümünü kullanarak beş farklı istatistik tipini seçebilir. Böylece, gezen birimlerin sistemde harcadığı zaman, sayısı, performansı, maliyetleri veya bir modülden diğerine geçene kadar geçen süreyle ilgili raporlar oluşturulabilir (Şimşek, 2016; Türker, 2015).



Şekil 5.5. Record modülü ve özellikler penceresi.

5.1.1.5 Singal modülü

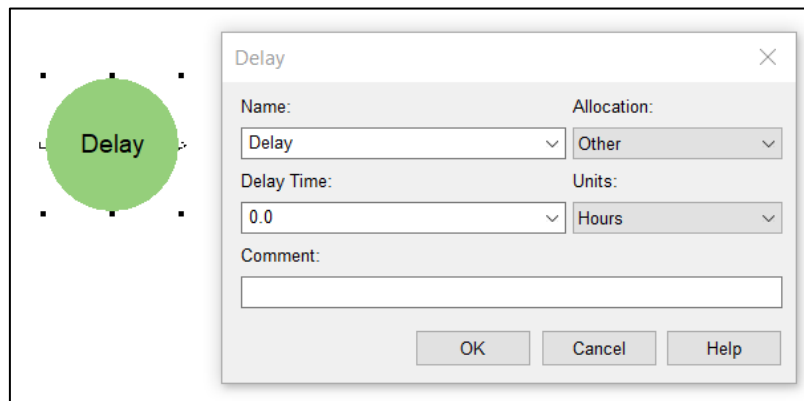
Gezen birimler Signal modülüne ulaştığında, Şekil 5.6'daki "signal value" bölümünden bir sinyal kodu atanır. "Wait for Signal" olarak yapılandırılan bu sinyal kodu, Holt modülüne iletilir ve belirli sayıda gezen birimin Holt modülünden serbest bırakılması sağlanmaktadır (Türker, 2015).



Şekil 5.6. Signal modülü ve özellikler penceresi.

5.1.1.6 Delay modülü

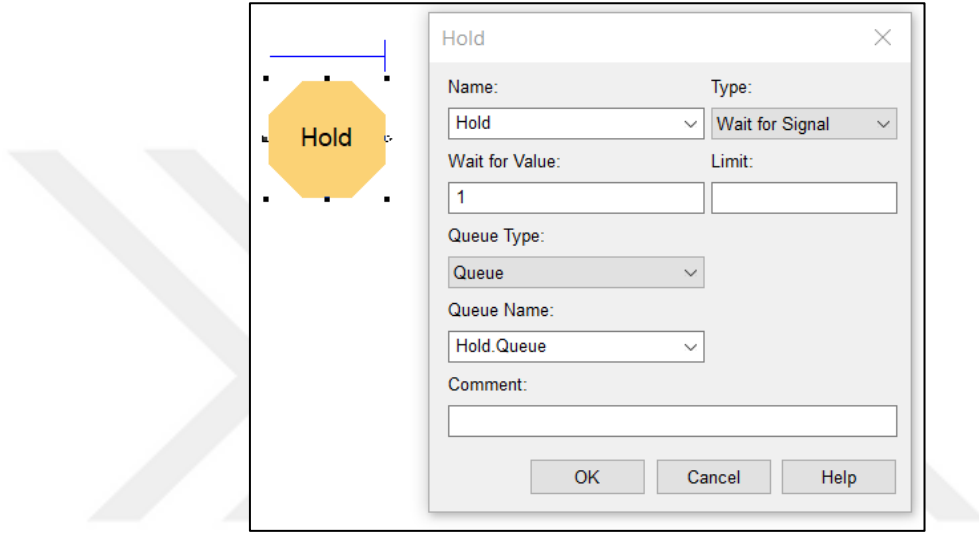
Modüle gelen gezgin birim, belirli bir süre boyunca bekletilir. Yani, Delay modülü kullanıldığında, gezen birimin sistemde belirli bir süre boyunca zaman kaybetmesi sağlanır (Şimşek, 2016). Gezen birim, Delay modülüne girdiğinde, Şekil 5.7'deki "delay time" kısmında belirtilen süre boyunca burada kalır. Bu süre boyunca, gezen birime herhangi bir kaynak tahsis edilmez ve kuyruk oluşmaz. Bu durum, kaynaksız bir şekilde çalışan Process modülüyle benzer şekilde işlev görmektedir



Şekil 5.7. Delay modülü ve özellikler penceresi.

5.1.1.7 Hold modülü

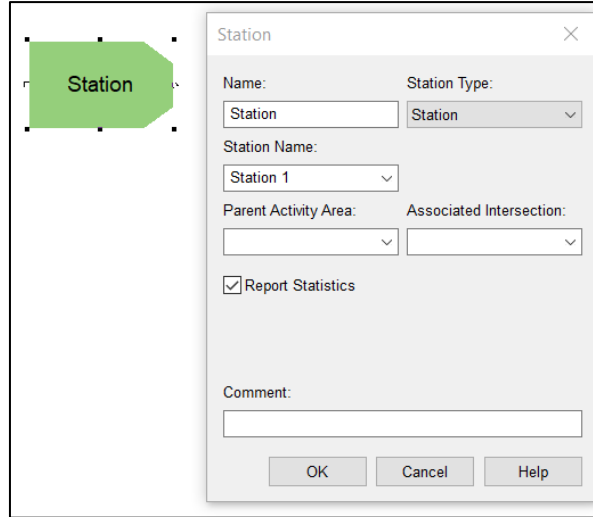
Hold modülünde, gezen birimler, Şekil 5.8'deki "type" kısmında belirtilen üç farklı seçenekle sistemde bekletilebilir. Eğer gezen birim, "Wait for Signal" seçeneğiyle tutuluyorsa, sisteme bir Signal modülü eklenir ve gezen birimin devam etmesine izin verilir. "Scan for Condition" seçeneğiyle tutuluyorsa, sistemde belirli bir koşulun sağlanması gerekir. Eğer "Infinite Hold" seçeneği kullanılıyorsa, gezen birim sistemde sonsuza kadar bekletilebilmektedir (Türker, 2015).



Şekil 5.8. Hold modülü ve özellikler penceresi.

5.1.1.8 Station modülü

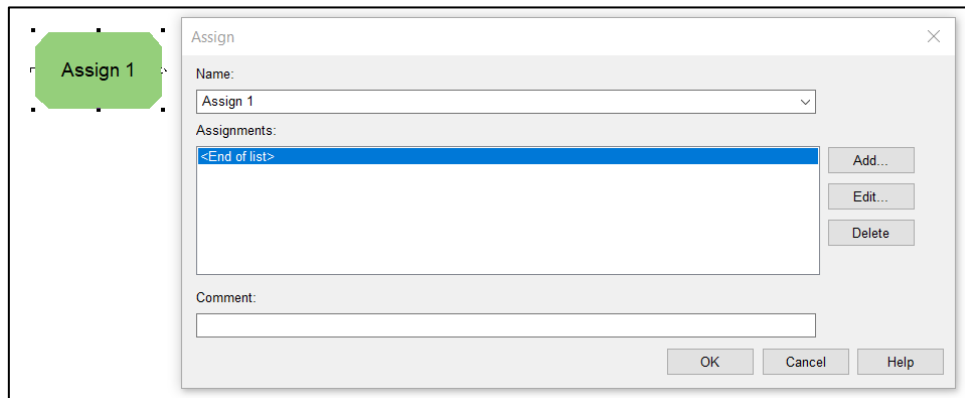
Station modülü, gezen birimlerin hangi noktalara yönlendirileceğini belirlemek için kullanılır. Bu modül, gezen birimlerin rotalarını yönlendirerek sistem içinde belirli bir sırayla ilerlemelerini sağlar (Şimşek, 2016). Şekil 5.9'daki Station modülünün "Station Type" kısmı, tanımlanan istasyonun bir set mi yoksa tek bir istasyon mu olduğunu belirlemek için kullanılır. Bu ayar, gezen birimlerin yönlendirilmesi sırasında, birden fazla istasyonun mı yoksa tek bir istasyonun mu kullanılacağını belirleyerek süreçlerin yönetilmesini sağlamaktadır.



Şekil 5.9. Station modülü ve özellikler penceresi.

5.1.1.9 Assing modülü

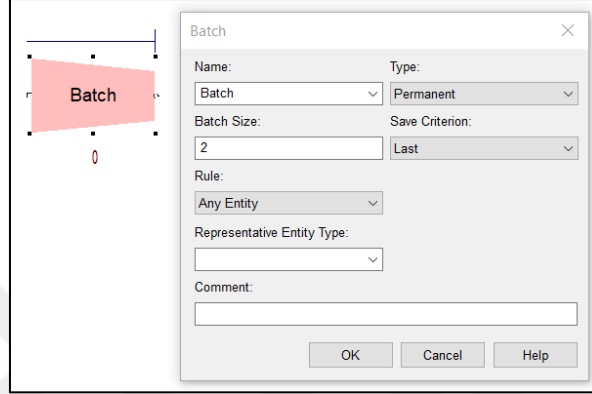
Assign modülü, sistemdeki tanımlı değişkenlere (Variables), gezen birimlerin özelliklerine (attributes), türlerine (entity types), resimlerine (entity pictures) veya diğer sistem elemanlarına değer atamak amacıyla kullanılır. Bu modül, simülasyon sırasında gerekli olan verilerin atanması ve güncellenmesi için kullanılarak, süreçlerin doğru bir şekilde yönetilmesine ve analiz edilmesine olanak tanır (Türker, 2015). Bu değerler, Şekil 5.10'daki Assign modülünde yer alan "add" sekmesine tıklanarak bir değer atanması yapılabilir. Birden fazla özellik, tek bir Assign modülü ile aynı anda atanabilir. Bu, simülasyon sürecinde farklı parametrelerin ve özelliklerin yönetilmesini kolaylaştırır ve işlemlerin daha verimli bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlar.



Şekil 5.10. Assign modülü ve özellikler penceresi.

5.1.1.10 Batch modülü

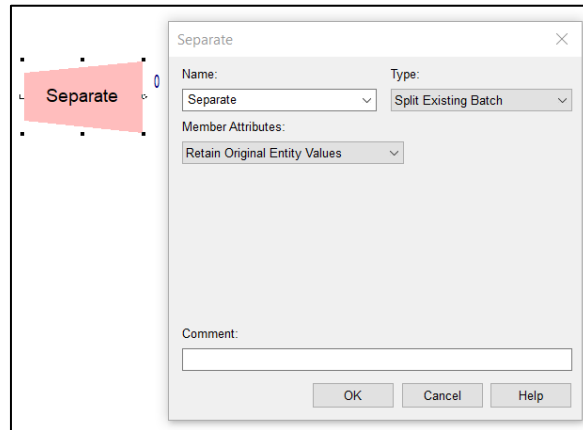
Batch modülü, simülasyon modellerinde grublama işlemi yapmak için kullanılır (Şimşek, 2016). Bu modül, sistemdeki gezen birimleri "type" kısmında belirtilen seçeneklere göre geçici ya da kalıcı olarak gruplayarak birleştirir. Bu şekilde, benzer özelliklere sahip birimler bir araya getirilir ve simülasyon sürecinde daha verimli bir şekilde işlem yapılması sağlanır (Şekil 5.11).



Şekil 5.11. Batch modülü ve özellikler penceresi.

5.1.1.11 Separate modülü

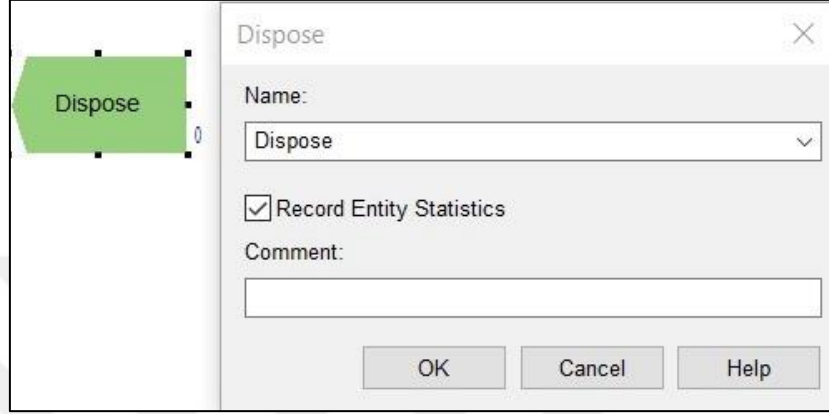
Separate modülü, simülasyon sistemlerinde tanımlanan gezen birimlerin belirli bir miktarda kopyalanmasını sağlar. Bu modül sayesinde, gezen birim istenilen sayıya ayrılabilir. Orijinal gezen birim ve kopyalanan birimler, farklı çıkış noktalarından ayrı ayrı sistemden çıkarlar (Türker, 2015). Şekil 5.12'deki "type" kısmı, gezen birimin nasıl ayrılacağı veya kopyalanacağına dair kullanılacak yöntemi belirlemeye imkân tanır.



Şekil 5.12. Separate modülü ve özellikler penceresi.

5.1.1.12 Dispose modülü

Dispose modülü, simülasyon modelinde tanımlanan gezen birimlerin işlemlerini tamamladıktan sonra sistemi terk etmelerini sağlar (Şimşek, 2016). Şekil 5.13'te yer alan "Record Entity Statistics" seçeneği sayesinde, gezen birimlere ait istatistiksel veriler kaydedilebilmektedir.



Şekil 5.13. Dispose modülü ve özellikler penceresi.

5.1.2 Deprem senaryosu oluşturmak için simülasyon modeli kurulumu

Bu tezde, ARENA programı kullanılarak stokastik temellere dayalı bir yöntemle deprem senaryosu oluşturulacak ve olası hasar ile kayıp tahmin analizleri yapılacaktır. Deprem senaryosu, stokastik özellikler taşıyan ve depremin oluşumundaki belirsizlikleri içeren faktörler göz önünde bulundurularak oluşturulacaktır. Bu faktörler arasında bina kat sayısı, zemin profili ve çalışmaya dâhil edilen mahallelerin nüfus bilgileri gibi unsurlar yer almaktadır.

Olası bir deprem durumunda, yapıların hasar görme seviyeleri, zeminlerin jeolojik yapısı ve kalınlığıyla doğrudan bağlantılıdır (Sönmezer vd., 2015). Bu nedenle, çalışma kapsamındaki mahallelerin zemin profilleri, simülasyon modeline birincil parametre olarak dahil edilmiştir. Aksaray ilinde daha önce yapılmış detaylı bir zemin profili çalışması bulunmadığından, zemin profilleri üç kategoriye ayrılmıştır: iyi, orta ve kötü.

Simülasyon modelinde kullanılan bir diğer parametre, ilgili mahallelerdeki binaların kat sayılarıdır. Olası bir depremde, yüksek katlı binalar daha fazla hasar görebilir ve içinde daha fazla insan bulunduğundan, bu binaların etkilenme oranı da artar. Bu

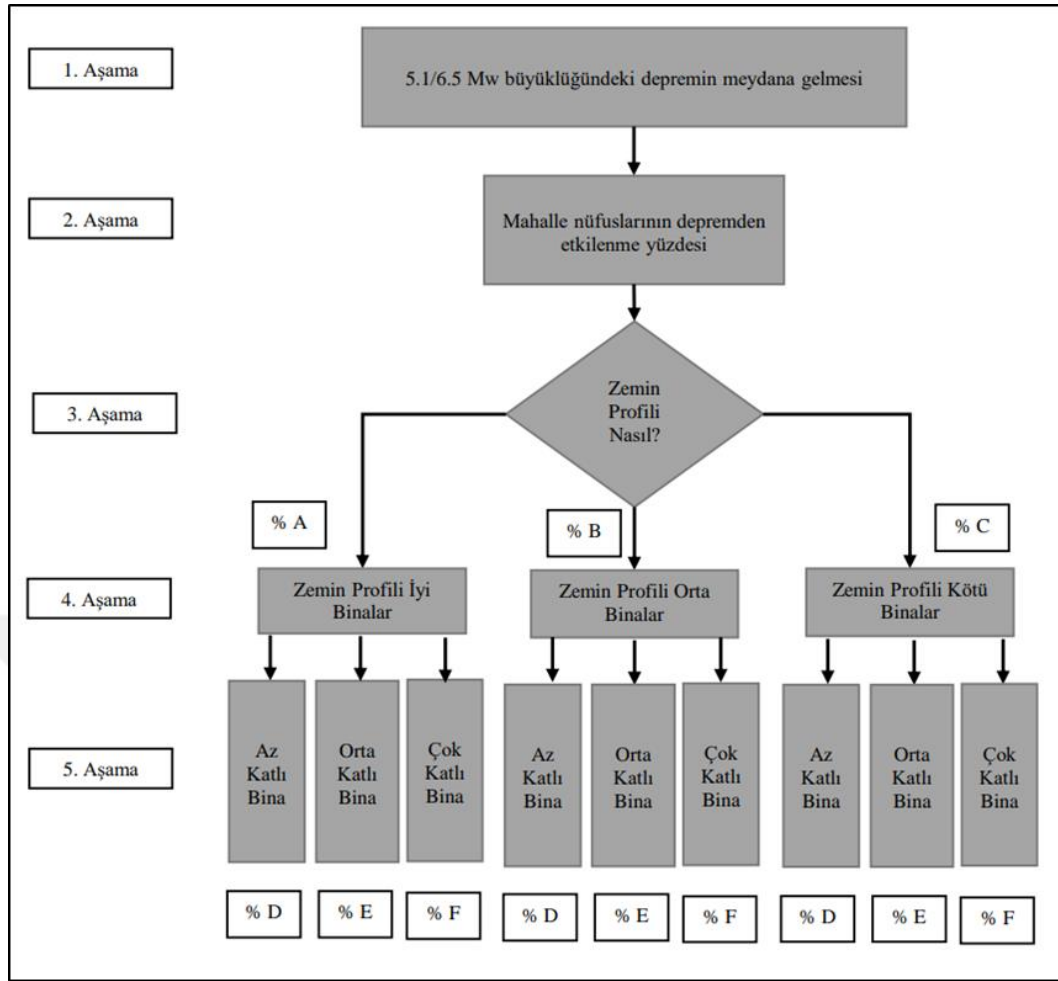
nedenle, çalışma kapsamında binalar az, orta ve çok katlı olarak sınıflandırılmıştır. Çalışmanın önemli özelliklerinden biri, her mahalledeki bina kat sayılarının farklı oranlarla sınıflandırılacak olmasıdır, çünkü her mahalledeki kat sayısı eşit değildir. Ayrıca, depremin oluşum belirsizliklerinden biri olan deprem büyüklüğü Aksaray ilinde gündüz saatlerinde 5,1-6,5 Mw büyüklüğünde bir depremin gerçekleştiği varsayılarak simülasyon modeli kurulmuştur.

Aksaray ilinde genel olarak betonarme yapıların yaygın olması nedeniyle, bu çalışma kapsamında binaların türü betonarme yapılar olarak kabul edilmiştir. Binaların yapım yılı gibi diğer detayların dikkate alınmamasının nedeni, Aksaray ilinde bina envanteri ve yapı stoklarıyla ilgili ayrıntılı bir araştırmanın bulunmamasıdır.

Deprem senaryosu için oluşturulacak simülasyon modelinde, parametreler belirlendikten sonra bu parametreler arasındaki ilişkiler kurulmuştur. Çok katlı binaların bulunduğu mahallelerde zemin profili iyi, orta veya kötü olarak sınıflandırılabilir. Bu parametreler arasındaki ilişki, simülasyon ağ yapısında olasılıksal bir şekilde harflerle ifade edilmiştir (Şekil 5.14).

Şekil 5.14'te yer alan ilk aşamada, belirlenen bölgede hasar yaratacak büyüklükte bir depremin gerçekleştiği bilgisi sisteme dahil edilmiştir. Şekil 5.14'teki ikinci aşamada, meydana geldiği varsayılan depremin; ilgili bölgenin nüfusunun büyük çoğunluğunu sosyal, fiziksel, psikolojik ve ekonomik olarak etkilediği kabul edilmiştir. Üçüncü aşamada ise, hasarın büyük kısmının nerelerde yoğunlaştığını belirlemek amacıyla zemin profillerinin durumu incelenmiştir.

Şekil 5.14'teki dördüncü aşamada, ilgili mahallelerin zemin profili %A olasılıkla iyi, %B olasılıkla orta ve %C olasılıkla kötü olarak belirlenecektir. Beşinci ve son aşamada ise, her mahallede farklı zemin profilleri olmasına rağmen, her mahallede %D olasılığıyla az katlı, %E olasılığıyla orta katlı ve %F olasılığıyla çok katlı binaların bulunacağı varsayılmıştır. Bu olasılık değerleri, aynı harflerle ifade edilse de her mahalle için verilen az, orta ve çok katlı bina sayıları verisel olarak farklılık gösterecektir. Sonuç olarak, dördüncü aşamada üç ana daldan oluşan ağ yapısı, beşinci aşamada 9 dala ayrılmıştır.



Şekil 5.14. Simülasyon modelinin ağ yapısının olasılıksal şematik gösterimi.

Deprem senaryosu oluşturmak için kurulan simülasyon modelinin çıktıları, depremde etkilenen kişilerin sağlık durumlarıyla ilgili bilgilerdir. Çünkü depremler sonrasında kalıcı olan en büyük zarar, insanların fiziksel sağlıklarına olan etkileridir. Deprem senaryosunun çıktılarının gerçekçi olması, afet öncesinde yapılacak hazırlıkların ve afet sonrası kullanılacak planlamaların etkinliği açısından son derece önemlidir. Bu nedenle, Şekil 2.14'teki ağ yapısı simülasyon sistemine dahil edildiğinde, 5. aşama sonunda, depremde etkilenen kişilerin sağlık durumları triyaj sınıflandırma sistemi kullanılarak belirlenmiştir. Triyaj işlemi, acil durumlar veya kaos ortamlarında, kişilerin sağlık durumlarına göre öncelik sırasına koymak için kullanılır. Afet sonrası triyajın amacı, sınırlı kaynaklarla en fazla sayıda kişiyi kurtarmaya yönelik bir çaba olarak tanımlanabilir. Triyaj sürecinin ardından, yaralıları ağır (T1), geciktirilebilir (T2), hafif yaralı (T3) veya ölü (T4) olarak sınıflandırılır. Şekil 5.14'teki 5. aşamada bulunan dokuz farklı dala ait her bir sonuç, bu triyaj sınıflarına dahil edilen kişileri

belirlemiştir. Literatürde sıkça başvurulanan triyaj sınıflandırma tablosu Çizelge 5.1'de sunulmaktadır (Wilson vd., 2013).

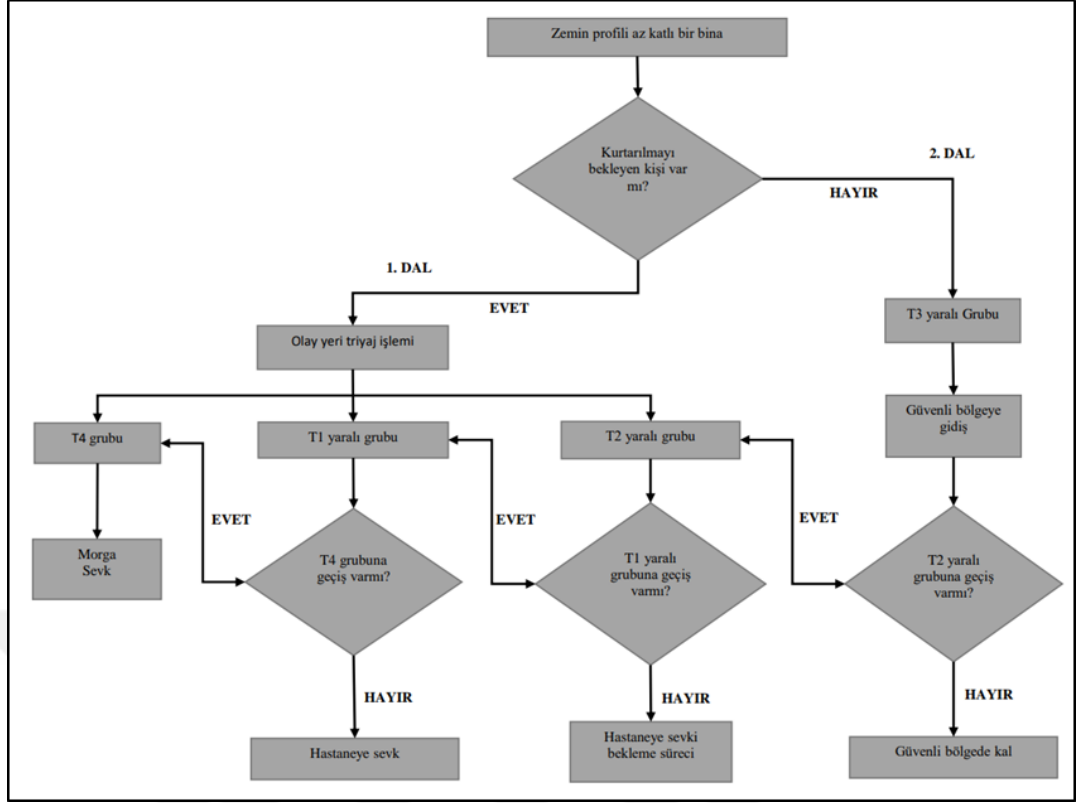
Çizelge 5.1. Triage işleminde kullanılan sınıflandırma tablosu (Wilson vd., 2013).

Triage Sınıfı	Açıklama	Beklenen Müdahale
T1	Ağır Yaralı	Acil müdahale ile hastaneye sevkı sağlanmalı
T2	Geciktirilebilir Yaralı	Duruma göre 2-4 saat aralığında toleransla hastaneye sevk sağlanmalı
T3	Hafif Yaralı	4 saatten daha fazla toleransa sahip acil müdahale gerekmeyen
T4	Ölü	Morga sevkı sağlanması

Simülasyon modeline girilen triyaj işleminden sonraki süreçte, Şekil 5.15'te gösterildiği gibi programa tanımlanmıştır. Şekil 5.15'te, Şekil 5.14'teki 9 daldan örnek olarak, zemin profili kötü ve çok katlı binalarda yaşayan kişilerin enkaz altında olup olmadıkları sorgulanır. Eğer kişi enkazda ise, ilk müdahalede sağlık durumu değerlendirilir ve triyaj işlemi ile kişinin hangi sınıfa (T1, T2, T3, T4) ait olduğu belirlenir.

