

T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMADA JEOFİZİK UYGULAMALAR VE
DEPREMSELLİĞİN PLANLAMAYA ETKİLERİ

YÜKSEK LİSANS

Rezzan ERDOĞAN

ARALIK-2023

GÜMÜŞHANE



**T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMADA JEOFİZİK UYGULAMALAR VE
DEPREMSELLİĞİN PLANLAMAYA ETKİLERİ**

**GEOPHYSICAL APPLICATIONS IN URBAN AND REGIONAL PLANNING
AND EFFECTS OF SEISMICITY ON PLANNING**

YÜKSEK LİSANS

Rezzan ERDOĞAN

ARALIK-2023

GÜMÜŞHANE



**T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMADA JEOFİZİK UYGULAMALAR VE
DEPREMSELLİĞİN PLANLAMAYA ETKİLERİ**

**GEOPHYSICAL APPLICATIONS IN URBAN AND REGIONAL PLANNING
AND EFFECTS OF SEISMICITY ON PLANNING**

YÜKSEK LİSANS

Rezzan ERDOĞAN

Danışman: Prof. Dr. Serkan ÖZTÜRK

**ARALIK-2023
GÜMÜŞHANE**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlamış olduğum “**Şehir ve Bölge Planlamada Jeofizik Uygulamalar ve Depremselliğin Planlamaya Etkileri**” isimli bu tezimin, tamamen kendi çalışmam olduğunu, her alıntıya kaynak gösterdiğimi, alıntı yaptığım tüm çalışmaları kaynakçada belirttiğimi ve Gümüşhane Üniversitesi’nin lisanslı kullanıcısı olduğu intihal yazılım programı ile Lisansüstü Eğitim Enstitüsü’nün belirlediği kısıtlara uygun olarak raporladığımı taahhüt ederim. Tezimin kâğıt ve elektronik kopyalarının Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü arşivinde saklanmasına izin verdiğimi onaylarım.

Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği’nin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

25/12/2023

.....
Rezzan ERDOĞAN

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasına katkıda bulunup bilgilerini paylaşan, destekleyen ve yönlendiren değerli danışman hocam Prof. Dr. Serkan ÖZTÜRK'e, lisans eğitimim sonrasında bile bana bilgileriyle ışık tutan hocam Dr. Öğr. Üyesi Gökhan Hüseyin ERKAN'a, manevi desteğini eksik etmeyen aileme ve arkadaşım Zelal Avunan'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Rezzan ERDOĞAN
GÜMÜŞHANE – 2023



ÖZET

Şehir ve Bölge Planlama, kamu yararı esas alınarak sürdürülebilir ve risk faktörlerinden arındırılmış yaşam alanları oluşturmayı hedefleyen, sosyal, ekonomik ve fiziksel çalışmaların bütünü olarak tanımlanabilir. Aşamalı olarak yürütülen planlama sürecine farklı disiplinlerden birçok meslek grubunun bir araya gelerek katkı sağlaması, şehrin veya bölgenin gelecek imajının tasarımında önemli bir faktördür.

Yalnızca günün ihtiyaçlarını karşılamak adına, doğal çevre ile denge kurmadan, alanın jeolojik, jeofizik ve jeoteknik özellikleri incelenmeden yürütülen çalışmalar günümüz kentlerinin bugünkü sorunlarını ortaya çıkarmıştır. Bu tez çalışmanın ilk aşamasında, Şehir ve Bölge Planlamada jeofizik uygulamaların yeri ve Türkiye'deki kullanım alanları incelenmiştir. İkinci aşamada, jeofizik biliminin çalışma alanlarından biri olan depremselliğin planlamaya etkisi değerlendirilmiş olup Adıyaman ili deprem tehlike analizi yapılmıştır.