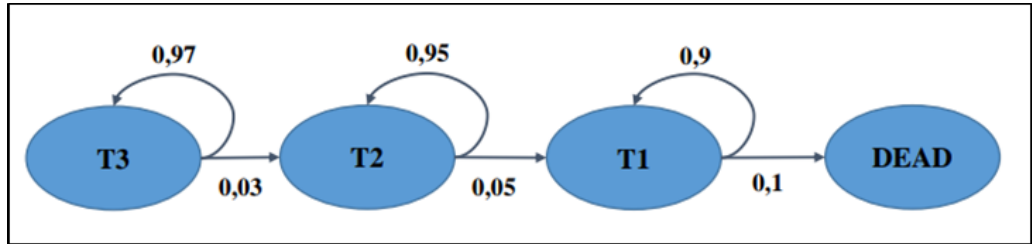
Şekil 5.15'in birinci dalında belirtildiği gibi, ölmüş (T4) insanlar morga, ağır yaralı (T1) insanlar hastaneye doğrudan sevk edilirken, geciktirilebilir yaralı (T2) insanların en kısa sürede hastaneye sevk edilmesi sağlanır ve 2-4 saatlik bir bekleme süresi tanınır. Her triyaj sınıfındaki kişilerin (T4 hariç) sağlık durumları, zamanla kötüleşme riski taşır, bu durum ise "geçiş var mı?" sorusu ile simülasyon modeline dahil edilmiştir. Şekil 5.15'in ikinci dalında bulunan hafif yaralı (T3) insanların durumu acil müdahale gerektirmez, bu kişiler hasarlı alanlardan kendi başlarına uzaklaşabilirler. Ancak zamanla, sağlık durumları kötüleşebilir ve geciktirilebilir yaralı grubuna (T2) geçiş yapabilirler. Bu durumda, T2 grubundaki kişilerin belirtilen tolerans süresi içinde hastaneye başvurması sağlanır.

Şekil 5.15'teki triyaj grupları arasında değişim durumları mevcuttur. Örneğin, ağır yaralı (T1) bir kişinin müdahalesi gecikirse, durumu kötüleşip ölü sınıfına geçebilir; ya da geciktirilebilir yaralı (T2) sınıfındaki bir kişinin durumu zamanla ağır yaralı (T1) sınıfına dönüşebilir. Bu tür geçişler, Markov zincirleri referans alınarak olasılık şeklinde modellenmiştir.



Şekil 5.15. Deprem sonrası yaşanacak sürecin şematik gösterimi.

Markov süreçleri stokastik (olasılıksal) olup, geçmiş durumlar dikkate alınmaz; yalnızca mevcut durumdan ve gelecekteki olasılıkları içeren süreçlerden söz edilebilir. Bu süreçlerdeki değişiklikler Markov geçişleri olarak tanımlanır. Çalışmada kullanılan Markov zinciri değerleri, stokastik süreçlerle ilgili geçiş olasılıkları Şekil 5.16'da gösterilmiştir (Wilson vd., 2013).



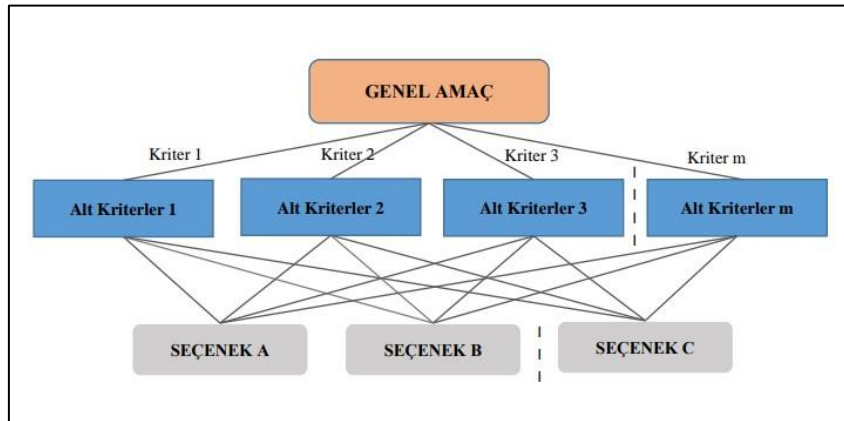
Şekil 5.16. Markov zinciri geçiş olasılıkları değerleri (Wilson vd., 2013).

5.2 Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

Çok kriterli karar verme yöntemleri, belirlenen alternatiflerin sıralanması, sınıflandırılması, elemesi, seçilmesi veya örneklendirilmesi gibi genellikle ağırlıklandırılmış, nitel değerlerle ifade edilebilen ve birbirleriyle tutarlı çok sayıda

kriter altında yapılan değerlendirmelerdir (Tezcan vd., 2023; Kütükçü ve Eren, 2017). Bu yöntemler, karmaşık karar süreçlerinde farklı kriterlerin etkilerini bir arada ele almayı sağlar. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ise, bu alanda en yaygın kullanılan araçlardan biridir ve bulunduğu ilk günden itibaren araştırmacıların tercih ettiği çok kriterli karar verme yöntemlerinden biridir (Saraçoğlu ve Dağıstanlı, 2017). AHP, özellikle alternatifler arasında karar verilirken kriterlerin göreceli önemlerini dikkate alarak daha sistematik ve objektif bir karar verme süreci sunar. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), 1998 yılında Saaty tarafından geliştirilmiş olup, kompleks problemlerin çözüm sürecine farklı bir bakış açısı kazandırmak ve bu süreci daha verimli hale getirmek amacıyla tasarlanmıştır (Eren ve Gür, 2017). Bu yöntemde, karmaşık gibi görünen problemler, ana hedeften alt kriterlere doğru ilerleyen bir hiyerarşik yapı içinde gösterilir. Bu sayede, hem nitel hem de nicel çok sayıda kriterin değerlendirilmesi mümkün hale gelir (Günay ve Ünal, 2016). AHP, alternatifler arasında karar verirken kriterlerin göreceli önemlerini dikkate alarak sistematik bir yaklaşım sunar ve bu da karar alma sürecini daha objektif ve anlaşılır kılmaktadır.

Çalışma alanı için elde edilen veri katmanları doğrultusunda, Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) esaslarına dayalı bir analiz gerçekleştirilmiştir. AHP uygulanırken ilk adım olarak, çözüme kavuşturulması istenilen amaç belirlenir. Ardından, bu amaca yönelik olarak karşılaştırılacak özellikler ve alt özellikler hazırlanarak bir matris oluşturulur. Matrisin en büyük öz vektörü hesaplanarak, her bir özelliğin önem sırasına göre değerlendirilmesi sağlanır ve bu doğrultuda en uygun alternatif belirlenir (Şekil 5.17). Bu süreç, alternatiflerin değerlendirilmesinde sistematik ve nesnel bir yaklaşım sunmaktadır (Göksu ve Güngör, 2008).



Şekil 5.17. Analitik hiyerarşi modeli (Alford, B.D. ve Golden, B., 2004).

Yapısal hasarların belirlenmesinde kullanılan temel yaklaşım, yapının rijitliğindeki azalma veya hasarın, yapının dinamik davranışındaki değişimlere yol açtığını incelemektir. Bu değişiklikler, yapının doğal frekansı, mod şekli ve sönüm oranı gibi dinamik karakteristiklerde kendini gösterir. Yapısal hasarın tespiti, bu dinamik parametrelerdeki sapmalarla yapılabilir; örneğin, doğal frekansta meydana gelen bir kayıp veya mod şekillerindeki farklılıklar, yapının hasar alıp almadığını ve rijitliğinin ne kadar azaldığını gösteren önemli işaretlerdir. Bu tür değişiklikler, yapının performansını ve güvenliğini değerlendirmek için kritik öneme sahiptir.

Hazırlanan hiyerarşi modeline göre, her bir kriterin birbirine göre önem dereceleri 1 ile 9 arasında değerlendirilen sayısal değerler kullanılarak hesaplanır (Çizelge 5.2). Bu değerler, Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)'nin temel unsurlarından biridir ve kriterlerin göreceli önemlerini belirlemeye yardımcı olur. 1 ile 9 arasındaki değerler, iki kriter arasındaki öncelik farkını gösterir; örneğin, 1 eşit önemi, 9 ise bir kriterin diğerine göre çok daha yüksek öneme sahip olduğunu belirtir. Bu şekilde oluşturulan karşılaştırma matrisi, karar verme sürecinde hangi kriterlerin daha önemli olduğunu objektif bir şekilde belirler (Saaty, 2008).

Çizelge 5.2. İkili karşılaştırma yönteminde yer alan 1’den 9’a kadar tanımlanan dereceler (Saaty, 2008).

DERECELER	TANIM
1	Eşit Önemli
3	Biraz Daha Fazla Önemli
5	Kuvvetli Derece Önemli
7	Çok Kuvvetli Derece Önemli
9	Aşırı Derece Önemli
2-4-6-8	Uzlaşma (Ortalama) Değerler

AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi)'de hedef, kriterler, alt kriterler ve alternatifler hiyerarşik bir şekilde düzenlenerek bir model oluşturulabilir. Bu modelde hem soyut hem de somut kriterler nicel verilere dönüştürülür ve birbirlerine göre öncelikleri hesaplanır. Karşılaştırmalarda kullanılan skala, sonuçta kriterlerin önem farklılıklarını yüzdelik dağılımlarına dönüştürerek karar noktalarındaki önceliklere yansıtır (Byun, 2001). AHP'nin güçlü yönlerinin yanı sıra, bazı zayıf yönleri de bulunmaktadır. Örneğin, bir alternatif eklenmesi durumunda sıralamanın değişebilmesi, modellemenin subjektif olabilmesi ve kriter sayısı arttıkça karşılaştırma matrislerinin hesaplanmasının zorlaşması gibi zorluklar söz konusu olabilir (Tüzemen ve

Özdağoglu, 2007). Bu özellikler, AHP yönteminin esnekliğini ve karar verme sürecindeki güvenilirliğini etkileyebilir. AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi), karar verme sürecinde kriterlerin belirlenmesi, alternatiflerin değerlendirilmesi ve ağırlıkların hesaplanmasını içerir. Süreç, hedefin belirlenmesi, kriterlerin ve alternatiflerin tanımlanması, ikili karşılaştırmalarla ağırlıkların belirlenmesi, tutarlılık kontrolü ve sonucun seçilmesi aşamalarını takip eder. Bu yöntem, kararları objektif bir şekilde sıralayıp değerlendirmek için kullanılır (Akdeniz ve Turgutlu, 2007; Ömürbek ve Şimşek, 2014; Saaty, 2008; Tüzemen ve Özdağoglu, 2007; Vargas, 1990; Vahapoğlu, 2008; Yenginol, 2000):

a) Problem hiyerarşisinin yapılandırılması, karar problemine etki edebilecek tüm kriterler ve alternatiflerin sistemli bir şekilde belirlenmesi ve sıralanmasıdır. Bu aşama, kararın doğru bir şekilde analiz edilmesini sağlar.

b) Karşılaştırmalı yargılar, kriterlerin önem derecelerini hesaplamak için kullanılan bir yöntemdir. AHP’de, 9 dereceli ölçekle kriterler karşılaştırılır. Bu ölçek, kriterlerin eşit veya birinin diğerine göre daha önemli olduğunu belirtir. Hiyerarşide n eleman varsa, $n(n-1)/2$ karşılaştırma yapılır.

c) İlişki matrislerinin normalleştirilmesiyle her eleman sütun toplamına bölünerek normalize edilir. Ardından satırların ortalaması alınarak önem vektörü hesaplanır.

d) Tutarlık hesapları, uzman görüşlerine dayalı karşılaştırmaların doğruluğunu değerlendirir. Saaty'nin formülüyle tutarlık oranı hesaplanır. Matrisin tutarlı olabilmesi için λ_{max} (en büyük özdeğer), matris boyutuna (n) eşit olmalıdır. Öncelikler vektörü ile matris çarpılarak ağırlıklandırılmış toplam vektör (ATV) elde edilir. ATV değeri, karşılık gelen öncelik değerine bölünür ve bu sonuçların ortalaması, λ_{max} değerini verir. Sonrasında, tutarlık indeksi (Tİ) ve tutarlık oranı (TO) hesaplanır. Tİ, λ_{max} ile matris boyutunun farkının, $n-1$ 'e bölünmesiyle bulunur. TO, tutarlık indeksinin rassal indeks (Rİ) ile oranlanarak hesaplanır. Bu hesaplamalar, karar verme sürecindeki tutarlılığı değerlendirir. Tutarlık oranı (TO), karar vericilerin yaptığı karşılaştırmaların tutarlılığını değerlendirir. Eğer TO değeri 0.10'dan büyükse, bu durum karşılaştırmaların sağlıklı ve tutarlı olmadığı anlamına gelir. TO'nun 0.10 veya daha küçük olması, karşılaştırmaların tutarlı ve güvenilir olduğunu gösterir. Bu sınır, karar verme sürecinde yapılan değerlendirmelerin ne kadar güvenilir olduğunu

belirlemek için önemli bir ölçüttür. Tutarlık indeksi için de bir formül bulunmaktadır [$Tİ=(\lambda_{max}-n) / (n-1)$]. Formülde n sayısı ikili karşılaştırma matrisindeki kriter veya alternatif sayısıdır. Tutarlık oranı formülünde [$TO=Tİ/Rİ$] ise “Rİ” ifadesi rassal indeks değerini göstermektedir (Çizelge 5.3). Hesaplamalarda, rassal indeks (Rİ) tablosundan uygun değer seçilerek işlem yapılır. Bu değer, karşılaştırmaların rastgele olma olasılığını dikkate alarak tutarlık indeksinin hesaplanmasına yardımcı olur ve tutarlık oranının doğru bir şekilde değerlendirilmesini sağlamaktadır.

Çizelge 5.3. Rassal İndeks Değerleri (Saaty ve Tran, 2007).

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Rİ	0	0	0,52	0,89	1,12	1,25	1,35	1,4	1,45	1,49	1,52	1,54	1,56	1,57	1,59

e) Tutarlık değerleri kabul edilebilir düzeyde olduğunda, kriterlerin ve alternatiflerin ağırlıkları çarpılarak her alternatifin öncelik değeri hesaplanır. En yüksek öncelik değerine sahip alternatif, karar probleminin en iyi çözümünü temsil etmektedir.

5.2.1 Kriterlerin belirlenmesi

Çalışma alanına ait kriterlerin belirlenmesinde, öncelikle amacın tanımlanması gerekmektedir. Bu amaç doğrultusunda, Aksaray ilinde olası bir depremin yaratacağı hasarın araştırılması hedeflenmiştir. Ardından, bu amaç doğrultusunda ana kriterler ve alt kriterler belirlenerek Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) modeli oluşturulmuştur (Çizelge 5.4).

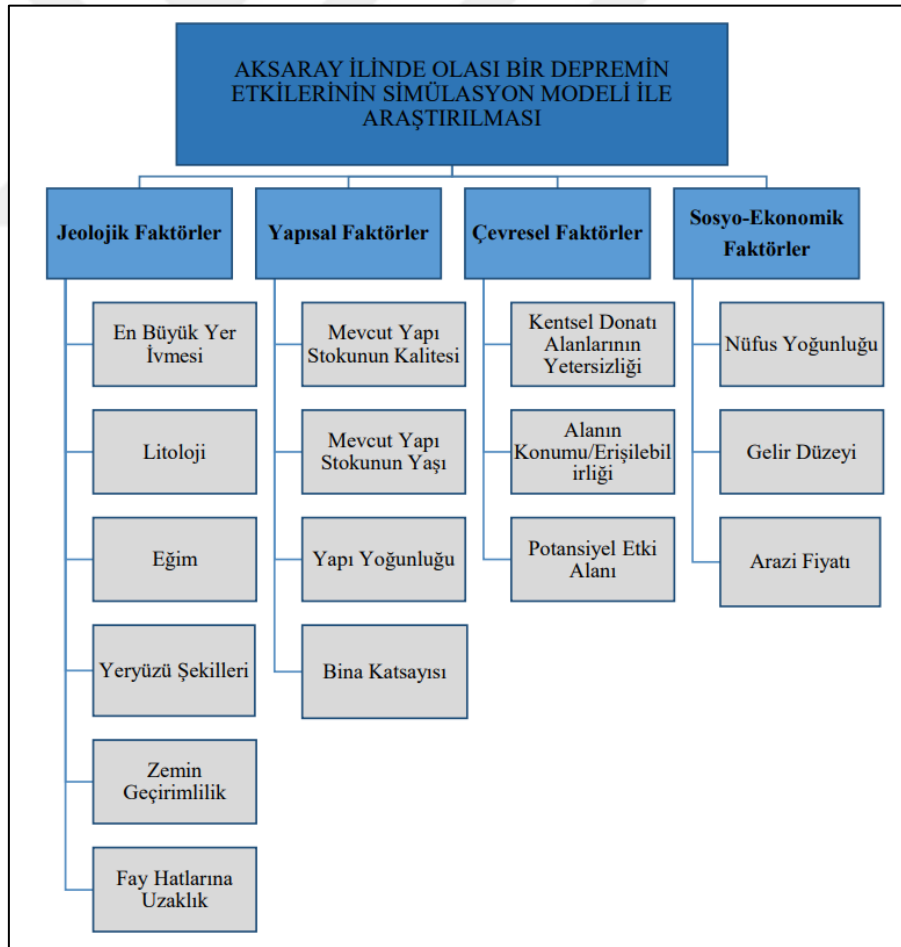
Çizelge 5.4. Çalışma alanında kullanılan kriterler.

Kriterler	Alt Kriterler
Jeolojik Faktörler	En Büyük Yer İvmesi
	Litoloji
	Eğim
	Yeryüzü Şekilleri
	Zemin Geçirimsizliği
	Fay Hatlarına Uzaklık
Çevresel Faktörler	Kentsel Donatı Alanlarının Yetersizliği
	Alanın Konumu/Erişilebilirliği
	Potansiyel Etki Alanı
Yapısal Faktörler	Mevcut Yapı Stoğunun Kalitesi
	Mevcut Yapı Stoğunun Yaşı
	Yapı Yoğunluğu
	Bina Katsayısı
Sosyo-Ekonomik Faktörler	Nüfus Yoğunluğu
	Gelir Düzeyi
	Arazi Fiyatları

5.2.2 Modelin kurulması

Tez kapsamında, çalışma amacına uygun olarak ana kriterler ve alt kriterler belirlenmiş ve bunlara dayalı bir model oluşturulmuştur. Çizelge 5.4 'de yer alan ana kriterler ve alt kriterler doğrultusunda oluşturulan hiyerarşik yapı, Şekil 5.18 'de görsel olarak sunulmaktadır. Bu yapı, Aksaray ilinde meydana gelebilecek olası bir depremden kaynaklanacak hasarın belirlenmesine yönelik analitik bir yaklaşım sağlamaktadır.

Şekil 5.18 'de yer alan hiyerarşide, çalışmada kullanılan dört ana kriter ve bunlara bağlı alt kriterler gösterilmektedir. Hiyerarşinin en üst seviyesinde temel amaç yer almakta, alt seviyelerde ise bu amaca ulaşmak için gerekli olan kriterler ve alt kriterler sıralanmaktadır. Bu yapı, Aksaray ilindeki olası bir deprem hasarının değerlendirilmesinde kullanılan temel parametrelerin sistematik bir şekilde sunulmasını sağlamaktadır.



Şekil 5.18. Çalışma alanına ait oluşturulmuş ana kriterlere ve alt kriterlere ait hiyerarşik yapı.

5.2.3 Kriterlerin ikili karşılaştırmalarının yapılması

Kriterlerin tanımlanmasının ardından, her bir kriter için ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulacak ve ardından sonraki aşamalara geçilecektir. Karşılaştırmalı yargılar, genellikle uzman görüşlerine dayalı olarak yapılacak ve bu yargıların geometrik ortalaması alınarak, ortak görüş doğrultusunda matrislere aktarılacaktır. Bu işlem, kriterlerin birbirine göre göreceli önem derecelerini belirlemek ve analiz sürecine devam etmek için gereklidir.

5.2.4 İlişki matrislerinin normalleştirilmesi/ ağırlıkların hesaplanması

İkili karşılaştırmaların yapılmasının ardından, ilişki matrislerinin normalleştirilmesi işlemi gerçekleştirilecektir. Bu aşamada, her bir matris hücresindeki değer, ilgili sütun toplamına bölünerek normalize edilecektir. Normalizasyon işleminin ardından, her bir satırın ortalaması alınacak ve bu sayede her kriter için öncelik değeri (ÖD) hesaplanacaktır. Son olarak, bu öncelik değerlerine dayanarak kriterlerin yüzde ağırlıkları belirlenecektir. Bu süreç, kriterlerin önem sırasını ve katkı oranlarını netleştirmektedir.

5.2.5 Tutarlık hesapları

Öncelik değerleri belirlendikten sonra, kriterlerin tutarlılığı ölçülür. Ağırlık toplam vektörleri (ATV) hesaplanarak, matris çarpma işlemiyle her bir kriterin ATV değeri elde edilir. Bu adım, kriterlerin ağırlıklarını netleştirir ve karar sürecinin doğruluğunu sağlar. ATV değerlerinin bulunmasının ardından elde edilen sonuçların ortalaması alınarak λ_{max} değeri bulunacaktır. λ_{max} 'ı bulduktan sonra tutarlılık indeksi (Tİ) hesaplanmaktadır. Tutarlılık indeksi şu şekilde hesaplanmıştır: $Tİ = (\lambda_{max} - n) / (n - 1)$ Tİ bulunduktan sonra tutarlık oranı (TO) hesaplanmaktadır. Tutarlılık oranı şu şekilde hesaplanmıştır: $TO = Tİ / Rİ$ Tutarlık oranı, karar vericilerin yaptığı karşılaştırmaların doğruluğunu değerlendirmek için kullanılır. Bu oran, 0.10'dan büyük bir değere sahip olduğunda, yapılan karşılaştırmaların tutarsız olduğu ve kararların güvenilirliğinin düşük olduğu anlamına gelir. Hesaplama sırasında, rassal indeks tablosundan uygun değer seçilerek tutarlık oranı hesaplanmaktadır. Bu, karşılaştırmaların doğruluğunu ve güvenilirliğini test etmek için önemli bir adım olacaktır.

6. ARAŞTIRMA BULGULARI

6.1 AHP Yöntemi ile Önceliklendirme İşlemi

Bu çalışmada, Aksaray ilinde olası depremin etkilerinin simülasyon modeli ile araştırılması ve AHP yöntemleriyle hangi ana kriterin daha önemli olduğu belirlenerek sonuçlar karşılaştırılmıştır. Ayrıca, olası depremde etkili kriterlerin önem dereceleri hesaplanarak sıralanmıştır. Çalışmada olası bir deprem durumunda afet yönetimini daha etkili bir şekilde gerçekleştirmek amacıyla, bölgede etkili olan ana ve alt kriterlerin belirlenmesini hedeflemiştir. Bu amaca göre; beşinci bölümde Çizelge 5.4’de yer alan jeolojik, yapısal, çevresel ve sosyo-ekonomik faktörler olmak üzere 4 ana kriter belirlenmiştir. Jeolojik ana kriterin alt kriterleri; fay hatlarına uzaklık, litoloji, zemin geçirimsizlik, eğim, yeryüzü şekilleri ve en büyük yer ivmesidir. Yapısal ana kriterin alt kriterleri; mevcut yapı stokunun kalitesi, mevcut yapı stokunun yaşı, bina katsayısı, yapı yoğunluğudur. Çevresel ana kriterin alt kriterleri; kentsel donatı alanlarının yetersizliği, alanın konumu/erişilebilirliği, potansiyel etki alanıdır. Sosyo-Ekonomik ana kriterin alt kriterleri; nüfus yoğunluğu, gelir düzeyi, arazi fiyatlarıdır. Bu kriterler doğrultusunda oluşturulan hiyerarşik yapı, beşinci bölümde Şekil 5.18’de gösterilmektedir. Hiyerarşik yapının amacı, olası bir deprem anında hangi ana kriter veya alt kriterin daha öncelikli olduğunu belirlemektir. Çalışmanın önemi, afet öncesi ve sonrasında karar vericilere rehberlik ederek, etkili ve zamanında müdahale edilmesine katkı sağlamasıdır.

Çalışmada izlenen yöntem, literatür incelemesi, uygulama amacının belirlenmesi, anket sorularının hazırlanması, anket formlarının alanında uzman öğretim üyelerine uygulanması, verilerin kodlanıp düzenlenmesi, istatistiksel analizlerin yapılması, elde edilen sonuçların AHP yöntemleriyle değerlendirilmesi ve karşılaştırılmasından oluşmaktadır. Anket çalışmasında, beşinci bölümde Çizelge 5.2’de yer alan 1-9 skalasına göre değerlendirmeler yapılmıştır. Hiyerarşik yapı, Şekil 5.18’de gösterildiği gibi oluşturulduktan sonra, ikili karşılaştırma yöntemi kullanılarak ana kriterlerin önem dereceleri belirlenmiş ve AHP modelinin çözümü elde edilmiştir. Çizelge 6.1’te ana kriterlerin ikili karşılaştırılma matris sonuçları gösterilmektedir. Ana kriterlerin ilişki matrislerinin normalleştirilmesi hesaplanmıştır (Çizelge 6.2). Bu kriterlerin maksimum özdeğeri (λ_{max}) hesaplanırken kullanılan öncelik değerleri ve ağırlıklı toplam vektör değerleri Çizelge 6.3’te gösterilmektedir.

Çizelge 6.1. Ana kriterlerin ikili karşılaştırılma matrisi.

Ana Kriter	Jeolojik Faktörler	Yapısal Faktörler	Çevresel Faktörler	Sosyo-Ekonomik Faktörler
Jeolojik Faktörler	1,00	3,00	5,00	7,00
Yapısal Faktörler	0,33	1,00	3,00	5,00
Çevresel Faktörler	0,20	0,33	1,00	3,00
Sosyo-Ekonomik Faktörler	0,14	0,20	0,33	1,00
Toplam	1,68	4,53	9,33	16

Çizelge 6.2. Ana kriterlerin ilişki matrislerinin normalleştirilmesi.

Ana Kriter	Jeolojik Faktörler	Yapısal Faktörler	Çevresel Faktörler	Sosyo-Ekonomik Faktörler
Jeolojik Faktörler	0,60	0,66	0,54	0,44
Yapısal Faktörler	0,20	0,22	0,32	0,31
Çevresel Faktörler	0,12	0,07	0,11	0,19
Sosyo-Ekonomik Faktörler	0,09	0,04	0,04	0,06

Görelî öncelik değeri (ÖD) hesaplanabilmesi için ana kriterlerin ilişki matrislerinin toplamının aritmetik ortalaması ile bulunmaktadır. Çalışmada maksimum öz değeri (λ_{max}) hesaplayabilmek için, ana kriterlerin karşılaştırmalı matrisinin sütunları ile görelî öncelikler çarpıldıktan sonra toplanarak ağırlıklı toplam vektör (ATV) oluşturulmaktadır. Ağırlıklı toplam vektörün elemanları kendisine karşılık gelen görelî önceliğe bölündükten sonra sonucun aritmetik ortalaması λ_{max} 'ı vermektedir (Güngör ve İşler, 2005).

Çalışma kapsamında AHP, birden fazla kriter ve alt kriterin göz önünde bulundurulması gereken durumlarda oldukça etkilidir. Birçok faktörün birlikte

değerlendirilmesi gereken karmaşık kararlar, AHP yöntemiyle hiyerarşik bir yapıya dönüştürülerek düzenli ve sistematik bir şekilde çözülmektedir.

Çizelge 6.3. Ana kriterlerin maksimum özdeğer (λ_{max}) hesaplanırken kullanılan öncelik değerleri ve ağırlıklı toplam vektörleri.

Öncelik Değeri (ÖD)	Ağırlıklı Toplam Vektör (ATV)	ATV/Ö D	Maksimum Özdeğer (λ_{max})
0,558	2,356	4,222	4,118
0,263	1,099	4,175	
0,122	0,492	4,036	
0,057	0,230	4,041	

Maksimum özdeğer (λ_{max}) sonucu ile toplam ana kriter sayısı (n) kullanılarak tutarlılık indeksi (Tİ) 0,039 olarak hesaplanmıştır. Tutarlılık indeksi (Tİ) ve Çizelge 5.3’de yer alan Rİ (n: 0,89) değeri kullanılarak tutarlılık oranı (TO) 0,044 olarak hesaplanmıştır.

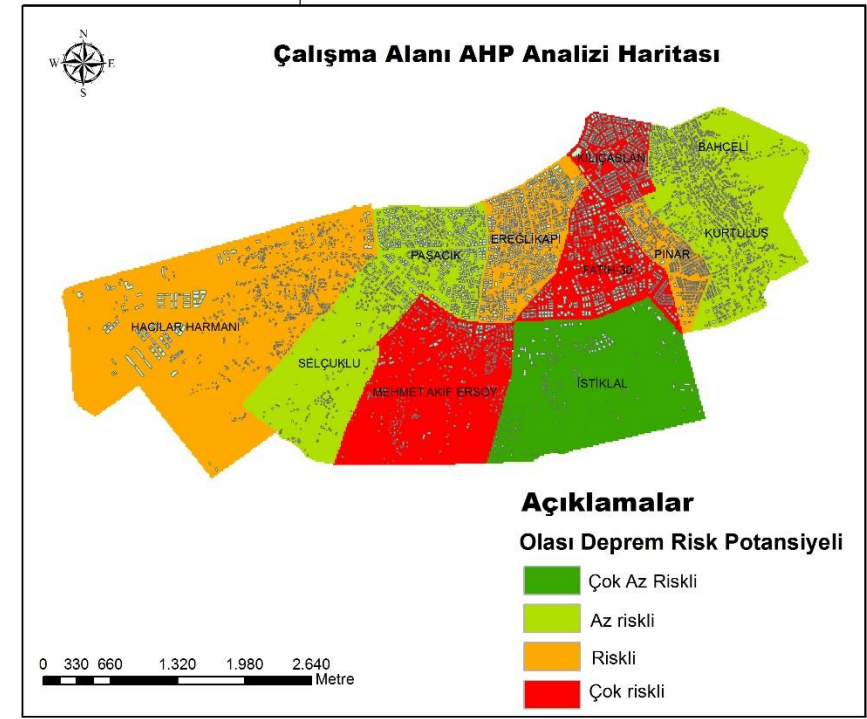
Tutarlılık oranı, karar vericilerin gerçekleştirdiği karşılaştırmaların geçerliliğini ve doğruluğunu değerlendiren bir ölçüttür. Bu çalışmada, tutarlılık oranının 0,044 olarak belirlenmesi, bu değerin 0.10’den küçük olması nedeniyle, yapılan karşılaştırmaların yüksek düzeyde tutarlı olduğunu ve dolayısıyla kararların güvenilirliğinin sağlıklı bir düzeyde olduğunu göstermektedir.

Ayrıca, AHP modelinin ayrıntılı sonucu Çizelge 6.4’da ana kriterlerin ve alt kriterlerinin ikili karşılaştırma öncelik matris değerleri ve tutarlılık oranları sunulmaktadır. Bu kriterlerin tutarlılık oranlarında 0,10’den küçük olması kararın doğruluğunu desteklemektedir. Diğer ana kriterlere ait alt kriterlerin ikili karşılaştırmaları, normalize edilmiş değerleri, öncelik vektörleri, ağırlıklı toplam vektör değerleri, maksimum özdeğerleri, tutarlılık indeksi ve tutarlılık oranları Ek C’de gösterilmektedir.

Analiz sonucunda, çalışma alanı için ana kriterlerin daha etkili oldukları tespit edilmiştir. Belirtilen tüm veriler toplanıktan sonra, her bir kriter ArcMap 10.5 yazılımı kullanılarak hazırlanmıştır. Vektör veriler raster veri formatına dönüşümleri yapılmıştır. Koordinat sistemleri tüm verilerde aynı olacak şekilde ayarlanmıştır. Daha sonra veriler aynı çözünürlükte raster formata dönüştürülmüştür. Herbir kriter için oluşturulan bu raster veriler, AHP ile hesaplanan ağırlık değerlerine göre yeniden sınıflandırılmıştır. Son olarak yeniden sınıflandırılan raster haritalar birleştirilmiş ve AHP sonuç haritası üretilmiştir (Şekil 6.1).

Çizelge 6.4. AHP modelinin ayrıntılı sonucu.

	Öncelik Matris Değeri	
Ana Kriterler		
Jeolojik Faktörler	0,558	
Yapısal Faktörler	0,263	
Çevresel Faktörler	0,122	
Sosyo-Ekonomik Faktörler	0,057	
		TO=0,044
<i>* TO = Tutarlılık Oranı</i>		
Jeolojik Faktörler Kriterinin Alt Kriterleri		
Fay Hatlarına Uzaklık	0,448	
Litoloji	0,254	
Zemin Geçirimsizliği	0,146	
Eğim	0,081	
Yeryüzü Şekilleri	0,045	
En Büyük Yer İvmesi	0,026	
		TO=0,0824
Yapısal Faktörler Kriterinin Alt Kriterleri		
Mevcut Yapı Stokunun Kalitesi	0,545	
Mevcut Yapı Stokunun Yaşı	0,275	
Bina Katsayısı	0,117	
Yapı Yoğunluğu	0,063	
		TO=0,0305
Çevresel Faktörler Kriterinin Alt Kriterleri		
Kentsel Donatı Alanlarının Yetersizliği	0,615	
Alanın Konumu/Erişilebilirliği	0,292	
Potansiyel Etki Alanı	0,093	
		TO=0,002277
Sosyo-Ekonomik Faktörler Kriterinin Alt Kriterleri		
Nüfus Yoğunluğu	0,665	
Gelir Düzeyi	0,231	
Arazi Fiyatları	0,104	
		TO=0,0749
<i>* TO = Tutarlılık Oranı</i>		

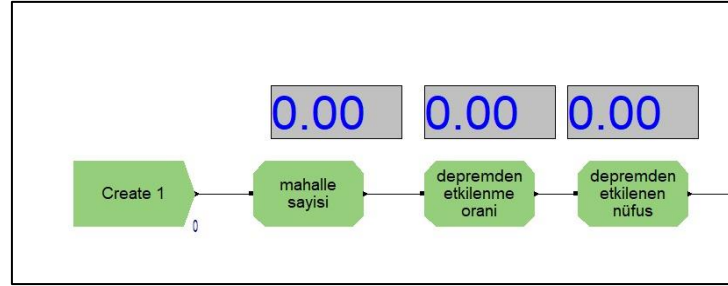


Şekil 6.1. Çalışma alanı AHP analizi sonuç haritası.

6.2 Simülasyon Modelinin ARENA Programına Uygulanması

Şekil 5.14'te yer alan ve simülasyon modeli kurulurken oluşturulan ağ yapısının deprem sonrası yaşanacak süreç, ARENA programına Şekil 6.2'deki gibi uygulanmıştır. Şekil 6.2'de, çalışmada yer alan bir mahallenin hasar tahmini için ARENA simülasyon modelinin giriş kısmı gösterilmektedir. Görüldüğü üzere, 1. aşamada Create modülü ile 5,1-6,5 Mw büyüklüğünde bir depremin meydana gelmesi sağlanmış ve çalışmadaki mahalle nüfusunun sisteme tanımlanarak hangi oranının etkilendiği belirlenmiştir. 3. aşamada zemin profilinin durumu sorgulanmış, ardından 4. aşama olarak üç farklı zemin profili (iyi, orta, kötü) oranları sisteme tanımlanmış ve Şekil 5.14'te belirtilen 5. aşama ile dokuz farklı dallanma oluşturulmuştur. Bu yapıyla,

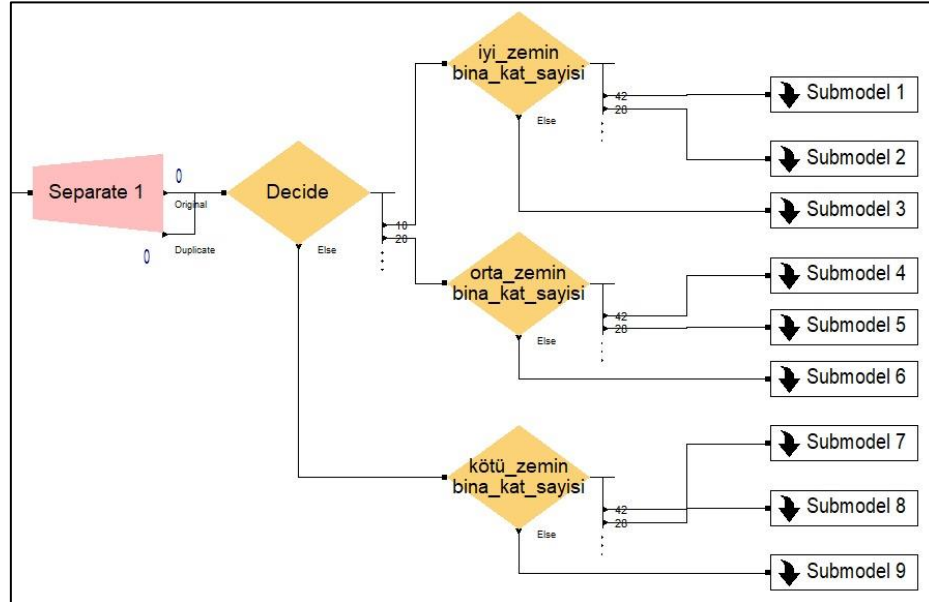
mahalledeki zemin ve bina özelliklerine dayalı olarak deprem sonrası durum detaylı bir şekilde modellemiştir.



Şekil 6.2. Deprem sonrası yaşanacak sürecin ARENA programına uygulanması (giriş kısmı 1).

Aşağıda yer alan Şekil 6.3, beşinci bölümde yer alan Şekil 5.14'ün son aşaması ve Şekil 5.15'in giriş kısmının ARENA programına nasıl uygulandığını göstermektedir.

Şekil 6.3'de, zemin profili kötü olan çok katlı binalarda yaşayan ve depremden etkilenebilecek kişiler Station modülü kullanılarak kaydedilmiştir. Bu kişilerin verileri, Record modülü ile hafızada tutulmuş ve ardından fiziksel olarak etkilenecek kişiler, etkilenecek kişilerden ayırt edilmiştir. Bu işlem, Decide modülü ile bir sapma oranı eklenerek gerçekleştirilmiştir.

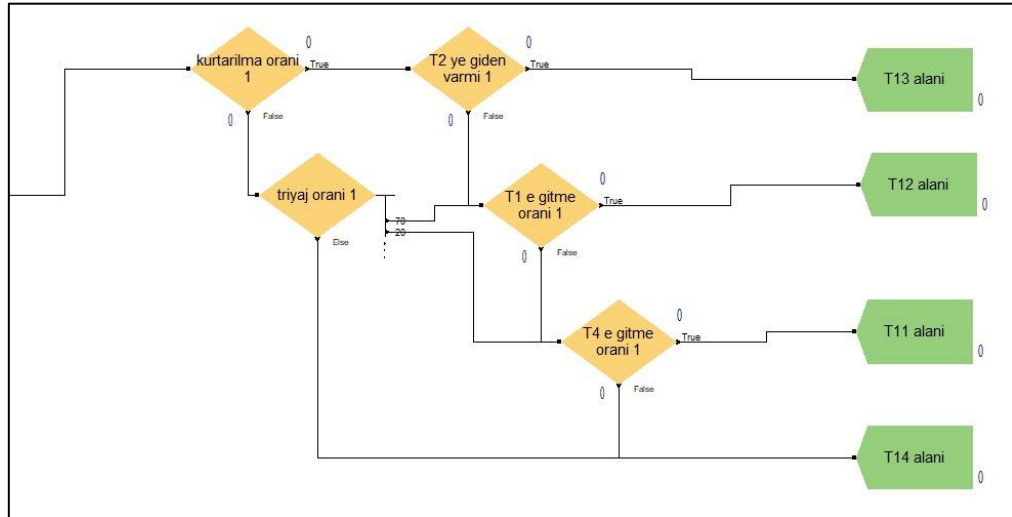


Şekil 6.3. Deprem sonrası yaşanacak sürecin ARENA programına uygulanması (giriş kısmı 2).

Şekil 5.14'ün 5. aşamasının ARENA programına uygulanmasını gösteren Şekil 6.4'de, depremden etkilenen kişilerin sağlık durumları belirlenmeye çalışılmaktadır. Bu aşamada, depremden etkilenen kişilerin enkaz altında olup olmadığını tespit etmek için Decide modülü kullanılmıştır. Enkaz altından kurtarıma sürelerini tanımlamak için Hold modülü sisteme eklenmiştir.

Bu süreler, Record modülü ile kaydedilmiş ve kurtarılan kişiler, Process modülüyle triyaj işlemlerine tabi tutulmuştur. Enkaz altında olmayan kişiler ise, sağlık durumları hafif yaralı (T3) olarak Assign modülü ile işaretlenmiştir. Hafif yaralı kişilerin kaydını tutmak için Record modülü kullanılarak sayım yapılmıştır. Ayrıca, hafif yaralıların geciktirilebilir yaralı (T2) durumuna geçiş olasılığı için Markov geçiş olasılıkları, Decide modülüne girilmiş ve sonrasında Dispose modülü ile sistemden çıkışları sağlanmıştır.

Şekil 6.4'deki olay yeri triyajının ardından, kişilerin sağlık durumları belirlenmiş ve Assign modülü ile T1, T2 ve T4 gibi entity type (gezen birim) olarak atanmıştır. Bu üç triyaj sınıfı, Record modülüyle sayılmıştır ve ardından, bu sınıflar arasındaki geçiş olasılıkları için beşinci bölümdeki Şekil 5.16'daki değerler kullanılarak Decide modülü ile karar verilmiştir.



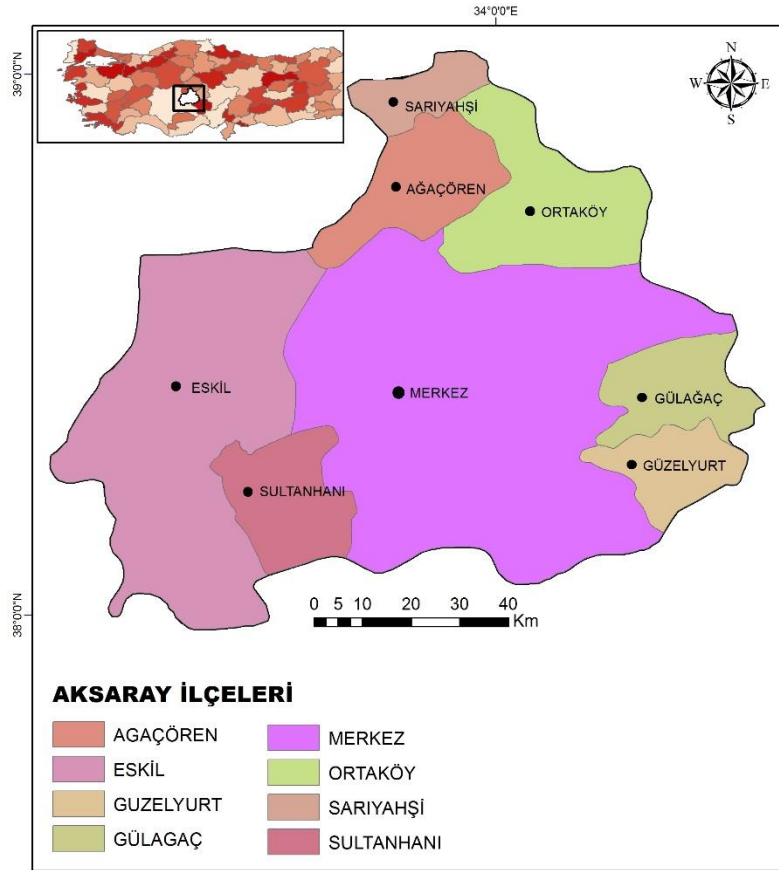
Şekil 6.4. Deprem sonrası yaşanacak sürecin 5. aşamasının ARENA programına uygulanması (Submodel 1).

Geciktirilebilir yaralı (T2) grubuna, Çizelge 5.1'de belirtilen bekleme süresi boyunca ikinci bir triyaj işlemi Process modülü ile yapılmıştır. Decide modülü ile geçiş olasılığına karar verildikten sonra, Dispose modülü ile sistemden çıkışları hastane ya

da morg şeklinde sağlanmıştır. Bu süreç, deprem sonrası sağlık durumlarının değerlendirilmesi ve kaynakların verimli bir şekilde yönetilmesi amacıyla oluşturulmuş bir modelin parçasıdır.

6.3 Aksaray İlinin Deprem Senaryosunun Hazırlanması

Bu bölümde Aksaray iline ait ilgili parametreler kullanılarak Bölüm 2’de oluşturulmuş olan Şekil 5.14’deki gibi simülasyon modelinin olasılıksal şematik gösterimi şeklinde uygulaması yapılmıştır. Aksaray ilinde olası bir depremin senaryosunun sonuçları modelin ağ yapısı şeklinde ARENA programında üretilmiştir. Çalışma alanı olarak Aksaray ilinin seçilmesinin temel nedeni, il genelinde ayrıntılı zemin etüt raporlarının ve bina envanter verilerinin olmamasından dolayı ARENA simülasyon programı kullanılarak deprem senaryosu oluşturulmuştur. Son olarak ise yapılan uygulamanın sonuçları bölümün sonunda tartışılmıştır. Çalışma alanı kapsamında Aksaray iline ait ilçeler Şekil 6.5’de gösterilmektedir.



Şekil 6.5. Aksaray iline ait ilçelerin gösterimi.

Deprem senaryolarının hazırlanması, aşağıdaki şekliyle sıralanarak çalışma safhalarını kapsar (Erdik vd., 1996):

1. Depremsellik ve Mikrobölgelendirme Çalışmaları: Bu aşama, bölgenin deprem tehlikesi ve yerel zemin yapısının tespit edilmesine yönelik çalışmaları içerir. Deprem kaynaklarının ve fay hatlarının analiz edilmesi, olası deprem büyüklüklerinin ve sıklığının tahmin edilmesi bu safhada yapılır. Ayrıca, mikrobölgelendirme ile yerel zemin özelliklerinin etkileri göz önünde bulundurularak, farklı bölgelerdeki depremsellik farklılıkları değerlendirilir.

2. Zemin ve Yapı Özelliklerinin Değerlendirilmesi: Bu safhada, zemin özellikleri (yeraltı suyu seviyesi, zemin türü, sıvılaşma riski vb.) ve mevcut yapıların dayanıklılığı incelenir. Yapıların tasarım standartları, taşıyıcı sistemleri ve güçlendirme gereksinimleri belirlenir.

3. Deprem Büyüklüğü ve Sıklığı Tahminleri: Bölgedeki geçmiş depremler ve olası gelecekteki depremler için büyüklük, yoğunluk ve sıklık tahminleri yapılır. Bu tahminler, bölgenin deprem tehlikesi hakkında bilgi verir.

4. Hasar ve Zarar Tahminlerinin Yapılması: Olası depremler sonucu oluşacak yapısal hasarlar, can ve mal kaybı tahminleri yapılır. Bu aşama, bölgedeki yapı stoğu, yerleşim alanlarının yoğunluğu ve demografik özellikler dikkate alınarak gerçekleştirilir.

5. Afet Risk Analizinin Yapılması: Bölgedeki afet risklerinin analiz edilmesi, etkilenecek alanların belirlenmesi ve afet sonrası alınacak önlemler için stratejiler geliştirilmesi sağlanır. Bu safhaların tamamlanması, deprem senaryolarının daha doğru ve güvenilir şekilde oluşturulmasını sağlar (Özmen, 2010).

Bir deprem senaryosunun en önemli aşaması, o bölgeyi etkileyebilecek deprem tehlikesinin ve bu tehlikenin gerçekleşme olasılığının belirlenmesidir. Deprem bağlamında bu aşama, özellikle bölgeyi etkilemesi muhtemel bir depremin olasılığını ve bu depremin yaratacağı yer sarsıntısının büyüklüğünü ortaya koymayı hedefler. Depremin bir bölgedeki etkisini değerlendiren temel parametrelerden biri, yer sarsıntısının büyüklüğü olup, bu genellikle maksimum yer ivmesi ile ifade edilir. Bir bölgedeki maksimum yer ivmesinin büyüklüğü, pek çok faktöre bağlı olarak değişir. Bu faktörler arasında depremin büyüklüğü, odak derinliği, fay türü, fay atımı, fay

uzunluğu, bölgeye olan uzaklık, bölgedeki kaya türü, morfolojik özellikler ve diğer yerel koşullar yer alır. Maksimum yer ivmesinin hesaplanabilmesi için, bu parametreler dikkate alınarak çeşitli azalım formülleri geliştirilmiştir. Bu formüller sayesinde, deprem kaynağından belli bir mesafedeki bölge için olası maksimum yer ivmesi tahmin edilebilir. Bu azalım formüllerinden en yaygın kabul görenlerden biri, Boore vd. (1993, 1997) tarafından geliştirilen formüllerdir. Bu formüller, yer sarsıntısının tahmin edilmesinde önemli bir araçtır ve deprem senaryoları için temel bir referans sağlar (Tüysüz, 2003).

Deprem senaryoları, hem deterministik hem de probabilistik (olasılık) sismik tehlike analizlerinde önemli bir rol oynayan ve yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (Campbell, 2003). Bu analiz yöntemleri sayesinde, standart bir büyüklüğe sahip depremin bir bölgedeki etkileri önceden tahmin edilebilmektedir (Erturaç ve Tüysüz, 2010). Deterministik yaklaşım, belirli bir deprem kaynağının etkilerini doğrudan değerlendirirken, probabilistik yaklaşım daha geniş bir perspektifle, farklı olasılıkları göz önünde bulundurarak tehlike düzeyini hesaplar. Her iki yöntem de deprem riski ve etkilerini anlamak ve buna göre hazırlıklı olmak için kritik öneme sahiptir.

Yapılan çalışmada ARENA simülasyon programı kullanılarak deprem senaryosu oluşturulurken stokastik temelleri olan kurgusal yapıda yöntem kullanılarak uygulama yapılmıştır. Uygulama sonuçlarında bu yöntemler çerçevesinde değerlendirilmiştir.

Aksaray ili için daha ayrıntılı bir deprem senaryosu için gerekli olan veriler aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır. Aksaray deprem senaryosu için toplanacak veriler iki ana başlık altında özetlenebilir:

A- Doğal Duruma İlişkin Veriler:

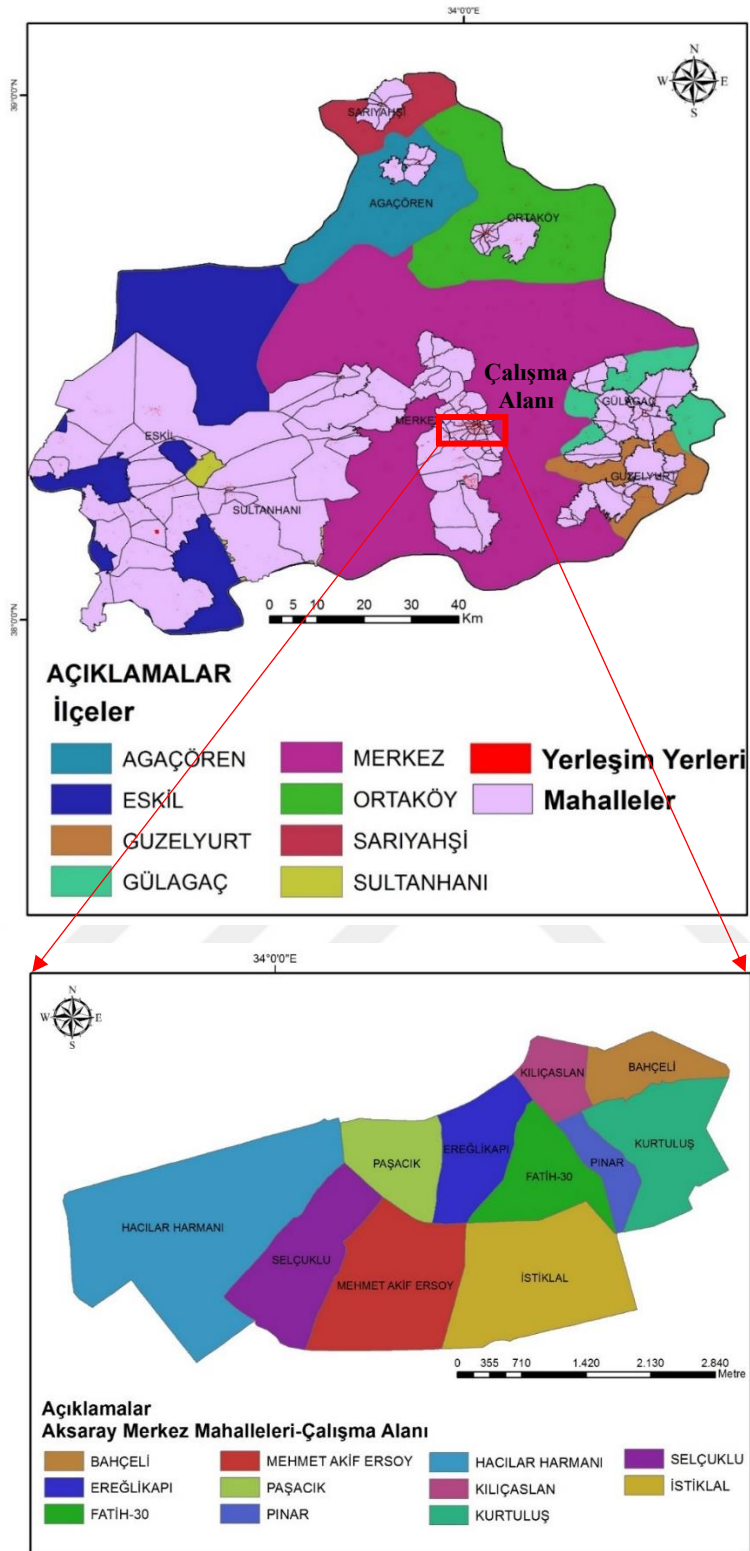
Topoğrafya verileri, arazinin eğimi ve yüksekliği hakkında bilgiler sunar. Eğim ve yükseklik haritaları, suyun hareketi, toprak kaymaları ve diğer doğa kaynaklı afet risklerinin analizinde kullanılır. Jeolojik veriler ise yer altı yapılarıyla ilgili bilgi sağlar. Zemin türü, derinliği ve jeofizik veriler, bölgedeki yerin sağlamlığı, inşaat güvenliği ve doğa kaynaklı afetlere karşı hazırlık açısından kritik öneme sahiptir. Jeoteknik veriler, zemin taşıma kapasitesi ve sıvılaşma riski gibi faktörleri içerir. Zemin taşıma kapasitesi, yapıların dayanıklılığını etkilerken, sıvılaşma riski, özellikle

depremler sırasında ciddi tehdit oluşturabilir. Deprem verileri, geçmişteki depremler ve bu depremlerin potansiyel şiddeti hakkında bilgi verir. Geçmişte yaşanan sismik olaylar, bölgedeki deprem riski ve gelecekteki afetlerin olası etkileri hakkında fikir verir. Hasar verileri ise geçmişteki deprem hasarları ve binaların dayanıklılığına dair bilgiler sunar. Bu veriler, yapıların güvenliği, güçlendirilmesi ve gelecekteki depremler için hazırlıkların yapılmasında önemlidir.