Bu çalışma kapsamında, olasılıksal sismik tehlike analizinde uygulanan modellerden biri olan Gumbel uç değerler yöntemi kullanılmıştır. Adıyaman il merkezinden 200 km yarıçaplı bir alanı kapsayan bölge için 1900-2023 yılları arası kaydedilen depremlerin magnitüd değerleriyle, farklı zaman periyotlarında (orta ve uzun vadede) oluşabilecek depremlerin tekrarlanma süreleri ve oluşma olasılıkları tahmin edilmiştir. Sonuç olarak, istatistiksel değerlendirmelerle Adıyaman ili sınırları içerisindeki güncel deprem aktivitesi analiz edilmiş ve deprem tehlikesi açısından irdelenerek deprem riski ortaya konulmaya çalışılmıştır. Gumbel uç değerler dağılımına göre $M_w=6.0$, $M_w=6.5$, $M_w=7.0$ büyüklüklerinde depremlerin tekrarlanma periyodları 14 yıl, 36.6 yıl ve 95 yıldır. 5, 10, 30 ve 50 yıl içinde oluşma olasılıkları ise sırasıyla; $M_w=6.0$ için %30, %51, %88, %97, $M_w=6.5$ için %13, %24, %56, %74 ve $M_w=7.0$ için %5, %10, %27, %41 olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Depremsellik, Jeofizik uygulamalar, Deprem risk analizi, Gumbel uç değerler bağıntısı, Adıyaman

SUMMARY

City and Regional Planning can be defined as a whole of social, economic and physical studies aimed at creating sustainable and risk-free living spaces based on public interest. The fact that many professional groups from different disciplines come together and contribute to the Decently carried out planning process is an important factor in the design of the future image of the city or region.

The studies carried out only in order to meet the needs of the day, without balancing with the natural environment, and without examining the geological, geophysical and geotechnical characteristics of the area, have revealed the current problems of today's cities. In the first stage of this thesis study, the place of geophysical applications in City and Regional Planning and their areas of use in Turkey were examined. In the second stage, the effect of seismicity, which is one of the fields of geophysical science, on planning was evaluated and earthquake hazard analysis was performed in Adıyaman province.

Within the scope of this study, the method of Gumbel extreme values, one of the models applied in probabilistic seismic hazard analysis, was used. With the magnitudes of the earthquakes recorded between 1900 and 2023 for the region covering an area with a radius of 200 km from the city center of Adıyaman, the recurrence times and occurrence probabilities of earthquakes that may occur in different time periods (medium and long term) have been estimated. Dec. As a result, the current earthquake activity within the borders of Adıyaman province was analyzed with statistical evaluations and an attempt was made to identify the earthquake risk by examining it in terms of earthquake hazard. According to the Gumbel extreme value distribution, the recurrence periods of earthquakes with magnitudes $M_w = 6.0$, $M_w = 6.5$, and $M_w = 7.0$ are 14 years, 36.6 years and 95 years. The occurrence probabilities within 5, 10, 30 and 50 years were determined as 30%, 51%, 88%, 97% for $M_w=6.0$, 13%, 24%, 56%, 74% for $M_w=6.5$ and 5%, 10%, 27%, 41% for $M_w=7.0$, respectively.

Keywords: Seismicity, Geophysical applications, Earthquake risk analysis, Gumbel extreme value relation, Adıyaman

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	III
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI.....	IV
TEŞEKKÜR.....	V
ÖZET.....	VI
SUMMARY	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
TABLolar DİZİNİ	X
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XI
EKLER DİZİNİ.....	XII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XIII
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı.....	3
1.2. Çalışmanın Kapsamı	3
1.3. Çalışmanın Yöntemi	4
2. ŞEHİR VE BÖLGE PLANLARINDA JEOfİZİK UYGULAMALARIN YERİ	5
2.1. Kentsel Sorunların Azaltılmasına Yönelik Uygulamalar.....	7
2.1.1. Altyapı Sorunları.....	7
2.1.2. Kentsel Çevre Sorunları	8
2.1.3. Afetlere Karşı Dayanıksız Kentleşme.....	9
2.2. Jeofizik Yöntemlerin Planlama Sürecinde Kullanımı.....	10
2.2.1. Planlama Süreci.....	10
2.2.2. Plan Kademe ve Türleri	11
2.2.3. Kentlerde Jeofizik Uygulamaların Kullanım Alanları	17
2.3. Jeofizik Yöntemler.....	21
2.3.1. Sismik Kırılma	21
2.3.2. Sismik Yansıma	21
2.3.3. Elektrik Yöntemlerin Kullanımı	22
2.3.4. Mikrotremor Çalışmaları.....	22
2.3.5. Jeoradar	23
2.3.6. Kuyu İçi Sismiği	23
2.4. Kent Planlamada kullanılan Jeofizik Yöntem ve Uygulama Örnekleri	24
2.4.1. Mikrotremor Verileriyle Mikrobölgeleme Çalışmaları.....	24