B- Sosyal Duruma İlişkin Veriler:

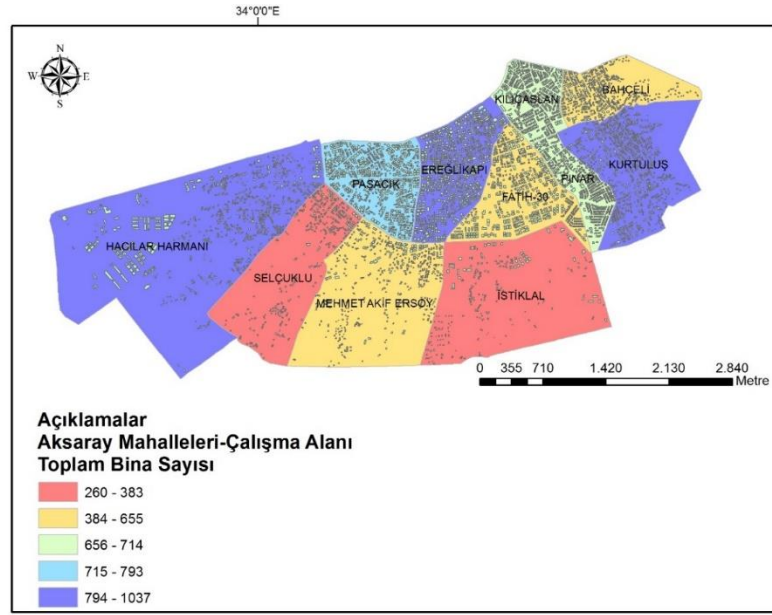
Nüfus verileri, bölgedeki nüfus yoğunluğu ve dağılımına dair bilgiler sağlar. Nüfus yoğunluğunun fazla olduğu bölgeler, afetler sırasında daha büyük riskler taşır ve acil durum yönetimi için özel önlemler gerektirir. Bina verileri, mevcut yapıların yaşı, yapısı ve depreme dayanıklılığı hakkında bilgiler içerir. Bu veriler, binaların güçlendirilmesi, güvenliği ve dayanıklılığı konusunda önemli bilgiler sunar. Yol ve köprü verileri ise ulaşım altyapısının durumu hakkında bilgi verir. Afet anında tahliye ve yardım ulaşımı için yol ve köprülerin durumu çok önemlidir. Altyapı verileri, doğalgaz, su, kanalizasyon, elektrik ve haberleşme sistemlerinin durumunu içerir. Bu altyapıların sağlam olması, afet sırasında temel hizmetlerin kesintisiz bir şekilde sunulabilmesi için gereklidir. Kritik tesis verileri, eğitim, sağlık, emniyet, itfaiye ve diğer resmi tesislerin güvenliğiyle ilgilidir. Bu tesislerin güvenliği, afetlere karşı etkili bir müdahale ve acil hizmetlerin sağlanması için hayati rol oynar. Son olarak, yangın ve parlayıcı tesislerin güvenliği, yangın riski ve çevresel tehditlerin önlenmesi açısından büyük önem taşır. Bu tesisler, sismik aktiviteler sırasında oluşturabileceği tehlikeler nedeniyle dikkatle izlenmelidir.

Bu çalışma için bu verilerden Aksaray iline ait nüfus sayıları, zemin profil yapısı ve bina kat sayı bilgileri üzerinde çalışılarak deprem senaryosu oluşturulmuştur. Tez kapsamında üzerinde çalışmaların yapılacağı mahallelerinde içerisinde bulunduğu Aksaray ilinin yerleşim alanları ve mahallelerin haritasıda Şekil 6.6'da gösterilmiştir. Aksaray iline ait yapılacak olan çalışmada 11 mahalle verileri üzerinde çalışılarak ARENA simülasyon programına veriler girilerek bölgeye ait deprem senaryosu oluşturulmuştur.

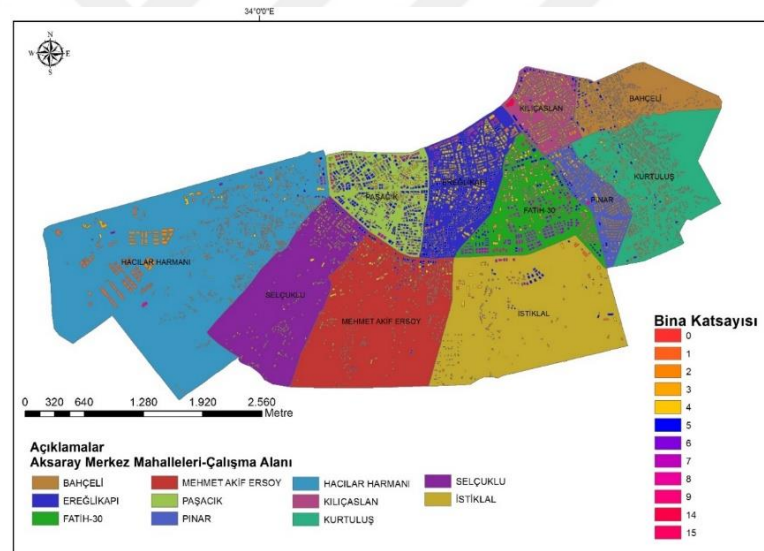


Şekil 6.6. Aksaray iline ait yerleşim yerleri ve çalışma alanına ait mahallelerin gösterimi.

Bu mahallelere ait toplam bina sayısı ve bina katsayıları Şekil 6.7 ve Şekil 6.8’de gösterilmektedir.



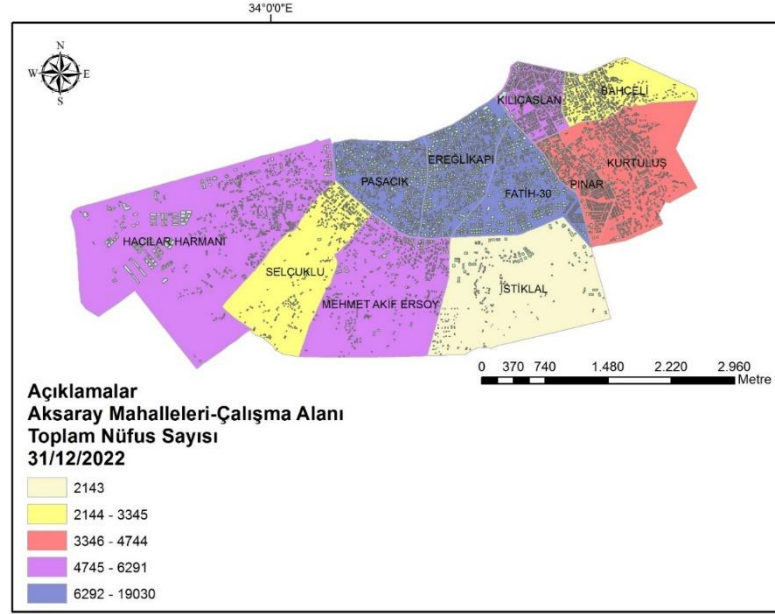
Şekil 6.7. Çalışma alanına ait mahallelerin toplam bina sayısı.



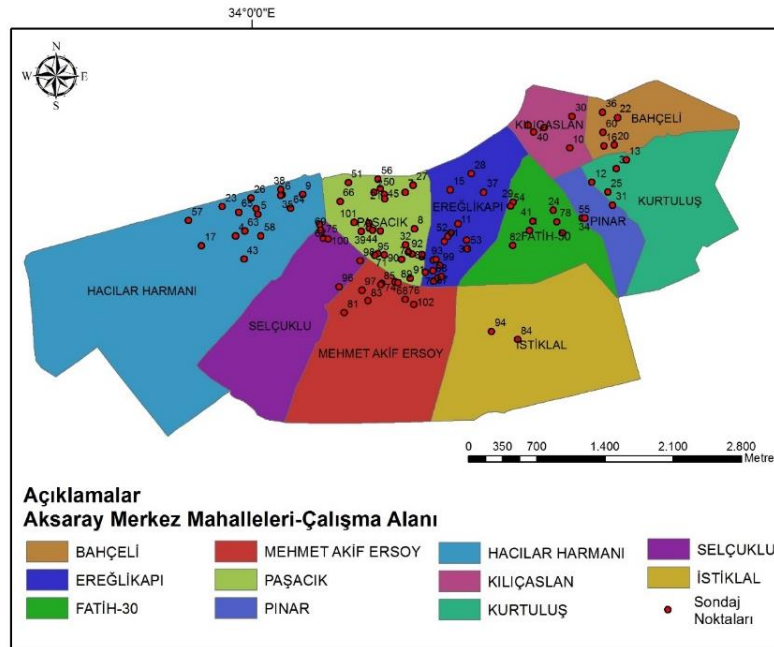
Şekil 6.8. Çalışma alanına ait mahallelerin bina katsayısı.

Aksaray ili genelinde nüfus sayısını dikkate alacak olursak çalışma alanına ait 11 mahallelerin 2022 yılına ait toplam nüfus sayısı Şekil 6.9’da gösterilmektedir. Aksaray iline ait yapılan literatür çalışmalarından “Aksaray İli 5 ve 6 Nolu Yağmur suyu Drenaj Bölgelerinin Jeoteknik Özelliklerinin İncelenmesi” başlıklı yüksek lisans tezinde çalışma alanına ait 11 mahalle içerisinde gerçekleştirilmiş sondaj verileri bulunmaktadır (Göktaş, 2021). Bu veriler doğrultusunda tezin daha verimli olacağı düşünülerek bu sondaj noktalarına ait verilerden faydalanılmıştır. Aksaray iline ait mahallelerde yapılan sondaj verilerinden faydalanarak zeminlerin fiziksel ve indeks

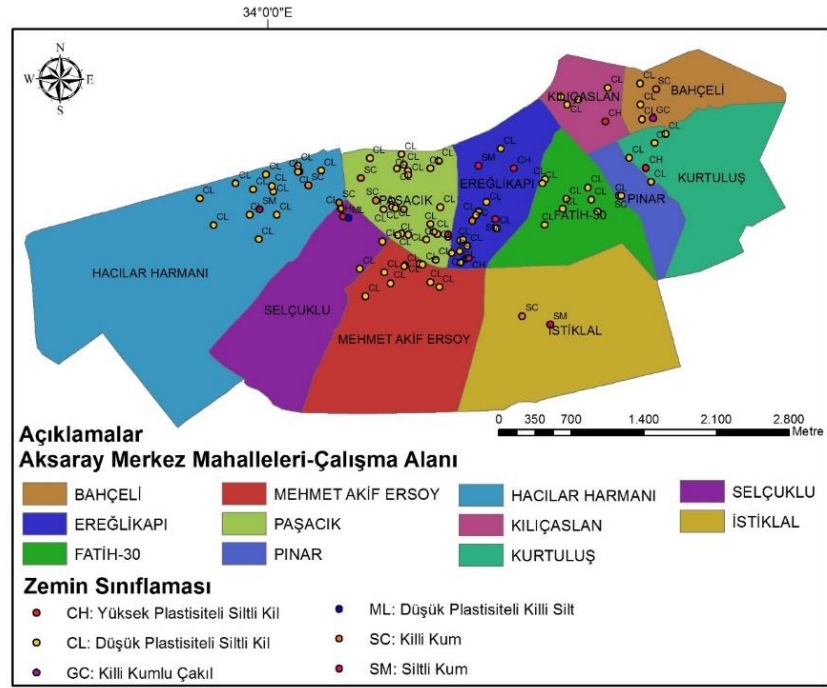
özellikleri ve Aksaray MAKS (Mekânsal Adres Kayıt Sistemi) mahalle, bina ve konut veri sayısı gösterilmektedir (Ek A). Bu özellikler dikkate alınarak sondaj noktaları ve bu sondaj noktalarındaki zemin sınıflandırmaları Şekil 6.10 ve Şekil 6.11’de gösterilmektedir (Göktaş, 2021).



Şekil 6.9. Çalışma alanına ait 31/12/2022 tarihli mahallelerin toplam nüfus sayısı.



Şekil 6.10. Çalışma alanına ait mahallelerdeki sondaj noktaları.



Şekil 6.11. Çalışma alanına ait mahallelerdeki zemin sınıflaması.

6.3.1 Simülasyon modelinin girdileri

Bu tez çalışmasında, deprem senaryosu oluşturmak amacıyla geliştirilmiş simülasyon modeli, Şekil 5.14'deki ARENA simülasyon modelinin ağ yapısının olasılıksal şematik gösterimi doğrultusunda kurulmuştur. Şekil 5.14'deki 1. aşama için, Aksaray ilinde 5,1-6,5 Mw büyüklüğünde, Aksaray ilinde yıkıcı bir deprem olasılığı dikkate alınmıştır. 2. aşamada ise, çalışma kapsamındaki ilgili mahallelerin 2021-2022 yılına ait nüfus verileri, Çizelge 6.5'te belirtilen şekilde sisteme aktarılmış ve üstel dağılıma uygun bir sapma oranı ile etkilenen nüfus hesaplanmıştır.

Çizelge 6.5. 2022 yılı çalışma kapsamında ele alınan 11 mahallenin nüfus bilgileri.

Yıl	İlçe	Mahalle Adı	Mahalle Nüfusu
2022	Merkez	Bahçeli	3345
2022	Merkez	Ereğlikapı Mah.	19030
2022	Merkez	Fatih	15753
2022	Merkez	Hacılar Harmanı	5872
2022	Merkez	İstiklal	2143
2022	Merkez	Kılıçaslan	6291
2022	Merkez	Kurtuluş	4744
2022	Merkez	M. Akif Ersoy	6011
2022	Merkez	Paşacık	17485
2022	Merkez	Pınar	4113
2022	Merkez	Selçuklu	2782

Depremi büyüklüğü ile yıkıcı etkisi arasındaki ilişkiyi açıklarken, genellikle kabul edilen temel ilke, depremin büyüklüğündeki her bir birim artışın salınan enerjiyi yaklaşık 32 kat artırdığıdır. Bu ilişki, Richter ölçeği gibi logaritmik ölçeklerde, depremlerin enerji salınımını değerlendirirken kullanılır. Ancak, bu hesaplama yalnızca depremin saldırdığı enerjiyi belirler ve doğrudan yıkım oranı ya da hasar seviyesini tahmin etmez. Depremin yıkıcılığı, yalnızca salınan enerjiyle değil, aynı zamanda deprem derinliği, yerel zemin koşulları, yapıların dayanıklılığı ve nüfus yoğunluğu gibi bir dizi faktörle de şekillenir. Dolayısıyla, Richter ölçeğindeki büyüklük ve enerji ilişkisi, doğrudan hasar tahmini sağlamaz; ancak enerji artışını anlamak için önemli bir referans noktası sunmaktadır (Aki ve Richards, 2002).

Deprem şiddeti ile yıkım oranı arasındaki ilişkiyi inceleyen çeşitli önemli modeller mevcuttur. Bunlardan biri, özellikle deprem büyüklüğü ile hasar arasındaki ilişkiyi ele alan "Gutenberg-Richter ilişkisi"dir ve bu model sıklıkla kullanılmaktadır. Bu formül, belirli bir deprem büyüklüğüne bağlı olarak o büyüklükteki depremlerin sayısını tahmin etmeye yönelik bir yaklaşım sunmaktadır. Formül; $\log_{10}N = a - bM$ şeklindedir.

Bu noktada, depremin büyüklüğü, o büyüklükteki veya daha büyük depremlerin sayısını ifade etmektedir. Bu ilişkiye göre, her birim büyüklük artışı, belirli bir zaman diliminde aynı bölgede meydana gelen deprem sayısını yaklaşık on kat azaltır. Ayrıca, büyüklük arttıkça, depremin yol açacağı yıkım olasılığı da genellikle artar. Yani, her büyüklük artışı, belirli bir süre içinde bölgedeki deprem sayısını yaklaşık on kat düşürür ve büyüklük arttıkça yıkım riski de artmaktadır.

Ayrıca, odak derinliği gibi faktörlerin de yıkım üzerinde önemli bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. Daha sığ depremler, yüzeye daha yakın olmaları nedeniyle genellikle daha yıkıcı olabilirken, derin depremlerin yıkıcı etkisi genellikle daha sınırlıdır. Bu bağlamda, bazı araştırmacılar odak derinliği ve maksimum fay yer değiştirmesini içeren ampirik modeller geliştirmiştir, çünkü derinliğin hasar tahmininde önemli bir rol oynadığı anlaşılmıştır. Bu tür ilişkiler, özellikle depreme dayanıklı yapıların tasarımında ve risk yönetiminde büyük bir öneme sahiptir (Gutenberg ve Richter, 1955). Deprem sonrası bina yıkıldığında yaralıların önceliklendirilmesi, yapılan literatür çalışmaları sonucunda belirlenmiştir (Jaiswal et al., 2011).

Şekil 5.14' te bulunan ağ yapısında 4. Aşamada kullanılacak Çizelge 6.6' da verilen zemin profil yapı oranlarını elde etmek için; Aksaray ili genelinde ilgili kurumlar ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bu kurumlar, Aksaray AFAD İl Müdürlüğü' nde çalışan personeller, Aksaray Belediyesi ilgili çalışanlar tarafından çalışma kapsamında ilgili mahallelerin jeolojik alt yapısı hakkında alınan ayrıntılı bilgiler ve Aksaray geneli yapılan önceki çalışmaların SPT verileri dikkate alınarak bu faktörlerin birbirine entegrasyonu sağlanarak ve ardından hesaplamalar yapılmıştır. Her mahalle için hesaplanan oran farklı olacaktır. Bu oranlar, iyi, orta ve kötü olmak üzere üç alt sınıfta hesaplanmış ve Çizelge 6.6'da sunulmuştur. Örneğin, Çizelge 6.6'ya göre Paşacık Mahallesi'nin zemin profili, %60 oranında çoğunlukla kötü, %30 oranında orta ve %10 oranında iyi olarak belirlenmiş olup, bu hesaplamalar yukarıda belirtilen faktörler doğrultusunda yapılmıştır. Hesaplanan bu oranlar Şekil 5.14' ün 4. aşaması ve Decide modülünün girdi verileri kullanılmıştır.

Çizelge 6.6. Çalışma kapsamında ilgili mahallelerin zemin profil oranları.

Mahalle / Zemin Profil Oranı	İyi	Orta	Kötü
Bahçeli	% 20	%30	%50
Ereğlikapı Mah.	%10	%40	%60
Fatih	%10	%20	%70
Hacılar Harmanı	%10	%10	%80
İstiklal	%50	%30	%20
Kılıçaslan	%10	%40	%50
Kurtuluş	%10	%30	%60
M. Akif Ersoy	%10	%20	%70
Paşacık	%10	%30	%60
Pınar	%10	%20	%70
Selçuklu	%10	%40	%50

Çizelge 6.6'deki zemin profil oranları belirlenen mahallelerde, bulunan bina kat sayıları Çizelge 6.7' te verilmiştir. Bu veriler Aksaray Belediyesi ve Aksaray İl Özel İdaresinden temin edilmiştir. Her mahalledeki en yüksek katlı bina sayısı farklılık göstermektedir. Örneğin, Çizelge 6.7'ye göre Bahçeli Mahallesi'nde 6 katlı binalar, mahalledeki en yüksek katlı binalar olup, bu tip binalardan 12 adet bulunmaktadır. Öte

yandan, Fatih Mahallesi'nde ise en yüksek katlı binalar 9 katlı olup, bu tür binalardan mahallede 7 adet bulunmaktadır.

Çizelge 6.7. İlgili mahallelerde bulunan binaların kat sayıları.

Mahalleler/ Binakat Sayısı	1 kat	2 kat	3 kat	4 kat	5 kat	6 kat	7 kat	8 kat	9 kat	14 kat	15 kat	Top. Bina Sayısı
Bahçeli	355	128	52	20	35	12						602
Ereğlikapı Mah.	127	121	107	195	227	54	3	22	1		1	858
Fatih	126	96	62	75	65	116	30	14	7			591
Hacılar Harmanı	414	104	36	57	24	9	3	5	1			653
İstiklal	164	26	11	5	25	6	3	2				242
Kılıçaslan	90	285	188	85	38	10				1		697
Kurtuluş	449	198	94	24	25	11						801
M. Akif Ersoy	324	50	43	39	43	15						514
Paşacık	166	78	53	86	280	51	4	28				746
Pınar	319	243	65	19	32	2		1				681
Selçuklu	211	70	24	32	20	1						358

Çalışmada yer alan mahalleler için, Çizelge 6.8’de verilen bina kat sayıları, az, orta ve çok katlı olarak sınıflandırılmıştır.

Çizelge 6.8. Çalışma kapsamında ilgili mahallelerin az, orta ve çok katlı bina katsayıları.

Mahalleler/ Bina Kat Sayısı	Az Katlı	Orta Katlı	Çok katlı
Bahçeli	1-2 kat	3-4 kat	5-6 kat
Ereğlikapı Mah.	1-2 kat	3-4-5 kat	6-7-8-9-15 kat
Fatih	1-2-3 kat	4-5-6 kat	7-8-9 kat
Hacılar Harmanı	1-2-3 kat	4-5-6 kat	7-8-9 kat
İstiklal	1-2 kat	3-4-5 kat	6-7-8 kat
Kılıçaslan	1-2 kat	3-4 kat	5-6-14 kat
Kurtuluş	1-2 kat	3-4 kat	5-6 kat
M. Akif Ersoy	1-2 kat	3-4 kat	5-6 kat
Paşacık	1-2 kat	3-4-5 kat	6-7-8 kat
Pınar	1-2 kat	3-4 kat	5-6-8 kat
Selçuklu	1-2 kat	3-4 kat	5-6 kat

Bu sınıflandırma, Çizelge 6.9’da belirtilen mahallelerin her bir satırında gösterilmiştir. Çalışma kapsamında, Çizelge 6.7’de yer alan verilere dayanarak mahallelerin nüfusları bilinse de, her bir binada kaç kişinin yaşadığına dair net bir bilgi bulunmamaktadır. Deprem senaryoları oluşturulabilmesi ve kayıp tahminlerinin doğru yapılabilmesi için

bu bilgilere ihtiyaç duyulmuştur. Bu nedenle, Çizelge 6.9’da her bina, tek katlı olarak kabul edilerek, mahalle nüfusunun toplam bina sayısına bölünmesiyle her tek katlı binada yaşayan kişi sayısı hesaplanmıştır.

Çizelge 6.8’de, çalışma kapsamında ilgili mahallelerin az, orta ve çok katlı bina katsayıları sunulmaktadır. Mahalle nüfuslarının binalara dağılımını daha ayrıntılı bir şekilde açıklamak gerekirse, Çizelge 6.9’da yer alan mahallelerin zemin profil yapısındaki iyi, orta ve kötü yüzdelikleri ile binalarda yaşayan ortalama insan sayıları oransal olarak birleştirilecektir. Bu şekilde, her mahalleden 9 farklı nüfus dağılımı elde edilecektir. Çizelge 6.9’daki bu değerler, Şekil 5.14’teki 5. aşamada bulunan dokuz dalın girdi verileri olarak ARENA programına aktarılmıştır.

Çizelge 6.9. Simülasyon ağ yapısındaki 5. aşamanın değerleri.

Zemin Profili	İyi (%)			Orta(%)			Kötü(%)		
Bina Katsayısı	Az katlı	Orta Katlı	Çok Katlı	Az katlı	Orta Katlı	Çok Katlı	Az katlı	Orta Katlı	Çok Katlı
Nüfus Dağılımı	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Zemin Profili	İyi (%20)			Orta(%30)			Kötü(%50)		
Bahçeli Mahallesi	1-2 kat	3-4 kat	5-6 kat	1-2 kat	3-4 kat	5-6 kat	1-2 kat	3-4 kat	5-6 kat
Nüfus Dağılımı	56%	22%	22%	56%	22%	22%	56%	22%	22%
Zemin Profili	İyi(%10)			Orta(%40)			Kötü(%60)		
Ereğlikapı Mahallesi	1-2 kat	3-4-5 kat	6-7-8-9-15 kat	1-2 kat	3-4-5 kat	6-7-8-9-15 kat	1-2 kat	3-4-5 kat	6-7-8-9-15 kat
Nüfus Dağılımı	12%	71%	17%	12%	71%	17%	12%	71%	17%
Zemin Profili	İyi (%10)			Orta(%20)			Kötü(%70)		
Fatih Mahallesi	1-2-3 kat	4-5-6 kat	7-8-9 kat	1-2-3 kat	4-5-6 kat	7-8-9 kat	1-2-3 kat	4-5-6 kat	7-8-9 kat
Nüfus Dağılımı	23%	60%	17%	23%	60%	17%	23%	60%	17%
Zemin Profili	İyi (%10)			Orta(%10)			Kötü(%80)		
acılar Harmanı Mahalle	1-2-3 kat	4-5-6 kat	7-8-9 kat	1-2-3 kat	4-5-6 kat	7-8-9 kat	1-2-3 kat	4-5-6 kat	7-8-9 kat
Nüfus Dağılımı	61%	33%	6%	61%	33%	6%	61%	33%	6%
Zemin Profili	İyi (%50)			Orta(%30)			Kötü(%20)		
İstiklal Mahallesi	1-2 kat	3-4-5 kat	6-7-8 kat	1-2 kat	3-4-5 kat	6-7-8 kat	1-2 kat	3-4-5 kat	6-7-8 kat
Nüfus Dağılımı	46%	38%	16%	46%	38%	16%	46%	38%	16%
Zemin Profili	İyi (%10)			Orta(%40)			Kötü(%50)		
Kılıçaslan Mahallesi	1-2 kat	3-4 kat	5-6-14 kat	1-2 kat	3-4 kat	5-6-14 kat	1-2 kat	3-4 kat	5-6-14 kat
Nüfus Dağılımı	36%	50%	14%	36%	50%	14%	36%	50%	14%
Zemin Profili	İyi (%10)			Orta(%30)			Kötü(%60)		
Kurtuluş Mahallesi	1-2 kat	3-4 kat	5-6 kat	1-2 kat	3-4 kat	5-6 kat	1-2 kat	3-4 kat	5-6 kat
Nüfus Dağılımı	60%	27%	13%	60%	27%	13%	60%	27%	13%
Zemin Profili	İyi (%10)			Orta(%20)			Kötü(%70)		
M. Akif Ersoy Mahalles	1-2 kat	3-4 kat	5-6 kat	1-2 kat	3-4 kat	5-6 kat	1-2 kat	3-4 kat	5-6 kat
Nüfus Dağılımı	42%	28%	30%	42%	28%	30%	42%	28%	30%
Zemin Profili	İyi (%10)			Orta(%30)			Kötü(%60)		
Paşacık Mahallesi	1-2 kat	3-4-5 kat	6-7-8 kat	1-2 kat	3-4-5 kat	6-7-8 kat	1-2 kat	3-4-5 kat	6-7-8 kat
Nüfus Dağılımı	12%	68%	20%	12%	68%	20%	12%	68%	20%
Zemin Profili	İyi (%10)			Orta(%20)			Kötü(%70)		
Pınar Mahallesi	1-2 kat	3-4 kat	5-6-8 kat	1-2 kat	3-4 kat	5-6-8 kat	1-2 kat	3-4 kat	5-6-8 kat
Nüfus Dağılımı	64%	22%	14%	64%	22%	14%	64%	22%	14%
Zemin Profili	İyi (%10)			Orta(%40)			Kötü(%50)		
Seçuklu Mahallesi	1-2 kat	3-4 kat	5-6 kat	1-2 kat	3-4 kat	5-6 kat	1-2 kat	3-4 kat	5-6 kat
Nüfus Dağılımı	54%	30%	16%	54%	30%	16%	54%	30%	16%

6.3.2 Simülasyon modelinin çıktıları

Bu çalışmada, 11 mahallenin her biri için 5. Bölüm’de açıklanan ARENA simülasyon programı belirli bir zamanda çalıştırılmış ve 10 kez tekrarlanarak simülasyon sonuçları

kayıt altına alınmıştır. ARENA programında yürütülen simülasyon modelinden elde edilen verilere göre, mahallelerdeki T1, T2, T3 ve T4 gruplarına ait kişi sayıları Record modülü ile kaydedilmiştir. Simülasyon çalışmasının sonuçları Paşacık Mahallesi üzerinden ayrıntılı sonuçları gösterilmektedir. Diğer çalışma alanına ait mahallelerin ARENA Simülasyon sonuçları Ek B’de gösterilmektedir. Simülasyon sonuçlarına dair bir örnek olarak, Çizelge 6.10’da Paşacık Mahallesi için ARENA programında simüle edilen 6,5 Mw büyüklüğündeki depremin olası sonuçlarına ilişkin hasar ve kayıp tahminleri sunulmuştur. Çizelge 6.10’a göre, her bir yaralı grubu ve Şekil 5.14’te yer alan 9 dal için, ayrı ayrı en yüksek ve en düşük ortalama değerler hesaplanmıştır.

Çizelge 6.10. Paşacık Mahallesi’ nin 6,5 Mw büyüklüğündeki hasar ve kayıp tahmin sonuçlarının ARENA programı raporu.

Replication: 10					Replication: 10				
Name	Average	Half Width	Minimum	Maximum	Name	Average	Half Width	Minimum	Maximum
T1 SAY 1	0	0,000	0	0	T3 SAY 2	54,8	14,722	23	82
T1 SAY 2	0	0,000	0	0	T3 SAY 3	44,2	11,030	0	93
T1 SAY 3	0	0,000	0	0	T3 SAY 4	159,5	27,557	93	221
T1 SAY 4	1,2	0,000	0	12	T3 SAY 5	71,1	13,718	47	105
T1 SAY 5	0	0,000	0	0	T3 SAY 6	102,6	19,162	58	151
T1 SAY 6	2,4	0,000	0	12	T3 SAY 7	475,3	26,390	384	571
T1 SAY 7	8,3	2,715	0	23	T3 SAY 8	301,8	15,919	233	373
T1 SAY 8	10,6	0,000	0	23	T3 SAY 9	312,3	21,090	233	443
T1 SAY 9	4,6	3,619	0	23	T4 SAY 1	0	44,006	0	0
T2 SAY 1	1,2	5,643	0	12	T4 SAY 2	0	29,251	0	0
T2 SAY 2	3,6	6,100	0	12	T4 SAY 3	2,4	48,723	0	12
T2 SAY 3	1,2	6,937	0	12	T4 SAY 4	0	0,000	0	0
T2 SAY 4	4,7	2,715	0	23	T4 SAY 5	1,2	0,000	0	12
T2 SAY 5	1,2	4,147	0	12	T4 SAY 6	0	3,619	0	0
T2 SAY 6	4,7	2,715	0	23	T4 SAY 7	1,2	0,000	0	12
T2 SAY 7	27,9	5,822	0	47	T4 SAY 8	2,4	2,715	0	12
T2 SAY 8	28	2,715	0	58	T4 SAY 9	7,1	0,000	0	23
T2 SAY 9	23,2	5,822	0	58	Z1AB	185,6	2,715	116	245
T3 SAY 1	78,2	9,051	23	140	Z1CB	1202,7	3,619	1130	1260

Çizelge 6.5’de belirtildiği üzere, Paşacık Mahallesi’nin nüfusu 17.485 kişidir. Çizelge 6.6’ya göre, mahalledeki zemin profilleri %10 oranında iyi, %30 oranında orta ve %60 oranında kötü olarak hesaplanmıştır. Paşacık Mahallesi’nin 5,1-6,5 Mw büyüklüğüne ait kayıp tahmin sonuçları Çizelge 6.11 ve Çizelge 3.12’deki T1, T2, T3 ve T4 gruplarındaki bireylerin yoğunluklarına göre hangi alanlardan çıktığını göstermekte ve bu veriler Çizelge 6.9’un sonuçlarına dayanmaktadır. Çizelge 6.10’deki verilere göre, en fazla kayıp kötü zemin profiline sahip çok katlı binalardan, en az kayıp ise iyi zemin profiline sahip az katlı binalardan kaynaklanmıştır. Bu sonuçlar, çalışmanın başında

ortaya konulan varsayımları doğrulamakta ve simülasyonun belirlenen kriterlere uygun sonuçlar ürettiğini ortaya koymaktadır.

Çizelge 6.11. Paşacık Mahallesi'nin 5,1 Mw büyüklüğüne ait hasar ve kayıp tahmin sonuçları.

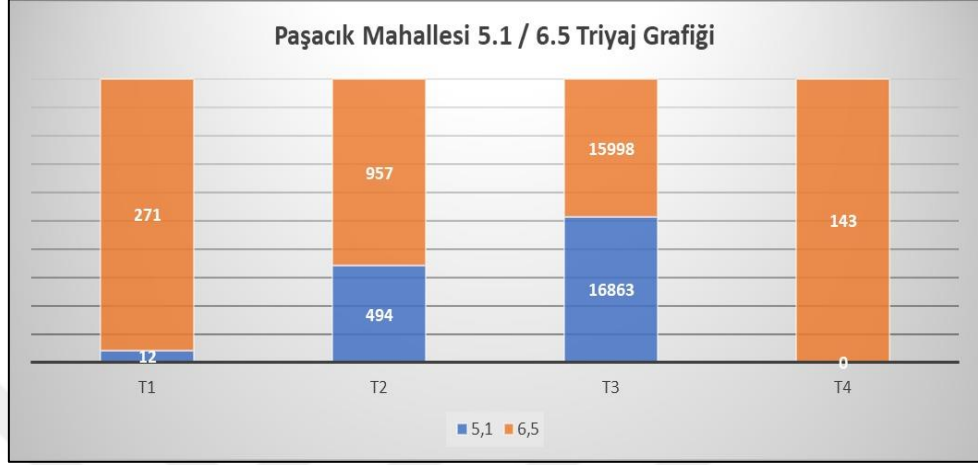
		T1	T2	T3	T4	Etkilenme Sayısı	Etkilenme Oranı
İyi Zemin	Az Katlı	0	24	806	0	1870	10,6948
	Orta Katlı	0	24	502	0		
	Çok Katlı	0	24	490	0		
Orta Zemin	Az Katlı	0	24	1549	0	3601	20,5947
	Orta Katlı	0	12	863	0		
	Çok Katlı	0	12	1141	0		
Kötü Zemin	Az Katlı	12	128	4555	0	11898	68,0468
	Orta Katlı	0	118	3286	0		
	Çok Katlı	0	128	3671	0		
		12	494	16863	0	Toplam Nüfus: 17485	

Çizelge 6.12. Paşacık Mahallesi'nin 6,5 Mw büyüklüğüne ait hasar ve kayıp tahmin sonuçları.

		T1	T2	T3	T4	Etkilenme Sayısı	Etkilenme Oranı
İyi Zemin	Az Katlı	0	12	782	0	1856	10,6148
	Orta Katlı	0	36	548	0		
	Çok Katlı	0	12	442	24		
Orta Zemin	Az Katlı	12	47	1595	0	3486	19,937
	Orta Katlı	0	12	711	12		
	Çok Katlı	24	47	1026	0		
Kötü Zemin	Az Katlı	83	279	4753	12	12027	68,7846
	Orta Katlı	106	280	3018	24		
	Çok Katlı	46	232	3123	71		
		271	957	15998	143	Toplam Nüfus: 17485	

Çalışma kapsamında değerlendirilen Aksaray ili merkez 11 mahallenin 5,1 Mw ve 6,5 Mw büyüklüğünde üretilen deprem senaryosunun sonuçları Çizelge 6.13 ve Çizelge 6.14'de verilmiştir. Aksaray ili için 6,5 Mw büyüklüğünde üretilen deprem senaryosunun simülasyon modelinden elde edilen toplam değerler; 1342 ağır yaralı (T1), 4782 geciktirilebilir yaralı (T2), 80.130 hafif yaralı (T3) ve 705 ölü (T4) şeklindedir. Çizelge 6.14'e göre, en fazla kayıp, zemin profili büyük oranda kötü olan ve aynı zamanda Aksaray'ın en kalabalık mahallesi olan Ereğlikapı Mahallesi'nden kaynaklanmıştır. Ayrıca, Çizelge 6.9'da belirtildiği üzere, Ereğlikapı Mahallesi'ndeki binaların %17'si, Paşacık Mahallesi'ndeki binaların %20'si yüksek katlı yapılardan oluşmaktadır. Şekil 6.12'de Paşacık Mahallesi'nde 5,1 Mw ve 6,5 Mw

büyükluğündeki olası deprem sonucu simülasyon çıktılarındaki yaralı önceliklendirme(Triyaj) grafiğı gösterilmektedir. Bu sonuçlara bakıldığında iki deprem büyüklüğü arasındaki fark T4 (ölü) değeri 5,1 Mw büyüklüğünde 0 iken, 6,5 Mw büyüklüğünde 143 olarak kayıtlanmaktadır.



Şekil 6.12. Paşacık mahallesi 5,1-6,5 Mw triyaj grafiğı.

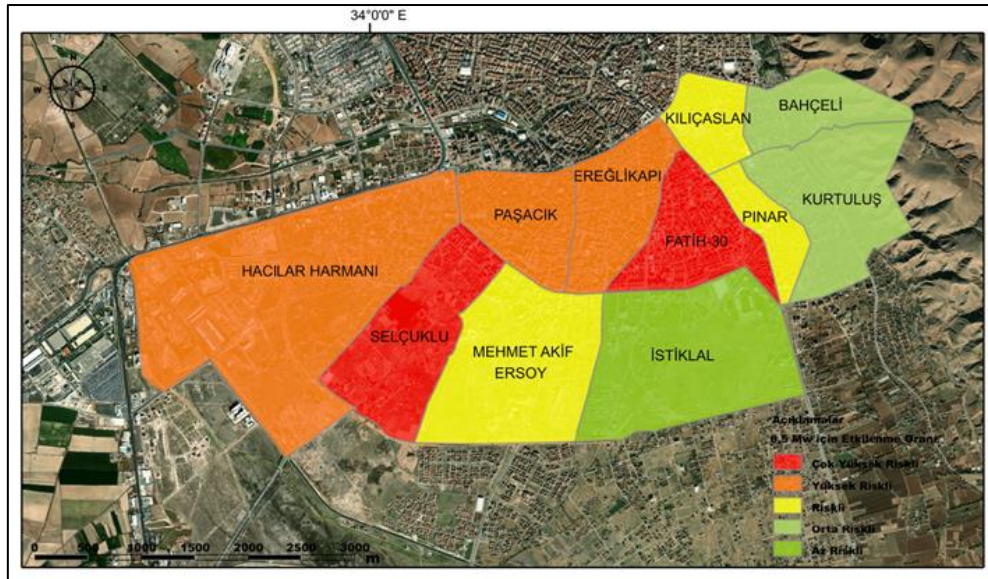
Çizelge 6.13. Aksaray ili için 5,1 Mw büyüklüğünde üretilen deprem senaryosunun sonuçları.

Mahalle Adı	T1	T2	T3	T4	Toplam	Toplam Nüfus	Etkilenme Oranı
BAHÇELİ	2	87	3229	0	3318	3345	99,19
EREĞLİKAPI	13	536	18357	0	18906	19030	99,34
FATİH	11	452	15213	0	15676	15753	99,51
HACILAR HARMANI	4	168	5656	0	5828	5872	99,25
İSTİKLAL	1	52	2068	0	2121	2143	98,97
KILIÇASLAN	4	171	6074	0	6249	6291	99,33
KURTULUŞ	3	126	4571	0	4700	4744	99,07
M. AKİF ERSOY	4	168	5788	0	5960	6011	99,15
PAŞACIK	12	494	16863	0	17369	17485	99,33
PINAR	3	116	3957	0	4076	4113	99,1
SELÇUKLU	2	84	2682	0	2768	2782	99,49
TOPLAM	59	2454	84458	0	86971	87569	99,31

Çizelge 6.14. Aksaray ili için 6,5 Mw büyüklüğünde üretilen deprem senaryosunun sonuçları.

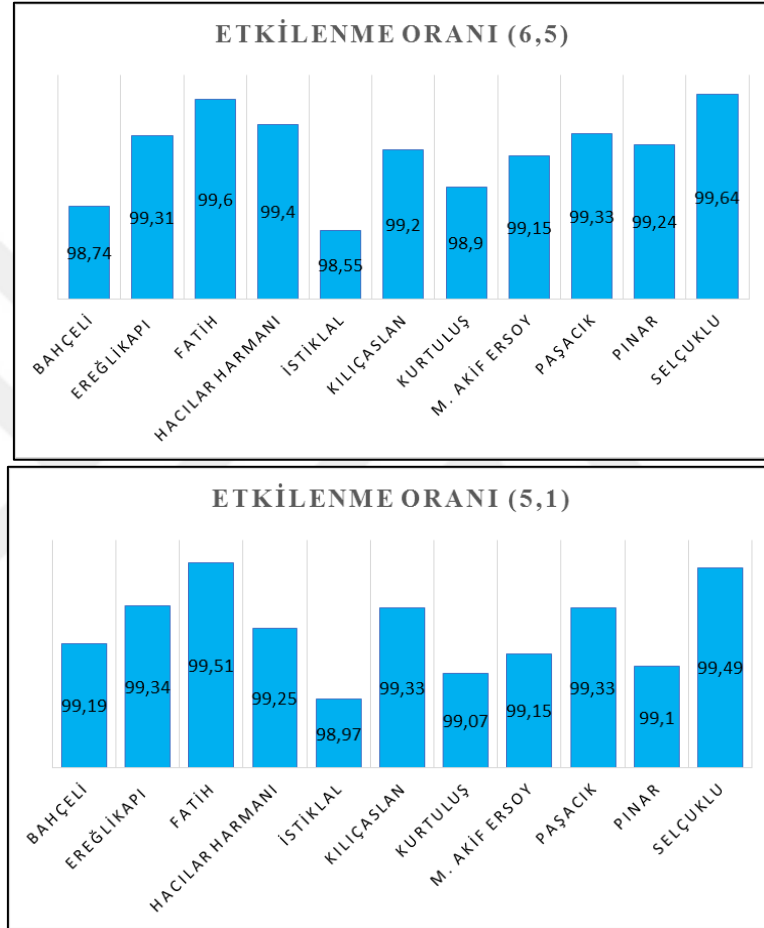
Mahalle Adı	T1	T2	T3	T4	Toplam	Toplam Nüfus	Etkilenme Oranı
BAHÇELİ	46	175	3058	24	3303	3345	98,74
EREĞLİKAPI	294	1039	17412	155	18900	19030	99,31
FATİH	248	873	14439	131	15691	15753	99,6
HACILAR HARMANI	92	328	5369	48	5837	5872	99,4
İSTİKLAL	28	111	1960	13	2112	2143	98,55
KILIÇASLAN	92	339	5762	48	6241	6291	99,2
KURTULUŞ	69	251	4336	36	4692	4744	98,9
M. AKİF ERSOY	92	328	5492	48	5960	6011	99,15
PAŞACIK	271	957	15998	143	17369	17485	99,33
PINAR	64	222	3761	35	4082	4113	99,24
SELÇUKLU	46	159	2543	24	2772	2782	99,64
TOPLAM	1342	4782	80130	705	86959	87569	99,3

Çalışma kapsamında ARENA Simülasyon programı ile 6,5 Mw büyüklüğündeki olası deprem durumunda 11 mahalleye ait etkilenme oranları hesaplanmıştır. Bu etkilenme oranları dikkate Aksaray iline ait Bing uydu görüntüsü kullanılarak çalışma alanının hasar risk haritası oluşturulmuştur (Şekil 6.13).



Şekil 6.13. Çalışma alanına ait hasar risk haritası.

ARENA Simülasyon programı ile oluşturduğumuz deprem senaryosu sonucunda çalışma alanı içerisinde zemin profil yapısının kötü olması ve bina kat sayılarının fazla olması olası deprem durumunda etkilenme oranlarını artırmaktadır. Bu bağlamda da üretilen haritalarda Selçuklu ve Fatih mahallelerinin etkilenme oranları yüksek, İstiklal mahallesinin ise düşüktür. Şekil 6.14’de Aksaray ili merkez 11 mahallelerin 5,1-6,5 Mw büyüklüğündeki olası depremden etkilenme oranları grafiksel gösterilmektedir.



Şekil 6.14. Aksaray ili merkez 11 mahallelerin 5,1-6,5 Mw büyüklüğündeki olası depremden etkilenme oranları.

7. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Türkiye, jeolojik konumu nedeniyle sürekli bir deprem riski altındadır ve bu durum, ülkedeki sosyal, ekonomik ve psikolojik yapıyı önemli ölçüde etkileyebilir. Depremler, sadece fiziki yıkıma değil, aynı zamanda toplumun tüm katmanlarını saran derin izler bırakabilir. Bu yüzden, depremlerle mücadele ve afet hazırlıklarının sürekli olarak güçlendirilmesi, tüm toplumun sağlığı ve güvenliği için kritik önem taşımaktadır. 2023 yılı, Türkiye için büyük bir felaket yılıydı. Kahramanmaraş Pazarcık ve Elbistan ilçelerinde 6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen 7,7 Mw ve 7,6 Mw büyüklüğündeki depremler, yalnızca ülkemiz için değil, dünya genelinde de büyük yankı uyandırdı. Bu depremler, "Asrın Felaketi" olarak adlandırıldı ve tam anlamıyla bir afetin boyutlarını gözler önüne serdi. Depremler, 11 ili doğrudan etkileyerek, büyük bir yıkıma ve ağır kayıplara yol açtı. Kahramanmaraş merkezli büyük depremler, Türkiye'nin deprem riskiyle yüzleşmesini bir kez daha ortaya koydu. "Asrın felaketi" olarak adlandırılan bu olay, hem felaketin boyutlarını hem de kriz yönetiminin ne denli önemli olduğunu gösterdi. Kriz yönetimi ve afetlere hazırlıklı olmak, sadece fiziksel hasarı en aza indirmekle kalmaz, aynı zamanda toplumun psikolojik iyileşme sürecini de hızlandırır. Depremler gibi doğa kaynaklı afetlere karşı etkili bir kriz yönetim süreci oluşturulması, gelecekteki felaketlere daha güçlü bir şekilde karşı durabilmek için temel bir gerekliliktir.

Depremler sonucunda oluşabilecek hasarın en aza indirilmesi için etkili bir afet yönetim süreci gereklidir. Bu süreçteki en önemli adımlardan biri, deprem olmadan önce yapılan hasar tahminleridir. Bu tahminler, deprem sonrası hızlı, koordineli ve bilinçli müdahalelerle kaynakların daha verimli bir şekilde tahsis edilmesini, toplumların ve ekonomilerin daha hızlı toparlanmasını sağlar. Ayrıca, iyileşme sürecinin hızlanmasına önemli katkılar sunar. Dolayısıyla, depremin yol açacağı hasarın doğru bir şekilde tahmin edilmesi, müdahale ve iyileşme aşamalarının etkinliğini artırır. Bu tez çalışması, olası deprem sonrası hasar ve kayıpların tahmin edilmesinin önemini ve bu alandaki bilimsel çalışmaların gerekliliğini vurgulamaktadır.

Bu çalışmada, Aksaray ilinde 5,1 Mw ile 6,5 Mw büyüklüğündeki olası bir depremin, Aksaray merkez ilinde 11 mahallede yaratacağı hasar ve kayıplar tahmin edilmiştir. Çalışma, insan canı odaklı olup, deprem senaryosuna dayalı olarak, can kayıplarını en

aza indirmeyi ve zarar gören kişilerin temel ihtiyaçlarını karşılamayı amaçlayan müdahaleleri değerlendirmektedir. Bu bağlamda, elde edilen kayıp tahmin sonuçları, ağır, geciktirilebilir, hafif yaralı ve ölü sayıları üzerinde yoğunlaşmıştır. Çalışma kapsamında, Aksaray'ın 11 mahallesi için, her biri ayrı ayrı ve toplu olarak tahminler yapılmıştır.

Bu tez çalışmasında, stokastik temellere dayalı kurgusal bir yöntem kullanılmıştır. Çalışma, kesin değerlerle elde edilemeyen bazı veriler, örneğin depremin büyüklüğünün 5,1 Mw ile 6,5 Mw olması, nüfusun yoğun bir kısmının etkilenmesi ve binalardaki yaşayan kişi sayısının tahmin edilmesi gibi durumlar için varsayımlar yapılmıştır. Bu varsayımlar, literatürdeki kurgusal yöntem referans alınarak geliştirilmiştir. Ayrıca, bu çalışmada kullanılan bazı parametrelerde (örneğin, zemin profil bilgisi ve bina kat sayısı) olasılık içeren değerler, stokastik yöntem doğrultusunda hesaplanmıştır. Bu yaklaşım, belirsizlikleri dikkate alarak daha esnek ve gerçekçi tahminler yapmayı sağlamaktadır.

Çalışma kapsamında, deprem senaryoları oluşturmak amacıyla bir simülasyon modeli geliştirilmiştir. Modelin temel hedefi, zemin profil oranları ile bina katsayılarının birbirine entegre bir şekilde çalışmasını sağlamak ve aynı zamanda farklı türdeki yaralı gruplarının aynı zaman diliminde paralel olarak hizmet alabilmesini mümkün kılmaktır. Bu yaklaşım, özellikle hizmetlerin verimli bir şekilde dağıtılması ve müdahalelerin eş zamanlı yapılabilmesi açısından önemli bir avantaj sağlar. ARENA Simülasyon programının en büyük avantajlarından biri de esnekliğidir. Aksaray ili üzerinden geliştirilen bu modelin, farklı bölgelerde de aynı parametreler kullanılarak uygulanması oldukça kolaydır. Ayrıca, bu program kullanılarak Aksaray ili özelinde daha önce gerçekleştirilmiş bir deprem senaryosu çalışması bulunmamaktadır. Bu durum, çalışmanın özgünlüğünü pekiştirmekte ve deprem senaryoları literatürüne yeni bir bakış açısı getirerek önemli bir katkı sağlamaktadır.

Çalışmada Aksaray ili merkez 11 mahalle olan Bahçeli, Kılıçaslan, Ereğlikapı, Pınar, Selçuklu, Hacılar Harmanı, Paşacık, Fatih, İstiklal, Mehmet Akif Ersoy ve Kurtuluş mahallelerinde zemin profil yapıları, bina katsayıları ve nüfus yoğunlukları gibi parametreler Şekil 5.14'deki simülasyon modelinin ağ yapısı dikkate alınarak gerekli değerler aşamalı bir şekilde simülasyon programına tanımlanmıştır. Bu simülasyon girdilerinde, deprem şiddetlerine göre bina yıkılma oranları girilirken etkili kaynaklar

referans alınarak değerler girilmiştir (Aki ve Richards, 2002). Ayrıca, bina yıkıldığında afettede oranları için ise ilgili referanslar dikkate alınmıştır (Jaiswal et al., 2011). Yapılan bu çalışmaların sonucunda, 5,1 Mw büyüklüğüne ait olası depremde ilgili mahalleler arasından Fatih mahallesi etkilenme oranı %99,51 olarak belirlenmiştir. Yaralı önceliklendirme olarak ise toplam ölü (T4) sayısı 0'dır. 6,5 Mw büyüklüğüne ait olası depremde ise Fatih ve Selçuklu mahalleleri % 99,60 ve % 99,64 etkilenme oranına sahiptir. Bu deprem büyüklüğünün yaralı önceliklendirmede toplam ölü (T4) sayısı 705'dir. Deprem büyüklüklerinin etkilenme oranlarına bakıldığında toplam mahallelerin etkilenme oranları % 99,30 ve % 99,31 olarak birbirlerine çok yakın değerlerdir. Fakat, mahalle bazlı bakıldığında ise zeminin profil yapısı, bina katsayıları ve nüfus yoğunlukları dikkate alındığında etkilenme oranları farklılık göstermektedir. Bu durum bize jeolojik, yapısal, çevresel ve sosyo-ekonomik faktörlerin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir.

Çalışma kapsamında Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden olan AHP yöntemiyle ana kriterler ve alt kriterler değerlendirilerek önceliklendirme işlemleri yapılmıştır. Bu yöntem için yapılan anket çalışmaları sonuçlarında değerlendiricilerin bakış açısı farklılıklarından dolayı sonuçların tutarlılık oranları üzerinde düzeltmeler yapılarak 0,10'dan küçük tutarlılık oranı ile sonuçların güvenilirliği artırılmıştır. Bu yöntem sonuçlarında ise ana kriterlerin tutarlılık oranları 0,044 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 6.4).

Çalışma alanında olası bir deprem meydana geldiğinde ARENA Simülasyon programı kullanılarak oluşturulan deprem senaryolarının etkilenme oranları ile Aksaray ili Bing uydu görüntüsü kullanılarak hasar risk haritası, Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi ile ana kriterler kullanılarak ArcGIS programında AHP analizi yapılarak haritalar üretilmiştir (Şekil 6.1, Şekil 6.13). Bu iki yöntem arasındaki tutarlılıkları kontrol edebilmek için benzer parametreler kullanılarak çalışma alanına ait haritalar oluşturulmuştur. Bu haritalar incelendiğinde İstiklal Mahallesi iki yöntem sonuçlarına göre çok az riskli bölge olarak belirlenmiştir. Bunun sebebi ise nüfus yoğunluğunun az olması ve jeolojik alt yapısı diğer mahallelere göre daha iyi olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca iki harita karşılaştırıldığında daha riskli mahalle olarak ise Fatih Mahallesi olarak yorumlanmaktadır.

Bu tez çalışmasından elde edilen veriler doğrultusunda, Aksaray ilinde gelecekte meydana gelebilecek olası depremler için, ilgili mahallelerdeki enkaz altında kalan kişi sayısı ve sağlık durumları dikkate alınarak, arama-kurtarma ve sağlık kaynaklarının daha etkin bir şekilde planlanması mümkün olacaktır. Ayrıca, çalışma, depremden fiziksel olarak etkilenmeyip güvenli bölgelere ulaşabilen kişilerin acil ihtiyaçlarının hızlı ve yeterli bir şekilde karşılanabilmesi amacıyla doğru bir deprem lojistiği planının oluşturulmasına da katkı sağlayacaktır. Bu sayede, sınırlı kaynakların en verimli şekilde kullanılabilmesi ve etkin kriz yönetiminin gerçekleştirilmesi sağlanabilecektir.

Ayrıca, bu çalışmada kullanılan ARENA Simülasyon programını Çiftçi vd. (2020) çalışmalarında benzer parametreler ile simülasyon modelini çalıştırmışlardır. Elde edilen sonuç doğrultusunda toplam nüfusun yaklaşık %2.55 deprem sonucu sağlık durumlarının zarar görmesi nedeniyle etkileneceği öngörülmüştür. Fakat modelin amacı sağlık durumlarının T1 (ağır yaralı), T2 (geciktirilebilir yaralı), T3 (hafif yaralı) ve T4 (ölü) şeklindeki dört parametre dikkate alınarak yapıldığında bu etkilenme oranının çok düşük olduğunu söyleyebiliriz. Bu tez çalışmasında ise Aksaray ili merkezindeki 11 mahalle üzerinde yapılmış olası deprem durumundaki simülasyon modelinin etkilenme oranları %99,30 ile %99,31 şeklinde hesaplanmaktadır. Tez kapsamında ARENA Simülasyon modüllerinin oluşturulmasında güncel uluslararası standartlara dayandırılarak model çalıştırılmıştır (Aki ve Richards, 2002; Jaiswal et al., 2011).

Bu çalışmada kullanılan ARENA Simülasyon programı ile Aksaray ilinde yapılmış herhangi bir örnek çalışma bulunmamaktadır. Bu bağlamda Aksaray ili için bir farkındalık oluşturmaktadır. AFAD (Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı) tarafından oluşturulan bir deprem senaryosu vardır. Fakat bu çalışmada AFAD-RED yazılımı ile 7.2 Mw büyüklüğündeki olası bir deprem senaryosu üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Bu senaryo sonucunda hayatını kaybeden kişi sayısı binlerce olabilir. Bu feci sonuçlar dikkate alındığında yerel yapıların durumunu ve hazırlık seviyelerini daha titizlikle çalışmak gerekmektedir. Aksaray ili genelinde yapılacak kapsamlı risk analizleri ve simülasyonlarla daha doğru veriler elde edilebilir.

Gelecek çalışmalarda, bu tezde kullanılan parametrelere ek olarak, depremin şiddeti, meydana geldiği derinlik ve odak noktası gibi ek parametrelerin simülasyon modeline dahil edilmesi, daha gerçekçi ve kapsamlı sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır. Bu

parametrelerin her birinin depremin hasarına etkisi, sayısal olarak ayrı ayrı ve daha derinlemesine değerlendirilebilir. Ayrıca, olasılıksal parametrelerin kapsamının genişletilmesiyle birlikte, kurgusal senaryoların örneğin, depremin gece veya gündüz saatlerinde, yaz ya da kış mevsimlerinde, ya da ikincil felaketler (fabrikalarda patlamalar, köprü yıkımları vb.) gibi durumların dikkate alınması, gelecekteki çalışmalara önemli fırsatlar sunacaktır. Bu tür parametrelerin eklenmesi, kriz anlarında daha esnek ve dinamik çözümler üretilmesine olanak tanıyacak ve acil durum yönetimini daha etkin hale getirecektir.



KAYNAKLAR

- Afad-İrap, 2021. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı-İl Afet Risk Azaltma Planı 2021.
- Aki, K. ve Richards, PG., 2002. Kantitatif sismoloji .
- Akdeniz, A. H., ve Turgutlu, T., 2007. Supplier selection on retail: Analysis with two multi-criteria evaluation methodologies. Review of social, Economic & Business Studies, 9(10), 11-28.
- Akyel, R., 2007. Afet yönetim sistemi: Türk afet yönetiminde karşılaşılan sorunların tespit ve çözümüne ilişkin bir araştırma. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Adana.
- Altay, N., Green, W. G., 2006. OR/MS research in disaster operations management. European Journal of Operational Research, 175(1), 475–493, 2006.
- Alford, B.D. ve Golden, B., 2004. Two Applications Involving The Analytic Hierarchy Process. MSc Thesis, University of Maryland.
- Anonim, Yıllık Afet İstatistikleri İncelemesi: Sayılar ve Eğilimler 2007, <https://www.cred.be/node/316> (Erişim Tarihi: 10.11.2020).
- Arca, D., 2012. Afet Yönetiminde Coğrafi Bilgi Sistemi ve Uzaktan Algılama. Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi / Karaelmas Science and Engineering Journal 2 (2), 53-61, 2012.
- Ateş, A., 1999. Possibility of deep gabbroic rocks, east of Tuz Lake, central Turkey, interpreted from aeromagnetic data. Journal of the Balkan Geophysical Society, 2(1), 15-29.
- Ayyıldız, T., 2000. Tuzgölü Havzası Geç Paleosen yaşlı birimlerin jeokimyası ve diyajenetik özellikleri. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, 271, Ankara.
- Aydoğan, R., ve Yıldız, Y., 2023. Lisansüstü eğitimde öğrenci özelliklerinin analitik hiyerarşi süreci (AHP) ile analizi. Akdeniz Spor Bilimleri Dergisi, 6(1-Cumhuriyet'in 100. Yılı Özel Sayısı), 1177-1193.
- Bal, İ.E., Crowley, H. ve Pinho, R., 2008. Displacement-based earthquake loss assessment for an earthquake scenario in Istanbul, Journal of Earthquake Engineering, 12(1), 12 -22.
- Balta, M. Ö., ve Yenil, H. Ü., 2019. Multi criteria decision making methods for urban greenway: The case of Aksaray, Turkey. Land use policy, 89, 104224.
- Balta, M. Ö., 2022. Kentsel Dönüşüm Alanlarının Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi ile Belirlenmesi. Kent Akademisi, 15(3), 1293-1309.

- Baker, J. W., 2013. Probabilistic Seismic Hazard Analysis. White Paper Version 2.0.1, 1-79, 2013.
- Barbarosoglu, G., ve Arda, Y., 2004. A two stage stochastic programming framework for transportation-274-Dongjin Kim-Sang~ youl Kim.
- Bommer, J.J., Spence, R., Erdik, M., Tabuchi, S., Aydinoglu, N., Booth, E., Del Re, D. ve Peterken, O., 2002. Development of an earthquake loss model for Turkish catastrophe insurance, *Journal of Seismology*, 6(3): 431-446.
- Boore, D. M., Joyner, W. B., ve Fumal, T. E., 1993. Estimation of response spectra and peak accelerations from western North American earthquakes: An interim report, U.S. Geological Survey Open-File Report 93-509.
- Boore, D.M., Joyner, W. B., ve Fumal, T. E., 1997. Equations for estimating horizontal response spectra and peak acceleration from western North American earthquakes: A summary of recent work, *Seism. Res. Letters*, v. 68, 128-153.
- Bozkurt, R., ve Demiröz, A., 2020. Aksaray Hamidiye Bölgesi Zemin Dinamik Davranışının Eşdeğer Doğrusal Analiz Yöntemi İle İncelenmesi. *Konya Mühendislik Bilimleri Dergisi*, c.8, s.3, 643-651, 2020.
- Börühan, G., Ersoy, P., ve Tek, Ö.B., 2012. Afet yönetiminde lojistik planlama ve kontrol listesi yönetiminin önemi. *Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi*, Konya, 10-12 Mayıs 2012.
- Byun, D. H., 2001. The AHP Approach for selecting an automobile purchase model. *Information & Management*, 38(5), 289-297. [https://doi.org/10.1016/S0378-7206\(00\)00071-9](https://doi.org/10.1016/S0378-7206(00)00071-9).
- Campbell, K.W., 2003. Strong-motion attenuation relations, in: Lee W.H.K., eds, *International handbook of earthquake and engineering seismology*, 2, 1003-1011, Academic Press.
- Canbey, E., Ersoy, U., Özcebe, G., Sucuoğlu, H. ve Wasti, S.T., 2008. Binalar için Deprem Mühendisliği Temel İlkeler, *Bizim Büro Basımevi*, Ankara.
- Chan, S., 1997. The Development of Planning Support Systems By Integrating Urban Models and Geographic Information Systems, *Doktora Tezi*, The University of Pennsylvania, Pennsylvania, USA.
- Classification | EM-DAT., <https://www.emdat.be/classification> (Erişim tarihi: 25.11.2020).
- Cova, T.J, ve Church, R.L., 1997. Modeling Community Evacuation Using GIS. *International Journal of Geographical Information Science* 11, pp. 763-84. ESRI, 2001. GIS for Homeland Security, An ESRI White Paper, USA.

- Coşkun, D., 2016. Aksaray İli Zeminlerinin Jeoteknik Özellikleri Arasındaki İlişkiler. Yüksek Lisans Tezi. Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Cred, C., 2019. Disaster* Year in Review 2019, CRED, Issue No. 58, 2020.
- Crozi, M., Galetto, R., ve Spalla, A., 2005. A Web GIS for Managing Post-Earthquake. Geo-information for Disaster Management, 1255-1270, 2005.
- Crowley, H. ve Bommer, J.J., 2006. Modelling seismic hazard in earthquake loss models with spatially distributed exposure, Bulletin of Earthquake Engineering, 4, 249–273.
- Cutter, S.L., Boruff, B.J., ve Shirley, L.W., 2003. “Social Vulnerability to Environmental Hazards”, SOCIAL SCIENCE QUARTERLY, Volume 84, Number 2, June 2003 by the Southwestern Social Science Association.
- Çakırer, Z., ve Sakallı Ü. S., 2020. Simülasyon ile Kayıp Tahmin Analizi; Kırıkkale Kent Örneği. Uluslararası Mühendislik Sempozyumu, s:189, İzmir, 5-13 Aralık 2020.
- Çemen, İ., Göncüoğlu, M., Dirik, K. ve Erler, A., 1995. Tuz gölü havzası batı kısmının Temel Jeolojik Sorunları Projesi Geliştirme Raporu, TPAO, Ankara, (yayınlanmamış).
- Çemen, İ., Göncüoğlu, M. ve Dirik, K., 1999. Structural evolution of the Tuzgölü basin in Central Anatolia, Turkey. Journal of Geology, 107 (6), 693-706.
- Çiftçi, S., Çakırer, Z., ve Sakallı, Ü. S., 2020. Simülasyon Çalışması ile Deprem Senaryosu Oluşturulması ve Kırıkkale İli Kayıp Tahmin Analizi. Uluslararası Mühendislik Araştırma ve. Geliştirme Dergisi, 12(2), 603-617, 2020.
- Demirci, A., ve Karakuyu, M., 2004. Afet Yönetiminde Coğrafi Bilgi Teknolojilerinin Rolü. Doğu Coğrafya Dergisi, 9(12): 67-100, 2004.
- Derman, A., 1980. Tuz Gölü ve kuzeyinin Jeolojisi. TPAO Rapor No: 1512, Ankara, (yayınlanmamış).
- Derman, A., Rojay, B., Güney, H. ve Yıldız, M., 2000. Koçhisar-Aksaray fay zonu'nun evrimi hakkında yeni veriler. Haymana-Tugölü-Ulukışla basenlerinin uygulamalı çalışması. Bildiri Özleri, 1, Aksaray.
- Dinçer B., 2019. Tuzgölü Havzasında Bazı Ana Fay Zonlarının Gravite Ve Manyetik Yöntemler İle Belirlenmesi Ve Tektonik Yorumu. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Dirik, K. ve Erol, O., 2000. Tuzgölü ve çevresinin tektonomorfolojik evrimi, Orta Anadolu-Türkiye, TPJD Özel sayı, 5, 27-46.
- Dirik, K. ve Göncüoğlu, M., 1996. Neotectonic characteristics of Central Anatolia, Int. Geology Review, 38, 807-817.

- Dişkaya, F., ve Emir, Ş., 2021. AHP-TOPSIS Bütünleşik Yaklaşımıyla Deprem Riski Tabanlı İstanbul İli Kentsel Dönüşüm Öncelik Sıralaması. Afet ve Risk Dergisi, 4(2), 203-223.
- Doğan, M., 2015. İl bazında afet lojistiği: Kocaeli ili örneği. Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Doğan, O., 2023. İş Güvenliği Uzmanlarının Bakış Açısıyla Acil Durum Toplanma Alan Özelliklerinin AHP Yöntemi ile Değerlendirilmesi. Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 9(1), 112-124.
- Duman, E.S., 2013. Erzincan İl Merkezi Ve Çevresindeki Zeminlerin Standart Penetrasyon Deneyi Verileri Kullanılarak Sıvılaşma Potansiyelinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Er, B., 2002. Aksaray ili merkezinin zemin ve mühendislik jeolojisi özelliklerini değerlendirerek örnek bir jeoteknik veri tabanının hazırlanması. Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, Niğde, 57 s.
- Ergünay, O., 2006. Afet yönetiminde İşbirliği ve Koordinasyonun Önemi. TC İçişleri Bakanlığı-JICA, 1, 10, 2006.
- Ergünay, O., 2007. Türkiye'nin Afet Profili. TMMOB Afet Sempozyumu, 5-7, 1-14, 2007.
- Erdik, M. ve Durukal, E., 2008. Earthquake risk and its mitigation in Istanbul, Natural Hazards, 44(2), 181-197.
- Erdik, M., ve Durukal E., 2007. Earthquake risk and its mitigation in Istanbul, Springer Science Business Media B.V., No: 44, 181-197, 2007.
- Erdik, M., Aydinoglu, N., Fahjan, F., Sesetyan, K., Demircioglu, M., Siyahi, B., Durukal, E., Ozbey, C., Biro, Y., Akman, H., ve Yuzugullu, O., 2003. Earthquake risk assessment for Istanbul metropolitan area. Earthquake Engineering and Engineering Vibration, 2(1), 1-23.
- Erdik, M., Swift-Avcı, J., ve Onur, T., 1996. Kentlerde Deprem Tehlikesinin Belirlenmesi: Mikrobölgelendirme. Tübitak Deprem Sempozyumu, Ankara.
- Eren, T., ve Gür, Ş., 2017. "Online Alışveriş Siteleri için AHP ve TOPSIS Yöntemleri ile 3PL Firma Seçimi" Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 10(2), 819-834.
- Erturaç, M.K., ve Tüysüz O., 2010. Amasya ve çevresinin depremselliği ve deterministik deprem tehlike analizi. İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, Yer Sistem Bilimi Program. Cilt:9, Sayı:3, 121-132 Haziran 2010.

- Erden, T., 2009. Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Analitik Hiyerarşi Yöntemine Dayalı İtfaiye İstasyon Yer Seçimi: İstanbul Örneği, Yayınlanmış Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Esri, 2001. GIS for Homeland Security, An ESRI White Paper, USA.
- Eyidoğan, H., 2003. Tektonik ve Deprem Tehlikesi, 5. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 26-30 Mayıs 2003, İstanbul.
- Fahjan, Y., Pakdamar, F., Eryılmaz, Y., ve Kara, İ., 2015. Afet planlamasında deprem riski belirsizliklerinin değerlendirilmesi. Artvin Çoruh Üniversitesi Doğal Afetler ve Araştırma Dergisi.
- Fema, 2008. Federal Emergency Management Agency Resmi İnternet Sitesi: <https://msc.fema.gov/portal/resources/hazus>.
- Fema, 2005. HAZUS annual progress and utilization report for fiscal year 2004.
- Fernandez-Blanco, D., Bertotti, G., ve Çiner, A., 2013. Cenozoic tectonics of the Tuz Gölü Basin (Central Anatolian Plateau, Turkey). Turkish Journal of Earth Sciences, 22, 715-738.
- Gazozcu, S., 2006. 'Evlerde Uygulamalı Deprem Eğitimi Projesi. Sivil Savunma, 184, 16-18.
- Görür, N., Tüysüz, O., ve Şengör, A.M.C., 1998. Tectonic evolution of the Central Anatolian basins. International Geology Review, 40, 831-850.
- Görür, N., Oktay, F., Seymen, İ. ve Şengör, A., 1984. Paleotectonic evolution of the Tuzgölü Basin Complex, Central Turkey: Sedimentary record of a Neo-Tethyan closure, In: Dixon, J.E. and Robertson, A.H.F. (eds.), The Geological evolution of the Eastern Mediterranean, Geol. Soc. London Spec. Publ. No 17, 455-466.
- Göktaş, B., 2021. Aksaray İli 5 Ve 6 Nolu Yağmursuyu Drenaj Bölgelerinin Jeoteknik Özelliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Gökgöz, B. İ., İlerisoy, Z. Y., ve Soyluk, A., 2020. Acil durum toplanma alanlarının AHP yöntemi ile değerlendirilmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (19), 935-945.
- Göncüoğlu, M. ve Türel, T., 1993. Petrology and geodynamic interpretation of plagiogranites from central Anatolian ophiolites (Aksaray-Turkey). Turkish Journal of Earth Sciences, 2, 195-203.
- Göncüoğlu, M., Dirik, K., Erler, A., Yalınız, K., Özgül, L. ve Çemen, İ., 1996. Tuzgölü havzası batı kısmının temel jeolojik sorunları. TPAO Rapor No: 3753, Ankara.

- Göksu, A. ve Güngör, İ., 2008. Bulanık Analitik Hiyerarşik Proses ve Üniversite TercihSıralanmasındaUygulanması.<http://edergi.sdu.edu.tr/index.php/iibfd/article/download/1421/1501>. ErişimTarihi: 02.07.2018.
- Gökçekuş, H., Barlas, C., Almuhsen, M., ve Eyni, N., 2018. Doğal ve İnsan Kaynaklı Afetler, Sonuçları ve Afet Yönetimi. Yakın Doğu Üniversitesi, 2018.
- Gutenberg, B., ve Richter, C. F., 1955. Magnitude and energy of earthquakes. *Nature*, 176(4486), 795-795.
- Guzman De, E. M., 2003. Towards Total Disaster Risk Management Approach. United National Office for the Coordination of Humanitarian Affairs, Asian Disaster Response Unit, 2003.
- Günay, Z ve Ünal Ö.F., 2016. AHP-TOPSIS Yöntemi İle Tedarikçi Seçimi (Bir Telekomünikasyon Şirketi Örneği) Yıl 2016, Cilt: 2 Sayı: 1, 37 - 53, 01.04.2016.
- Güllü, B., 2003. Mamasun Yöresi (Aksaray) Magmatik Kayalarının Jeolojik, Petrografik ve Jeokimyasal İncelemesi. Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üni., Fen Bilimleri Enstitüsü, 164s.
- Güneş, E., ve Kovel, J.P., 2000. Using GIS in Emergency Management Operations. *Journal of Urban Planning and Development*, Vol. 126, No. 3, ASCE.
- Gürbüz, A. ve Kazancı, N., 2014. Tuzgölü Havzası ve Denetim Mekanizmaları. *MTA Dergisi*, 149, 1-18.
- Gülkan, P., Balamir, M., ve Yakut, A., 2003. Afet Yönetiminin Stratejik İlkeleri: Türkiye ve Dünyadaki Politikalara Genel Bakış. Ortadoğu Teknik Üniversitesi Afet Yönetimi Uygulama ve Araştırma Merkezi, 30-32, 2003.
- Güngör İ. ve İşler D. B., 2005. “Analitik Hiyerarşi Yaklaşımı İle Otomobil Seçimi”, *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(2): 21-33
- Hancılar, U., Tuzun, C., Yenidogan, C. ve Erdik, M., 2010. ELER software - a new tool for urban earthquake loss assessment, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 10, 2677-2696.
- Hazus-Mh, 2003. Technical Manual, Federal Emergency Management Agency (FEMA), Washington, DC, USA.
- Işık, V., 2009. Ductile shear zone in granitoid of Central Anatolian Crysalline Complex, Turkey: Implications for Late Cretaceous extensional deformation. *Journal of Asian Earth Science*, 34, 507-521.
- Işık, E., Kutanis, M., ve Bal, İ.E., 2017. Loss estimation and seismic risk assessment in Eastern Turkey, *Grâdevinar*, 69(07), 581-592.

- Işık, E., Sağiroğlu, Ç., Tozlu, Z., ve Ustaoglu, S., 2018. Determination of urban earthquake risk for Kırşehir Province, Turkey, Yayımlanmamış makale.
- Işık, E., Sağır, C., Tozlu, Z. ve Ustaoglu, Ü.S., 2019. Farklı Deprem Senaryolarına Göre Kırşehir İli Kayıp Tahmin Analizleri. Doğal Afet Çevre Dergisi, 5(1): 80-93.
- Jaiswal, K., Wald, D., ve D'Ayala, D., 2011. Developing empirical collapse fragility functions for global building types. Earthquake Spectra, 27(3), 775-795.
- Jica Raporu, 2002. The Study on A Disaster Prevention / Mitigation Basic Plan in İstanbul Including Seismic Microzonation in the Republic of Turkey, İstanbul Büyükşehir Belediyesi - JICA ortak çalışması.
- Kadioğlu, Y.K., Ateş, A., ve Güleç, N., 1998. Structural interpretation of gabbroic rocks in Ağaören Granitoid, Central Turkey: field observations and aeromagnetic data. GeoImag, 135, 245-254.
- Kadioğlu, Y., Dilek, Y., Güleç, N., ve Foland, K., 2003. Tectonomagmatic evolution of bimodal plutons in the Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey. Geological Journal, 111, 671-690.
- Kadioğlu, M., 2011. Afet Yönetimi Beklenilmeyeni Beklemek, En Kötüsünü Yönetmek. TC. Marmara Belediyeler Birliği Yayını, 44-45, 2011.
- Kadioğlu, M., 2008a. Modern, Bütünleşik Afet Yönetiminin Temel İlkeleri. JICA Türkiye Ofisi Yayınları, ss. 1-34, 2008.
- Kadioğlu, M., 2008b. Sel, Heyelan ve Çığ için Risk Yönetimi. JICA Türkiye Ofisi Yayınları No: 2, Ankara, 2008.
- Kadioğlu, M., ve Özdamar, E., 2008. “Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri”; s. 251-276, JICA Türkiye Ofisi Yayınları No: 2, Ankara, 2008.
- Karaağaç, D., 2019. Kahramanmaraş Ve Yakın Çevresi İçin Deprem Senaryolarının Hazırlanması Ve Mekânsal (Spatial) Analiz Teknikleriyle Yerleşime Uygun Alanların Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi.
- Kavurmacı, M., 2016. Coğrafi bilgi sistemi (CBS) kullanılarak sivilaşma riskinin değerlendirilmesi: Aksaray örneği. Pamukkale Univ Muh Bilim Derg, 23(3), 303-311.
- Kavurmacı, M., ve Karakuş, C. B., 2020. Evaluation of irrigation water quality by data envelopment analysis and analytic hierarchy process-based water quality indices: The case of Aksaray City, Turkey. Water, Air, & Soil Pollution, 231, 1-17.
- Kavurmacı, M. M., ve Tekocak Yardımlı, B. B., 2020. Aksaray bölgesi yeraltı suyu kalitesinin konumsal dağılımının interpolasyon teknikleri kullanılarak belirlenmesi.

- Kakumoto, S., Hatayama, M., Kajitani, Y., Yoshikawa, K., Kosugi, Y., ve Kubilay, H. R., 2004. Damage reduction by culture based method supported by spatial temporal GIS-Collaborative research with duzce municipality Turkey. In Proceedings of XXth International Society for Photogrammetry and Remote Sensing Congress (pp. 1209-1215).
- Karaman, H., 2008. Afet planlamasında deprem riski belirsizliklerinin değerlendirilmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Karaman, H., ve Şahin, M., 2009. Zeytinburnu ilçesi için deprem hasar tahmini çalışması. İTÜ Dergisi/d Mühendis, 8(3), 91-101.
- Kelle, U., 2009. Afet Yönetiminde Triyaj Alanı Olarak İlköğretim Okullarının Değerlendirilmesi ve Beşiktaş İlçesi Uygulama Çalışması. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2009.
- Koçyiğit, A., 2000. Orta Anadolu'nun Genel Neotektonik Özellikleri ve Depremselliği. Türkiye Petrol Jeologları Derneği Özel Sayı, 5, 1-26.
- Kovacs, G., ve Moshtari, M., 2019. A roadmap for higher research quality in humanitarian operations: A methodological perspective. European Journal of Operational Research 276(2), 395–408, 2019.
- Kutunis, M., 2005. Lecturer Notes.
- Kurita, T., 2004. Total Disaster Risk Management and The Importance of International Cooperation, Asian Disaster Reduction Center, Japan, 2004.
- Küçükçoban, S., 2004. Development of a Software for Seismic Damage Estimation:CaseStudies. Doktora Tezi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, 2004.
- Kütükçü, A., ve Eren, T., 2017. ‘Acil durum haberleşmesinde kullanılan el telsizinin çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile seçilmesi.’Selçuk Üniversitesi Mühendislik Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5(2), 183-203.
- Kürçer, A., 2012. Tuz Gölü Fay Zonu'nun Neotektonik Özellikleri ve Depremselliği. Türkiye Petrol Jeologları Derneği Özel Sayı, 5, 1-26.
- Kürçer, A., ve Gökten, Y., 2014. Tuz Gölü Fay Zonunun Neotektonik Dönem Özellikleri, Depremselliği, Geometrisi ve Segment yapısı. MTA Dergisi, 149, 19-69.
- Makhoul, N., ve Argyroudis, S., 2018. Loss Estimation Software:Developments, Limitations and Future Needs, 16th European Conference on Earthquake Engineering, Thessaloniki, Greece.
- Molina, S., Lang D.H., Lindholm, C.D. ve Lingvall, F., 2010. User manual for the earthquake loss estimation tool: SELENA, NORSAR and Universidad de

Alicante, <http://selena.sourceforge.net/selenamannual.pdf>. Erişim tarihi: 27.11.2019.

Mta, 2023. 06 Şubat 2023 Pazarcık (Kahramanmaraş) Depremi (Mw 7,7) Saha Gözlem Raporları Serisi 1- Amanos Segmenti Rapor No: 14121 Jeoloji Etütleri Dairesi 14 Şubat 2023 / Ankara.

Okay, A. I., Kaşlılar-Özcan, A., Imren, C., Boztepe-Güney, A., Demirbag, E. ve Kuşçu, I., 2000. Active faults and evolving strike-slip basins in the Marmara Sea, Northwest Turkey: A multichannel seismic reflection study. *Tectonophysics*, 321(2), 189–218, 2000.

Okuyama, Y., 2013. Economics of Natural Disasters: A Critical Review. Regional Research Institute Publications and Working Papers, 131, 2013.

Onur, M. İ., 2007. Dinamik Etkiler Altında Zemin Deformasyonunun İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Ortuno, M. T., Cristobal, P., Ferrer, J. M., Martín-Campo, F. J., Muñoz, S., Tirado, G. ve Vitoriano, B., 2013. Decision Aid Models and Systems for Humanitarian Logistics. A Survey. In *Decision Aid Models For Disaster Management And Emergencies*, Atlantis Press, Paris, s.17–44, 2013.

Ömürbek, N., ve Şimşek, A., 2014. Analitik hiyerarşi süreci ve analitik ağ süreci yöntemleri ile online alışveriş site seçimi. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 12(22), 306-327. <https://doi.org/10.11611/JMER214>.

Özdemir, M., 1984. Tuzgölü Bölgesinin Bouguer Gravite Alanının Filtrelenmesi ve Temel Yapı Derinliğinin Araştırılması. *İstanbul Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi*, C4, (1-2), 67-86.

Özmen, B., 2002. İstanbul İli İçin Deprem Senaryosu. *Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi*, 417, 17-28, 2002.

Özmen, B., 2012. Türkiye Deprem Bölgeleri Haritalarının Tarihsel Gelişimi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 55(1): 43-55, 2012.

Özmen, B., ve Can, H., 2016. Ankara İçin Deterministik Deprem Tehlike Analizi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 31(1): 9–18, 2016.

Özmen, B., Nurlu, M., Kuterdem, K., ve Temiz, A., 2005. Afet Yönetimi Ve Afet İşleri Genel Müdürlüğü. *Deprem Sempozyumu*, Kocaeli, s.1472-1474, 23-25 Mart 2005.

Özmen, B., ve Özden, T., 2013. Türkiye'nin Afet Yönetim Sistemine İlişkin Eleştirel Bir Değerlendirme, *İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi* No:49, s.1-28, Ekim 2013. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2009/06/20090617-1.htm> (Erişim Tarihi: 17.01.2020).

- Özmen, B., 2010. Afet Yönetimi Senaryo Uygulamaları. Acil Yardım Ve Afet Yönetimi Lisans Tamamlama Programı. İstanbul Üniversitesi Açık Ve Uzaktan Eğitim Fakültesi.
- Özmen, B., 2008. Ankara için Deprem Senaryosu, Ankara'nın Deprem Tehlikesi ve Riski Çalıştayı, 19 Mart 2008, Ankara.
- Özdemir, N., 2007. İhlara kasabasının zemin özelliklerinin jeolojik-jeoteknik-jeofizik yöntemlerle incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, Niğde, 56 s.
- Öztürk, S., 2019. Orta Anadolu Bölgesi ve Civarındaki Depremselliğin Bölge-Zaman-Magnitüd Analizleri ve Güncel Deprem Potansiyeli. Journal of Earthquake Research 1 (2), 148-166, December 2019.
- Özşahin, E., 2014. Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ve analitik hiyerarşi süreci (AHS) kullanılarak Tekirdağ ilinde deprem hasar riski analizi, Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi, 11(1), 861-879.
- Özşahin, E., 2014. Earthquake damage risk analysis in Tekirdağ province using Geographic Information Systems (GIS) and Analytic Hierarchy Process (AHP) Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) kullanılarak Tekirdağ ilinde deprem hasar riski analizi. Journal of Human Sciences, 11(1), 861-879.
- Pektaş, T., 2012. İlçe bazında afet lojistiği: Başakşehir uygulaması. Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Polat, D., 2019. Ankara, Şereflikoçhisar'da Gömülü Fayların Çok-Kanallı Yüzey Dalgası Analizi Ve Yer Radarı Yöntemleri İle Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Rahn, P. H., 2006. Mühendislik Jeolojisi (Çevresel Bir Yaklaşım), Akyol, E. ve Kayabalı, K., Gazi Kitabevi, Ankara.
- Rytter, A., 1993. Vibration Based Inspection of Civil Engineering Structures, Ph.D. Dissertation, Department of Building Technology and Structural Engineering, Aalborg University, Denmark.
- Saaty, T.L., 2008. Analitik Hiyerarşi Süreciyle Karar Verme. Uluslararası Hizmet Bilimleri Dergisi, 1, 83. <https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2008.017590>
- Saaty, T. L., ve Tran, L. T., 2007. On the invalidity of fuzzifying numerical judgments in the analytic hierarchy process. Mathematical and Computer Modelling, 46(7-8), 962-975. <https://doi.org/10.1016/j.mcm.2007.03.022>
- Saraçoğlu, İ., ve Dağıstanlı, H. A., 2017. Tedarikçi Seçiminde Bulanık Mantık-Ahp ve Vikor Yönteminin Bağlantı Elemanları Firmasında Uygulanması. Journal Of Yaşar University, 12, 40-54.

- Sarı, S., ve Türk, T., 2020. Depremde Meydana Gelebilecek Bina Hasarlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri ile İncelenmesi. Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi– 2020; 2(1); 17-25.
- Saygı, S., 2015. Seismic Loss Estimation Methodology: A Case Study In. Yüksek Lisans Tezi. Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul 2015.
- Sıvacı, E. R., 1995. Melendiz Çayının Epipelik, Epifitik ve Epilitik Diyatomelerinin Mevsimsel Değişimi, Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Sivas.
- Snyder, L. V., 2006. Facility location under uncertainty: a review. IIE transactions, 38(7): 547-564, 2006.
- Sönmez, M., 2011. "Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Tabanlı Deprem Hasar Riski Analizi: Zeytinburnu (İstanbul) Örneği". Türk Coğrafya Dergisi, S: 56, s: 11-22.
- Sönmezer, Y. B., Oğuzhan, S., Nihat, A., ve Işık, S., 2015. Assessment Of The Peak Acceleration, Amplification Ratio And Fundamental Period Properties For The Kırıkkale Province Settlement Area, C:30 No:4, 711-721, 2015.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö., ve Boray, A., 1987. Türkiye'nin diri fayları ve depremsellikleri raporu. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Rapor No: 8174, 394, Ankara.
- Şimşek, G., 2016. Üretim Süreçlerinin Simülasyon Yöntemi İle Yeniden Düzenlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Maltepe Üniversitesi, İstanbul.
- Taşlıova, K., 2010. İstanbul İli Esenler İlçesi Deprem Hasar Tahmin Analizi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2010.
- Temur, G. T., Turgut, Y., Yılmaz, A., Arslan, Ş., ve Camcı, A., 2019. Deprem sonrası planlamaya yönelik lojistik ağ tasarımı: Ümraniye bölgesinde farklı deprem senaryoları için bir uygulama. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 25(1), 98-105. doi: 10.5505/pajes.2018.11736
- Tercan, B., 2018. Türkiye’de Afet Politikaları Ve Kentsel Dönüşüm, Abant Kültürel Araştırmalar Dergisi Vol. 3, Issue 5, 63-74, 2018.
- Tezcan, B., Alakaş H.M., Özcan E., ve Eren T., 2023. ‘Afet sonrası geçici depo yeri seçimi ve çok araçlı araç rotalama uygulaması: Kırıkkale ilinde bir uygulama’, Politeknik Dergisi, 26(1): 13-27.
- Teke, M., 2002. Aksaray ili, Bahçeli kent toplu konut alanı zeminlerinin jeoteknik özelliklerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, Niğde, 112s.
- T.C Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, 1996. Deprem Bölgeleri Haritası, Harita Genel Komutanlığı Basımı.

- Toprak, V., 2000. Tuzgölü Fay kuşağı Hasandağ kesiminin özellikleri. TPJD Özel Sayı, 5, 71-84.
- Türkelli, N., 2008. Sismik Ağların Deprem Tehlike Analizlerine Katkısı, Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Jeofizik Bölümü, http://www.eies.itu.edu.tr/barkalecture7turkelli_barka_2005.pdf. Erişim tarihi: 27.11.2019.
- Türkeş, M., ve Deniz, Z. A., 2010. Klimatolojik/Meteorolojik Ve Hidrolojik Afetler Ve Sigortacılık Sektörü, Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi, Cilt:7, Sayı:2, 997-1017.
- Türker, T., 2011. Çevresel Titreşim Verileri Kullanılarak Yapıların Hasar Durumlarının Tespiti Ve Değerlendirilmesi. Doktora Tezi, KTÜ., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Türker, A. K., 2015. Üretim ve Hizmet Sistemlerinde Simülasyon ve Arena. Kırıkkale, 2015.
- Türk, T., 2009. Sürdürülebilir Afet Bilgi Sistemi Altyapısının Oluşturulması Ve Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) Üzerinde Uygulanması. Doktora Tezi.
- Tüysüz, O., 2003. İstanbul İçin Deprem Senaryolarının Hazırlanmasında Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanımı, İTÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi, 76s.
- Tüzün, C., 2008. A Seismic Vulnerability Analysis Procedure For Urban Loss Assessment. Doktora Tezi. Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.
- Tüzemen, A., ve Özdağoğlu, A., 2007. Doktora öğrencilerinin eş seçiminde önem verdikleri kriterlerin analitik hiyerarşi süreci yöntemi ile belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 21(1), 215-232.
- Undp, 2004. A Global Report Reducing Disaster Risk A Challenge For Development United Nations Development Programme Bureau for Crisis Prevention and Recovery New York, USA www.undp.org/bcpr, ISBN 92-1-126160-0 Copyright © 2004 Printed by John S. Swift Co., USA.
- Ünlü, A., 2005. “Bir Risk Değerlendirme Yöntemi Olarak Yerleşme Ünitesi Analizi (Town-Watching)”; Kadioğlu, M., Özdamar, E., eds, “Afet Yönetiminin Temel İlkeleri” içinde; 53-58, JICA Türkiye Ofisi Yayın No:1, Ankara.
- Vahapoğlu, E. Ö., 2008. Bir Dış Ticaret Firmasının İl ve Bölge Bazında Temsilci Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Metodunun Kullanılması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Vargas, L. G., 1990. An overview of the analytic hierarchy process and its applications. European Journal Of Operational Research, 48(1), 2-8. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(90\)90056-H](https://doi.org/10.1016/0377-2217(90)90056-H).

- Visser, G.S., 1975. Geologic evaluation of the Salt Lake basin for hydrocarbon potential. TPAO Raporu, (yayınlanmamış).
- Yalçın, A., Gökçeoğlu, C., ve Sönmez, H., 2007. Jeolojik-Jeoteknik Bilgi Sistemine Bir Örnek: Aksaray İl Merkezi. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi 30 Ekim –02 Kasım 2007, KTÜ, Trabzon.
- Yalçın, A., Gokceoglu, C., ve Sönmez, H., 2008. Liquefaction severity map for Aksaray city center (Central Anatolia, Turkey). Natural Hazards and Earth System Sciences, 8(4), 641-649.
- Yalçın, C., ve Sabah, L., 2017. Açık Kaynak Kodlu Cbs Ve Analitik Hiyerarşi Proses (Ahp) Yöntemi Kullanılarak Edirne Sanayi İşletmelerinin Deprem Tehlike Analizi. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5(2), 524-537.
- Yalçın, C., ve Sabah, L., 2018. Cbs tabanlı bulanık mantık ve ahp yöntemleri kullanılarak Adıyaman ilçelerinin deprem tehlike analizinin oluşturulması. Adıyaman Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 5(8), 101-113.
- Yaprak, Ü., 2015. Afet lojistiğinde stok kontrolüne yönelik veri analizi (Master's thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Yeats, R. S., Sieh, K., ve Allen, C. R., 2006. Deprem jeolojisi (çeviri: Demirtaş, R. ve Kayabalı, K.). Gazi Kitabevi Tic. Ltd. Şti, 567.
- Yenginol, F., 2000. Yeni ürün geliştirmede müşteri istek ve ihtiyaçlarını teknik karakteristiklere dönüştürmeyi sağlayan bir yöntem: kalite fonksiyon göçerimi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Yeken, T., Ateş, A., Öztürk, E. ve Yeşil, B., 2014. Standard Penetrasyon Deneyi (SPT) ile Aksaray İli Altınkaya Kasabası İlköğretim Okulunda Hasar Tespiti Çalışmalarının Yapılmasında Vaka Analizi. BAÜ Fen Bil. Enst. Dergisi Cilt 16(2) 1-14.
- Yıldızhan, F., 2007. Aksaray ili holosen yaşlı çökellerin jeolojik-jeoteknik incelenmesi, Niğde Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Niğde, 98 s.
- Yıldız, M., Afşin, M., Onak, A., ve Yeken, T., 2002. “Aksaray civarının jeolojisi ve Aksaray belediyesi Bahçeli kent toplu konut alanı zemin özelliklerinin jeofizik ve jeoteknik değerlendirmesi” (Yayınlanmamış rapor), Aksaray
- Yomralıoğlu, T., 2000. Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar, Akademik Kitabevi, Trabzon.
- Yunatçı, A.A., ve Çetin, K.Ö., 2007. Site Specific Seismic Response and Soil Liquefaction Triggering Assessment Integrated within Probabilistic Seismic

Hazard Framework, Sixth National Conference on Earthquake Engineering, 17-20 October 2007, Istanbul.

Yüksel, S., Özbek, G. ve Aydın, M., 1996. Tuzgölü Baseni Gravite-Magnetik Model Çalışmaları Raporu. TPAO Rapor No:3565, Ankara.

Zorlu, K., ve Yilmaz, A., 2020. Determination of Strategies of Ecotourism in Protected Areas with SWOT-AHP Method: The Case of Aksaray–İhlara Special Environmental Protection Zone (SEPZ). Coğrafya Dergisi, (40), 247-257.

Zülfikar, A.C., Zülfikar, Fercan, N.Ö., Tunç, S., ve Erdik, M., 2017. Real-time earthquake shake, damage, and loss mapping for Istanbul metropolitan area, Earth, Planets and Space, 69:9, 1-15, doi: 10.1186/s40623-016-0579-x.

Walker, G., 1999. Flood Loss Estimation – It Can Be Done, AII Flood Seminar, GRW Aon Re Australia, 21 Mayıs 1999.

Wang, Y., Li, W., ve Lu, J., 2009. Reliability analysis of phasor measurement unit using hierarchical Markov modeling. Electric Power Components and Systems, 37(5), 517-532.

Wilson, DT, Hawe, GI, Coates, G., ve Crouch, RS., 2013. Büyük olay müdahalesinde kaza işleminin çok amaçlı bir kombinatoriyal modeli. Avrupa Operasyonel Araştırma Dergisi , 230 (3), 643-655.

URL-1 <<https://www.aksaray.bel.tr/cografi-ozellikleri-121>>. Erişim tarihi: 12.11.2019.

URL-2 <2007. Earthquake risk assessment MAEVIZ tutorial, Middle America Earthquake Center, University of Illinois at Urbana-Champaign,[http://rcp.ncsa.uiuc.edu:8080/tutorials/MAEviz%20Tutorial%20Charleston%20Bridge s.pdf](http://rcp.ncsa.uiuc.edu:8080/tutorials/MAEviz%20Tutorial%20Charleston%20Bridge%20Bridge%20Bridge.pdf)>, Erişim tarihi: 27.11.2019.

URL-3 <[https://www.aa.com.tr/tr/turkiye/izmir-depreminin-yol-actigi-yikim-uzaydan goruntulendi/2032929](https://www.aa.com.tr/tr/turkiye/izmir-depreminin-yol-actigi-yikim-uzaydan-goruntulendi/2032929)> Erişim tarihi: 20.11.2022.

URL-4 <[https://arsiv-haberler.itu.edu.tr/haberdetay/2020/01/31/i-tu-uhuzam-elazigdaki deprem-bolgesini-uydudan-tariyor](https://arsiv-haberler.itu.edu.tr/haberdetay/2020/01/31/i-tu-uhuzam-elazigdaki-deprem-bolgesini-uydudan-tariyor)> Erişim tarihi: 20.11.2022.

URL-5 <<https://www.takvim.com.tr/galeri/guncel/bir-sehir-yerle-bir-kahramanmaras-depremi-sonrasi-korkunc-manzara-yikim-uydudan-goruntulendi/9>> Erişim tarihi: 20.02.2023.

URL-6 <<https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/turkiyenin-deprem-potansiyeli>>.Erişim tarihi: 29.12.2024.

URL-7 < <https://deprem.afad.gov.tr/content/91> >. Erişim tarihi: 12.11.2021.

EKLER

EK A. Zeminlerin fiziksel ve indeks özelliklerinin toplu gösterimi, Aksaray MAKS (Mekansal Adres Kayıt Sistemi) mahalle, bina ve konut veri sayısı

EK B. Çalışma alanına ait 10 mahallenin ARENA Simülasyon sonuçları.

EK C. Ana kriterlere ait alt kriterlerin hesaplamaları.



Çizelge A.1. Zeminlerin fiziksel ve indeks özelliklerinin toplu gösterimi.

Sondaj No	Koordinatlar		UD Derinlik (m)	Su İçeriği (%)	Doğal BHA (gr/cm3)	Elek Analizi			Atterberg Limitleri			Zemin Sınıfı (USCS)			
						< No.200 (%)	> No.200 < No.4	> No.4 (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)				
	x	y													
1	590191	4246142	3	24.4	1.93	67.3	29.4	3.2	41.5	19.4	22.1	CL			
2	588596	4246531	3	15.3	1.87	63.5	27.7	8.9	37	21.3	15.7	CL			
3	591079	4246776	2.5	16.6	1.86	94.7	5.3	0	44.4	21.2	21.2	CL			
4	587175	4246085	2.5	14.5	1.84	63	37	0	45.4	21.5	23.9	CL			
5	587405	4246306	3	20.1	1.87	43.6	37	19.4	41.8	21.3	20.5	CL			
6	587654	4246505	3	27.1	1.82	74.2	21.6	4.2	43	22.8	20.2	CL			
7	588915	4246533	2.5	17	1.9	56.6	40.3	3.1	44.8	20.7	24.1	CL			
8	589012	4246158	2.5	27.1	1.88	84.7	14.6	0.8	42.5	21.1	21.5	CL			
9	587862	4246510	2	26.9	1.85	67.5	28.4	4.1	44.8	21.3	21.4	CL			
10	590603	4246986	2	35.2	1.92	94	6	0	52.1	20.6	31.5	CH			
11	589457	4246210	3	40.8	1.84	60.5	24	15.5	44.2	21.7	22.6	CL			
12	590832	4246635	3	20.7	1.89	65.9	28.8	5.4	41.2	20.4	20.9	CL			
13	591182	4246864	1.5	34.4	1.8	79	19	2	45.9	21.5	24.4	CL			
14	590345	4247197	2	33.5	1.91	83.6	9.9	6.6	44.7	20.8	23.9	CL			
15	589378	4246558	2	12	1.86	32.9	64	3.1	46.6	21.8	24.8	SM			
16	590958	4247008	1	17	1.83	86.1	12.8	1.1	41.7	19.8	21.9	CL			
17	586827	4245984	2	28.2	1.85	89.7	7.7	2.7	43.1	20.6	22.5	CL			
18	588662	4246136	2	29.3	1.88	90.6	8.5	0.8	45.4	20.4	25	CL			
19	590174	4247222	2.5	27.4	1.91	53	22.2	24.8	42.1	19.7	22.4	CL			
20	591063	4247018	2.5	8	1.91	38.5	26.3	35.2	35.9	20.1	15.8	GC			
21	588703	4246509	3	24.1	1.85	74.3	24.6	1.1	45	20.2	24.8	CL			
22	591094	4247299	2.5	18.6	1.84	26.2	44.4	29.5	35.3	17.8	17.5	SC			
23	587040	4246386	3	17.1	1.86	82.3	11.8	6	47.1	20.2	26.9	CL			
24	590437	4246349	1.5	20.4	1.86	66.8	20.8	12.4	40	19.3	20.7	CL			
25	590996	4246535	3	10.9	1.94	97	3	0	54	21	33	CH			
26	587332	4246474	2.5	22.8	1.89	65.8	26.9	7.4	42.3	21	21.3	CL			
27	588997	4246604	3	26.2	1.87	68.8	27.2	4	44.8	21	23.7	CL			
28	589594	4246723	3	12.7	1.88	58	37.3	4.7	41.3	23.7	17.7	CL			
29	590020	4246428	2.5	34	1.89	74.5	22	3.5	44.1	21.9	22.2	CL			
30	590627	4247311	3	28.8	1.85	85.1	14.3	0.7	45.9	22.2	23.8	CL			
31	591045	4246402	2.5	28.7	1.89	76.7	22	1.3	51.2	22	29.3	CL			
32	588917	4245994	2.5	18.9	1.9	71	21.5	7.5	44.5	22	22.5	CL			
33	589544	4246042	2.5	8	1.8	26	35	39	35.2	18.5	16.7	SM			
34	590734	4246268	3	17.1	1.84	44.7	38.7	16.7	37.8	19.9	17.9	SC			
35	587640	4246565	3	22.5	1.85	59.8	36.8	3.5	41.8	22.4	19.4	CL			
36	590940	4247352	3	18.8	1.88	51	37.5	12	41.9	23.1	18.8	CL			
37	589723	4246533	2.5	18.7	1.89	79.5	19.5	1	48.8	20.1	28.7	CH			
38	587609	4246715	3	34	1.9	65.7	28.4	5.9	45.8	21.2	24.6	CL			
39	588463	4246134	3	10.9	1.85	80.5	10.5	9	40.6	19.9	20.7	CL			
40	590236	4247151	2	29.3	1.92	79.8	16.3	4	49.4	20.9	28.5	CL			
41	590227	4246237	1.5	26	1.86	85.5	14.5	0	44.2	20.4	23.8	CL			
42	588549	4246161	3	27.1	1.91	90.5	8.5	1	42.9	20.2	22.7	CL			
43	587261	4245847	2.5	18.2	1.93	71.5	17.5	11	40.5	19.1	21.5	CL			
44	588580	4246145	2.5	13.3	1.87	76	17	7	40.8	20	20.9	CL			
45	588706	4246468	2.5	27.2	1.83	59.5	33.5	7	41.4	22.4	19	CL			
46	589383	4246116	3	15.9	1.89	93	5	2	42.1	20	22	CL			
47	587388	4246363	2.5	14.9	1.89	58	34	8	42.5	21.1	21.5	CL			
48	590528	4246113	3	18.4	1.86	90	9	1	43.4	21.2	22.1	CL			
49	589087	4245874	3	23.6	1.89	76	16	8	44.1	21	23	CL			
50	588662	4246570	2	22.5	1.85	60	37	3	44.9	21.3	23.7	CL			
51	588332	4246630	2	26.5	1.86	69	28	3	47	21	26	CL			
52	589356	4246082	3	17.2	1.88	63	34	3	45	21	24	CL			

Çizelge A.1 (devam). Zeminlerin fiziksel ve indeks özelliklerinin toplu gösterimi.

Sondaj No	Koordinatlar		UD Derinlik (m)	Su İçeriği (%)	Doğal BHA (gr/cm3)	Elek Analizi			Atterberg Limitleri			Zemin Sınıfı (USCS)
						< No.200 (%)	> No.200 < No.4	> No.4 (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)	
	x	y										
53	589554	4245953	2,5	25,3	1,85	78	19	3	45	20	25	CL
54	589996	4246388	3	25,7	1,86	75	12	13	49	20	29	CL
55	590757	4246267	3	24,8	1,87	84,9	14	1,2	44,7	20,3	24,4	CL
56	588638	4246668	3	18,7	1,84	56,5	38	5,5	42,3	21,2	21,1	CL
57	586691	4246242	1	18	1,85	47,4	43,6	9,1	42,5	20,3	22,2	CL
58	587435	4246084	3	24,1	1,87	77,5	22,5	0	41,8	21,8	20	CL
59	588544	4246219	3	20,3	1,92	73	24	3	42,1	20,9	21,2	CL
60	590944	4247148	1	23,4	1,88	77	17	6	48,6	21,2	27,4	CL
61	589320	4246026	3	28,3	1,83	47,7	47,3	5	42,6	21,5	21,1	SC
62	588038	4246203	3	18,7	1,84	36	50	14	38,1	19,6	18,5	SC
63	587268	4246137	3	22,9	1,89	16	53	31	40,2	21,3	18,9	SM
64	587738	4246369	3	20,4	1,97	34	52	14	39,3	19,2	20,1	SC
65	587207	4246328	3	33	1,9	58	37	5	40,2	22	18,2	CL
66	588247	4246438	3	8,6	1,84	36	45	19	37,8	20,4	17,4	SC
67	589204	4245837	2,5	33,1	1,86	73,9	19,2	6,9	44,5	20,1	24,4	CL
68	588814	4245612	2	21,6	1,89	70	26	4	40,6	19,6	21	CL
69	588051	4246144	1,5	37	1,88	94,8	5,2	0	45,6	20,6	25	CL
70	588878	4245843	3	17,5	1,87	62	31,3	6,7	41,4	22,7	18,7	CL
71	588638	4245903	2,5	19,9	1,85	86	13,7	0	43,4	21,9	21,5	CL
72	589253	4245653	3	14,2	1,81	62,8	30,7	6,5	37,5	25,6	11,9	ML
73	589253	4245653	3	14,2	1,81	54,6	34,4	11	38,5	19,3	19,2	ML
74	588676	4245597	3	21,6	1,89	70,7	25,5	3,7	44,4	20	24,4	CL
75	588075	4246065	2,5	28,5	1,89	95,8	4,2	0	53,3	21,6	28,7	CH
76	588916	4245434	1,5	33,6	1,88	78,5	19	2,5	50	20	30	CL
77	589125	4245712	2,5	13,5	1,93	69,9	17,2	13	46,8	22,1	24,7	CL
78	590471	4246230	3	26,9	1,9	55,1	33,5	11,4	45,3	21,4	23,9	CL
79	589086	4245894	2	24,7	1,86	59,6	22	18,4	44,6	22,4	22,2	CH
80	588983	4245897	3	22,1	1,86	80,1	18,4	1,5	46,1	20,9	25,2	CL
81	588289	4245297	2,5	18,1	1,86	72	19	9	42,5	21,1	21,4	CL
82	590017	4245985	3	32	1,82	85,3	14,4	0,3	44,2	22,6	21,6	CL
83	588533	4245423	2,5	26,4	1,86	64,3	28,5	7,3	44	22,5	21,5	CL
84	590071	4245023	2,5	13,8	1,85	34,3	42,7	23	NP	NP	NP	SM
85	588665	4245585	2,5	15,3	1,92	72,7	22,3	5	42	23,5	18,5	CL
86	589288	4245667	2	23	1,93	38,3	58,3	3,4	52,2	20	32,2	CH
87	589208	4245621	2	27,4	1,86	76,3	19,3	4,5	44,4	21,9	22,5	CL
88	589200	4245730	3	28,1	1,85	71,2	19,4	9,4	44,2	20,4	23,8	CL
89	588841	4245604	3	12,8	1,86	69,2	14	16,8	43,4	21,4	22	CL
90	588704	4245890	2,5	21,1	1,85	74,5	23,1	2,4	45,8	20,9	24,9	CL
91	588967	4245649	3	21,1	1,88	73,9	17,7	8,4	44	20,4	23,6	CL
92	588949	4245917	2,5	14,6	1,88	87,9	11,7	0,5	42,1	20,3	21,8	CL
93	589234	4245843	2	22,1	1,88	85,6	11,4	3	47,5	20,7	26,8	CL
94	589802	4245105	2,5	11,3	1,87	31,4	51	17,6	38,9	19,3	19,6	SC
95	588602	4245888	2,5	19,7	1,87	53	42	5,1	42,5	20,6	21,9	CL
96	588236	4245562	2	23,7	1,87	72,6	19,8	7,6	41,2	21,2	20	CL
97	588471	4245528	2,5	23,4	1,9	76,5	21,1	2,3	42,5	20,8	21,7	CL
98	588455	4245827	3	18,8	1,85	81,3	16,7	2	43,2	23,1	20	CL
99	589272	4245781	3	24,7	1,85	62	25	13	45,1	20,4	24,7	CL
100	588128	4246051	3	13,9	1,96	54	40,5	5,5	39,6	19,2	20,4	ML
101	588391	4246225	3	16,5	1,93	38	49	13	36,6	21,3	15,3	SC
102	589003	4245383	3	23,1	1,85	54	44	2	39,4	22,1	17,3	CL

Çizelge A.2. Aksaray MAKS (Mekansal Adres Kayıt Sistemi) mahalle, bina ve konut veri sayısı.

2023/ŞUBAT/13 MAKS MAHALLE BİNA VE KONUT VERİ SAYISI / NÜFUS BİLGİLERİ					
MAHALLE -MAKS	31-12-2022-NÜFUS	2023/SUBAT-BİNA	2023-bağ bölüm	2023-MESKEN	2023-İŞYERİ
ARATOL BAHÇELİ	4179	759	2164	1507	307
ARATOL İSTİKLAL	2914	353	1805	1727	52
BAHÇESARAY	3513	704	2390	504	1782
BAHÇELİ	3345	634	1741	1668	56
BAYRAMBABA	398	145	240	226	9
BEDİR MUHTAR	407	174	206	195	6
BÜYÜK BÖLCEK	14072	520	6046	5477	355
COĞLAKİ	7959	492	3335	2983	254
CUMHURİYET	14631	567	5936	5756	69
ÇERDİĞİN	4373	260	2172	1895	205
ÇİFTLİK	2728	926	1605	1480	70
DERE MAH.	668	67	551	348	165
EREĞLİKAPI MAH.	19030	925	8757	7988	598
FATİH	15753	646	6831	6045	499
HACI HASANLI	2077	145	1997	1013	876
HACILAR HARMANI	5872	998	4903	3947	816
HAMİDİYE	1386	161	1851	792	1033
HASAS	10529	870	6101	5802	204
HÜRRİYET	3848	995	1404	1350	31
İSTİKLAL	2143	260	1314	1174	97
KALANLAR	128	81	93	81	5
KILIÇASLAN	6291	709	3333	2666	606
KIRIMLI	705	318	378	315	40
KURTULUŞ	4744	1037	2869	2748	95
K. BÖLCEK	15730	948	7298	6637	472
LALELİ	3349	1210	2379	2296	37
M. AKİF ERSOY	6011	655	3280	3096	140
MEYDAN	5758	278	2722	2386	221
MİNARECİK	64	243	1221	84	1119
MUHSİN ÇELEBİ	305	40	511	240	248
NAKKAŞ	8149	480	3852	3710	76
PAMUCAK	2604	144	1386	1216	135
PAŞACIK	17485	793	7847	7360	317
PINAR	4113	714	1810	1702	78
SELÇUKLU	2782	383	1563	1476	59
SOFULAR	659	72	466	316	135
SANAYİ	1804	419	1353	1141	180
SOMUNCU BABA	599	226	268	249	16
ŞAMLI	2176	106	1099	1006	54
ŞEYHAMİT	5134	261	2439	2270	90
ŞİFAHANE	7026	656	3865	3647	124
TACİN	4691	429	4237	3786	346
TAŞPAZAR	15405	715	9130	6855	1943
Y. SULTAN SELİM	8682	2206	3091	2952	52
YENİ MAHALLE	752	243	305	292	8
YUNUS EMRE	5908	830	2991	2685	223
ZAFER	1874	577	1069	892	48
ZİNCİRLİ	359	86	708	216	471
TOPLAM	253113	25460	128009	114197	14822

Çizelge B.1. Çalışma alanına ait 10 mahallenin ARENA Simülasyon sonuçları.

Selçuklu Mahallesi 5,1-6,5 Mw

		T1	T2	T3	T4	Etkilenme Sayısı	Etkilenme Oranı
İyi Zemin	Az Katlı	0	4	128	0	298	10,71171819
	Orta Katlı	0	4	80	0		
	Çok Katlı	0	4	78	0		
Orta Zemin	Az Katlı	0	4	248	0	575	20,66858375
	Orta Katlı	0	2	137	0		
	Çok Katlı	0	2	182	0		
Kötü Zemin	Az Katlı	2	22	724	0	1895	68,11646298
	Orta Katlı	0	20	521	0		
	Çok Katlı	0	22	584	0		
		2	84	2682	0	Toplam Nüfus: 2782	
		T1	T2	T3	T4	Etkilenme Sayısı	Etkilenme Oranı
İyi Zemin	Az Katlı	0	2	125	0	297	10,67577283
	Orta Katlı	0	6	87	0		
	Çok Katlı	0	2	71	4		
Orta Zemin	Az Katlı	2	8	253	0	555	19,94967649
	Orta Katlı	0	2	112	2		
	Çok Katlı	4	8	164	0		
Kötü Zemin	Az Katlı	14	47	756	2	1920	69,01509705
	Orta Katlı	18	45	480	4		
	Çok Katlı	8	39	495	12		
		46	159	2543	24	Toplam Nüfus: 2782	

Mehmet Akif Ersoy Mahallesi 5,1-6,5 Mw

		T1	T2	T3	T4	Etkilenme Sayısı	Etkilenme Oranı
İyi Zemin	Az Katlı	0	8	276	0	640	10,6471
	Orta Katlı	0	8	172	0		
	Çok Katlı	0	8	168	0		
Orta Zemin	Az Katlı	0	8	532	0	1236	20,5623
	Orta Katlı	0	4	296	0		
	Çok Katlı	0	4	392	0		
Kötü Zemin	Az Katlı	4	44	1564	0	4084	67,9421
	Orta Katlı	0	40	1128	0		
	Çok Katlı	0	44	1260	0		
		4	168	5788	0	Toplam Nüfus: 6011	
		T1	T2	T3	T4	Etkilenme Sayısı	Etkilenme Oranı
İyi Zemin	Az Katlı	0	4	268	0	636	10,5806
	Orta Katlı	0	12	188	0		
	Çok Katlı	0	4	152	8		
Orta Zemin	Az Katlı	4	16	548	0	1196	19,8968
	Orta Katlı	0	4	244	4		
	Çok Katlı	8	16	352	0		
Kötü Zemin	Az Katlı	28	96	1632	4	4128	68,674
	Orta Katlı	36	96	1036	8		
	Çok Katlı	16	80	1072	24		
		92	328	5492	48	Toplam Nüfus: 6011	

Bahçeli Mahallesi 5,1-6,5 Mw

		T1	T2	T3	T4	Etkilenme Sayısı	Etkilenme Oranı
İyi Zemin	Az Katlı	0	4	156	0	356	10,6427
	Orta Katlı	0	4	95	0		
	Çok Katlı	0	4	93	0		
Orta Zemin	Az Katlı	0	4	296	0	687	20,5381
	Orta Katlı	0	2	164	0		
	Çok Katlı	0	2	219	0		
Kötü Zemin	Az Katlı	2	22	872	0	2275	68,0119
	Orta Katlı	0	22	630	0		
	Çok Katlı	0	23	704	0		
		2	87	3229	0	Toplam Nüfus: 3345	
		T1	T2	T3	T4	Etkilenme Sayısı	Etkilenme Oranı
İyi Zemin	Az Katlı	0	2	150	0	352	10,5231
	Orta Katlı	0	6	104	0		
	Çok Katlı	0	2	84	4		
Orta Zemin	Az Katlı	2	8	305	0	662	19,7907
	Orta Katlı	0	2	135	2		
	Çok Katlı	4	8	196	0		
Kötü Zemin	Az Katlı	14	53	909	2	2289	68,4304
	Orta Katlı	18	52	577	4		
	Çok Katlı	8	42	598	12		
		46	175	3058	24	Toplam Nüfus: 3345	

Ereğlikapı Mahallesi 5,1-6,5 Mw

		T1	T2	T3	T4	Etkilenme Sayısı	Etkilenme Oranı
İyi Zemin	Az Katlı	0	26	876	0	2031	10,6726
	Orta Katlı	0	26	545	0		
	Çok Katlı	0	26	532	0		
Orta Zemin	Az Katlı	0	26	1689	0	3922	20,6095
	Orta Katlı	0	13	938	0		
	Çok Katlı	0	13	1243	0		
Kötü Zemin	Az Katlı	13	139	4961	0	12953	68,0662
	Orta Katlı	0	128	3576	0		
	Çok Katlı	0	139	3997	0		
		13	536	18357	0	Toplam Nüfus: 19030	
		T1	T2	T3	T4	Etkilenme Sayısı	Etkilenme Oranı
İyi Zemin	Az Katlı	0	13	849	0	2015	10,5885
	Orta Katlı	0	39	595	0		
	Çok Katlı	0	13	480	26		
Orta Zemin	Az Katlı	13	51	1739	0	3793	19,9316
	Orta Katlı	0	13	772	13		
	Çok Katlı	26	51	1115	0		
Kötü Zemin	Az Katlı	90	303	5177	13	13092	68,7966
	Orta Katlı	115	304	3286	26		
	Çok Katlı	50	252	3399	77		
		294	1039	17412	155	Toplam Nüfus: 19030	

Fatih Mahallesi 5,1-6,5 Mw

		T1	T2	T3	T4	Etkilenme Sayısı	Etkilenme Oranı
İyi Zemin	Az Katlı	0	22	728	0	1691	10,7344
	Orta Katlı	0	22	454	0		
	Çok Katlı	0	22	443	0		
Orta Zemin	Az Katlı	0	22	1398	0	3252	20,6436
	Orta Katlı	0	11	779	0		
	Çok Katlı	0	11	1031	0		
Kötü Zemin	Az Katlı	11	117	4108	0	10733	68,133
	Orta Katlı	0	108	2962	0		
	Çok Katlı	0	117	3310	0		
		11	452	15213	0	Toplam Nüfus: 15753	
		T1	T2	T3	T4	Etkilenme Sayısı	Etkilenme Oranı
İyi Zemin	Az Katlı	0	11	705	0	1679	10,6582
	Orta Katlı	0	33	496	0		
	Çok Katlı	0	11	401	22		
Orta Zemin	Az Katlı	11	43	1442	0	3152	20,0088
	Orta Katlı	0	11	643	11		
	Çok Katlı	22	43	926	0		
Kötü Zemin	Az Katlı	76	254	4288	11	10860	68,9392
	Orta Katlı	97	255	2721	22		
	Çok Katlı	42	212	2817	65		
		248	873	14439	131	Toplam Nüfus: 15753	

Hacılar Harmanı Mahallesi 5,1-6,5 Mw

		T1	T2	T3	T4	Etkilenme Sayısı	Etkilenme Oranı
İyi Zemin	Az Katlı	0	8	268	0	625	10,6437
	Orta Katlı	0	8	168	0		
	Çok Katlı	0	8	165	0		
Orta Zemin	Az Katlı	0	8	522	0	1209	20,5892
	Orta Katlı	0	4	288	0		
	Çok Katlı	0	4	383	0		
Kötü Zemin	Az Katlı	4	44	1529	0	3994	68,0177
	Orta Katlı	0	40	1103	0		
	Çok Katlı	0	44	1230	0		
		4	168	5656	0	Toplam Nüfus: 5872	
		T1	T2	T3	T4	Etkilenme Sayısı	Etkilenme Oranı
İyi Zemin	Az Katlı	0	4	262	0	624	10,6267
	Orta Katlı	0	12	184	0		
	Çok Katlı	0	4	150	8		
Orta Zemin	Az Katlı	4	16	536	0	1170	19,925
	Orta Katlı	0	4	239	4		
	Çok Katlı	8	16	343	0		
Kötü Zemin	Az Katlı	28	96	1595	4	4043	68,8521
	Orta Katlı	36	96	1012	8		
	Çok Katlı	16	80	1048	24		
		92	328	5369	48	Toplam Nüfus: 5872	

İstiklal Mahallesi 5,1-6,5 Mw

		T1	T2	T3	T4	Etkilenme Sayısı	Etkilenme Oranı
İyi Zemin	Az Katlı	0	2	99	0	227	10,5926
	Orta Katlı	0	2	62	0		
	Çok Katlı	0	2	60	0		
Orta Zemin	Az Katlı	0	2	190	0	440	20,5319
	Orta Katlı	0	1	107	0		
	Çok Katlı	0	1	139	0		
Kötü Zemin	Az Katlı	1	15	558	0	1454	67,8488
	Orta Katlı	0	12	403	0		
	Çok Katlı	0	15	450	0		
		1	52	2068	0	Toplam Nüfus: 2143	
		T1	T2	T3	T4	Etkilenme Sayısı	Etkilenme Oranı
İyi Zemin	Az Katlı	0	1	95	0	224	10,4526
	Orta Katlı	0	3	68	0		
	Çok Katlı	0	1	54	2		
Orta Zemin	Az Katlı	1	5	195	0	423	19,7386
	Orta Katlı	0	1	88	1		
	Çok Katlı	2	5	125	0		
Kötü Zemin	Az Katlı	8	34	582	1	1465	68,3621
	Orta Katlı	11	33	370	2		
	Çok Katlı	6	28	383	7		
		28	111	1960	13	Toplam Nüfus: 2143	

Kılıçarslan Mahallesi 5,1-6,5 Mw

		T1	T2	T3	T4	Etkilenme Sayısı	Etkilenme Oranı
İyi Zemin	Az Katlı	0	8	289	0	669	10,6342
	Orta Katlı	0	8	180	0		
	Çok Katlı	0	8	176	0		
Orta Zemin	Az Katlı	0	8	559	0	1299	20,6485
	Orta Katlı	0	4	311	0		
	Çok Katlı	0	4	413	0		
Kötü Zemin	Az Katlı	4	44	1640	0	4281	68,0495
	Orta Katlı	0	42	1183	0		
	Çok Katlı	0	45	1323	0		
		4	171	6074	0	Toplam Nüfus: 6291	
		T1	T2	T3	T4	Etkilenme Sayısı	Etkilenme Oranı
İyi Zemin	Az Katlı	0	4	282	0	667	10,6024
	Orta Katlı	0	12	197	0		
	Çok Katlı	0	4	160	8		
Orta Zemin	Az Katlı	4	16	576	0	1255	19,9491
	Orta Katlı	0	4	257	4		
	Çok Katlı	8	16	370	0		
Kötü Zemin	Az Katlı	28	101	1712	4	4319	68,6536
	Orta Katlı	36	100	1085	8		
	Çok Katlı	16	82	1123	24		
		92	339	5762	48	Toplam Nüfus: 6291	

Kurtuluş Mahallesi 5,1-6,5 Mw

		T1	T2	T3	T4	Etkilenme Sayısı	Etkilenme Oranı
İyi Zemin	Az Katlı	0	6	217	0	502	10,5817
	Orta Katlı	0	6	135	0		
	Çok Katlı	0	6	132	0		
Orta Zemin	Az Katlı	0	6	421	0	976	20,5733
	Orta Katlı	0	3	234	0		
	Çok Katlı	0	3	309	0		
Kötü Zemin	Az Katlı	3	33	1236	0	3222	67,9173
	Orta Katlı	0	30	891	0		
	Çok Katlı	0	33	996	0		
		3	126	4571	0	Toplam Nüfus: 4744	
		T1	T2	T3	T4	Etkilenme Sayısı	Etkilenme Oranı
İyi Zemin	Az Katlı	0	3	211	0	499	10,5185
	Orta Katlı	0	9	148	0		
	Çok Katlı	0	3	119	6		
Orta Zemin	Az Katlı	3	12	432	0	942	19,8566
	Orta Katlı	0	3	193	3		
	Çok Katlı	6	12	278	0		
Kötü Zemin	Az Katlı	21	73	1290	3	3251	68,5286
	Orta Katlı	27	75	818	6		
	Çok Katlı	12	61	847	18		
		69	251	4336	36	Toplam Nüfus: 4744	

Pınar Mahallesi 5,1-6,5 Mw

		T1	T2	T3	T4	Etkilenme Sayısı	Etkilenme Oranı
İyi Zemin	Az Katlı	0	6	188	0	436	10,6005
	Orta Katlı	0	6	116	0		
	Çok Katlı	0	6	114	0		
Orta Zemin	Az Katlı	0	6	363	0	845	20,5446
	Orta Katlı	0	3	202	0		
	Çok Katlı	0	3	268	0		
Kötü Zemin	Az Katlı	3	29	1072	0	2795	67,9552
	Orta Katlı	0	28	773	0		
	Çok Katlı	0	29	861	0		
		3	116	3957	0	Toplam Nüfus: 4113	
		T1	T2	T3	T4	Etkilenme Sayısı	Etkilenme Oranı
İyi Zemin	Az Katlı	0	3	183	0	434	10,5519
	Orta Katlı	0	9	127	0		
	Çok Katlı	0	3	103	6		
Orta Zemin	Az Katlı	3	11	375	0	821	19,961
	Orta Katlı	0	3	168	3		
	Çok Katlı	6	11	241	0		
Kötü Zemin	Az Katlı	20	63	1118	3	2827	68,7332
	Orta Katlı	25	66	710	6		
	Çok Katlı	10	53	736	17		
		64	222	3761	35	Toplam Nüfus: 4113	

Çizelge C.1. Ana kriterlere ait alt kriterlerin hesaplamaları. Jeolojik faktörlere ait alt kriterlerin hesaplamaları.

Jeolojik Faktörler	Fay Hatlarına Uzaklık	Litoloji	Zemin Geçirimsizliği	Eğim	Yeryüzü Şekilleri	En Büyük Yer İvmesi
Fay Hatlarına Uzaklık	1,00	3,00	5,00	7,00	8,00	9,00
Litoloji	0,33	1,00	3,00	5,00	7,00	8,00
Zemin Geçirimsizliği	0,20	0,33	1,00	3,00	5,00	7,00
Eğim	0,14	0,20	0,33	1,00	3,00	5,00
Yeryüzü Şekilleri	0,13	0,14	0,20	0,33	1,00	3,00
En Büyük Yer İvmesi	0,11	0,13	0,14	0,20	0,33	1,00
TOPLAM	1,912302	4,801	9,67619048	16,53	24,333333	33

İkili Matrislerin Normalleştirilmesi							
Jeolojik Faktörler	Fay Hatlarına Uzaklık	Litoloji	Zemin Geçirimsizliği	Eğim	Yeryüzü Şekilleri	En Büyük Yer İvmesi	TOPLAM
Fay Hatlarına Uzaklık	0,52	0,62	0,52	0,42	0,33	0,27	2,69
Litoloji	0,17	0,21	0,31	0,30	0,29	0,24	1,53
Zemin Geçirimsizliği	0,10	0,07	0,10	0,18	0,21	0,21	0,88
Eğim	0,07	0,04	0,03	0,06	0,12	0,15	0,49
Yeryüzü Şekilleri	0,07	0,03	0,02	0,02	0,04	0,09	0,27
En Büyük Yer İvmesi	0,06	0,03	0,01	0,01	0,01	0,03	0,16

Ri- n = 6 iken Ri: 1,24					
Kriter Ağırlıkları - (ÖD):	Ağırlıklı Toplam Vektör (ATV):	ATV/ÖD	Maksimum Özdeğer (λ _{max})	Tutarlılık İndeksi (Tİ)	Tutarlılık Oranı (TO)
0,448	3,101	6,918	6,511	0,102	0,082
0,254	1,769	6,961			
0,146	0,970	6,643			
0,081	0,509	6,288			
0,045	0,271	6,079			
0,026	0,160	6,177			

Çizelge C.2. Yapısal faktörlere ait alt kriterlerin hesaplamaları.

Yapısal Faktörler	Mevcut Yapı Stokunun Kalitesi	Mevcut Yapı Stokunun Yaşı	Bina Katsayısı	Yapı Yoğunluğu
Mevcut Yapı Stokunun Kalitesi	1,00	3,00	4,00	7,00
Mevcut Yapı Stokunun Yaşı	0,33	1,00	3,00	5,00
Bina Katsayısı	0,25	0,33	1,00	2,00
Yapı Yoğunluğu	0,14	0,20	0,50	1,00
TOPLAM	1,726190476	4,533333333	8,5	15

İkili Matrislerin Normalleştirilmesi					
Yapısal Faktörler	Mevcut Yapı Stokunun Kalitesi	Mevcut Yapı Stokunun Yaşı	Yapı Yoğunluğu	Bina Katsayısı	TOPLAM
Mevcut Yapı Stokunun Kalitesi	0,58	0,66	0,47	0,47	2,18
Mevcut Yapı Stokunun Yaşı	0,19	0,22	0,35	0,33	1,10
Yapı Yoğunluğu	0,14	0,07	0,12	0,13	0,47
Bina Katsayısı	0,08	0,04	0,06	0,07	0,25

Ri- n = 4 iken Ri: 0,89					
Kriter Ağırlıkları - (ÖD):	Ağırlıklı Toplam Vektör (ATV):	ATV/ÖD	Maksimum Özdeğer (λ_{max})	Tutarlılık İndeksi (Tİ)	Tutarlılık Oranı (TO)
0,545	2,281	4,187678	4,082	0,027	0,031
0,275	1,124	4,087326			
0,117	0,471	4,016957			
0,063	0,255	4,034682			

Çizelge C.3. Çevresel faktörlere ait alt kriterlerin hesaplamaları.

Çevresel Faktörler	Kentsel Donatı Alanlarının Yetersizliği	Alanın Konumu/Erişilebilirliği	Potansiyel Etki Alanı
Kentsel Donatı Alanlarının Yetersizliği	1,00	2,00	7,00
Alanın Konumu/Erişilebilirliği	0,50	1,00	3,00
Potansiyel Etki Alanı	0,14	0,33	1,00
TOPLAM	1,642857143	3,333333333	11

İkili Matrislerin Normalleştirilmesi				
Çevresel Faktörler	Kentsel Donatı Alanlarının Yetersizliği	Alanın Konumu/Erişilebilirliği	Potansiyel Etki Alanı	TOPLAM
Kentsel Donatı Alanlarının Yetersizliği	0,61	0,60	0,64	1,85
Alanın Konumu/Erişilebilirliği	0,30	0,30	0,27	0,88
Potansiyel Etki Alanı	0,09	0,10	0,09	0,28

Ri- n = 3 iken Ri: 0,58					
Kriter Ağırlıkları - (ÖD):	Ağırlıklı Toplam Vektör (ATV):	ATV/ÖD	Maksimum Özdeğer (λ_{max})	Tutarlılık İndeksi (Tİ)	Tutarlılık Oranı (TO)
0,615	1,848	3,005	3,003	0,001	0,002
0,292	0,878	3,002			
0,093	0,278	3,001			

Çizelge C.4. Sosyo-Ekonomik faktörlere ait alt kriterlerin hesaplamaları.

Sosyo-Ekonomik Faktörler	Nüfus Yoğunluğu	Gelir Düzeyi	Arazi Fiyatları
Nüfus Yoğunluğu	1,00	4,00	5,00
Gelir Düzeyi	0,25	1,00	3,00
Arazi Fiyatları	0,20	0,33	1,00
TOPLAM	1,45	5,33333333	9

İkili Matrislerin Normalleştirilmesi				
Sosyo-Ekonomik Faktörler	Nüfus Yoğunluğu	Gelir Düzeyi	Arazi Fiyatları	TOPLAM
Nüfus Yoğunluğu	0,69	0,75	0,56	2,00
Gelir Düzeyi	0,17	0,19	0,33	0,69
Arazi Fiyatları	0,14	0,06	0,11	0,31

Ri- n = 3 iken Ri: 0,58					
Kriter Ağırlıkları - (ÖD):	Ağırlıklı Toplam Vektör (ATV):	ATV/ÖD	Maksimum Özdeğer (λ_{max})	Tutarlılık İndeksi (Tİ)	Tutarlılık Oranı (TO)
0,665	2,109	3,171	3,087	0,043	0,075
0,231	0,709	3,068			
0,104	0,314	3,023			

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Asuman AKŞİT

EĞİTİM BİLGİLERİ (Kurum ve Yıl)

Lisans : Aksaray Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 2010-2014

Yüksek Lisans: Aksaray Üniversitesi, Jeoloji Anabilim Dalı, 2014-2017

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLERİ

- Zorunlu stajlarımı (30 işgünü) 2013 yılında Aksaray Belediyesi İmar ve Şehircilik Müdürlüğünde “Zemin Mekaniği” alanında yaptım.
- 2014: Lisans Bitirme Tezi (güz dönemi) Uygulamalı Jeoloji Ana Bilim Dalı- “Antalya-Alanya Ilıksu Tünellerinin Jeolojik ve Jeoteknik İncelenmesi”
- 2014: Lisans Bitirme Tezi (bahar dönemi) Mineraloji-Petrografi Ana Bilim Dalı-“Diyarbakır-Hazro Antiklinalinin Petrol Potansiyeli”

TEZDEN ÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER

Ulusal Hakemli Dergilerde Yayımlanan Makaleler

1. Akşit, A., Ekercin, S., ve Kaya, Ü., 2024. Simülasyon Modeli ile Deprem Senaryosu Oluşturulması ve Aksaray İli Triyaj Tahmin Analizi. Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi, 6(2), 122-131.