2.4.2. Elektrik Özdirenç ve Sismik Kırılma Yöntemlerinden Heyelan Geometrisinin Belirlenmesi	25
2.4.3. Yer Radarı Yöntemiyle Gömülü Boruların Büyüklük, Konum ve Fiziksel Özelliklerinin Tespiti	26
2.4.4. Jeofizik Yöntemlerle Arkeolojik Kalıntıların Tespiti	27
2.4.5. Kentsel Teknik Altyapı Çalışmalarında Jeoradar Yöntemi Uygulaması	27
3. ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMADA DOĞAL AFETLER.....	28
3.1. Kentler için Doğal Afetlerin Risk Oluşturmasının Temel Nedenleri.....	30
3.2. Afet Zararlarını Azaltmaya Yönelik Önlemler	32
3.3. Kent Planlamada Afet Yönetimi	34
3.4. Dünya’da ve Türkiye’de Afet Zararlarının Azaltılması Yönünde Düzenlemeler....	39
3.5. Planlamada Yer Seçimi Kararları ve Depremselliğin Önemi	44
3.6. Deprem Tehlike Analizi	46
3.6.1. Deterministik Deprem Tehlike Analizi.....	49
3.6.2. Olasılıksal (Probabilistik) Deprem Tehlike Analizi.....	51
4. METERYAL VE METOT	54
4.1. Deprem Verileri ve Özellikleri.....	54
4.2. Olasılıksal Deprem Tehlikesinin Belirlenmesi	61
4.2.1. Gumbel Uç Değerler Dağılımı	61
4.2.3. Bulgular Ve Tartışma	66
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	73
KAYNAKÇA	77
EKLER.....	87
ÖZGEÇMİŞ	97

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Beş ana başlıkta plan türleri (Mengi ve İşçioğlu, 2018).	12
Tablo 2. Yöntemsel çerçevede çeşitli risk ve tehditlerin planlarla ele alınması (Peker ve Orhan, 2021).	12
Tablo 3. Sakınım planlama ve risk yönetimi ilişkisi (İSMEP, 2014a).....	35
Tablo 4. Dünya’da afet riski azaltma çalışmalarının birkaç örneği (Merchler, 2005).	43
Tablo 5. Mercalli Şiddet Ölçeğine bir depremin şiddetini belirleyen ölçütler (Sevilgen, 2006).	46
Tablo 6. Dünya’da meydana gelen depremlerin yıllık oluşum sayısı (KOERI, 2017). ..	48
Tablo 7. Elbistan ve Pazarcık (Kahramanmaraş) depremlerinin özellikleri (ODTÜ, 2023)	60
Tablo 8. 1900-2023 yılları arası en büyük deprem adetleri	66
Tablo 9. Gumbel dağılımı ile farklı yıl aralıklarında hesaplanan sismik tehlike (R_t) ve tekrarlanma periyotları (T_m).	68

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Dört Aşamalı Deterministik Tehlike Analizi (Kramer, 1996).	50
Şekil 2. Dört Aşamalı Olasılıksal Tehlike Analizi (Kramer, 1996).	52
Şekil 3. Türkiye deprem tehlike haritası (AFAD, 2018).	54
Şekil 4. Çalışma bölgesindeki fay hatları (AFAD, 2023c).	55
Şekil 5. Doğu Anadolu Fay Zonu üzerinde bulunan Adıyaman ili ve çevresinin coğrafi konumu (Şaroğlu vd., 1992a;b; Duman ve Emre, 2013; Taymaz vd., 2021). ..	56
Şekil 6. Doğu Anadolu Fay hattı ve Segmentleri (a), Adıyaman ili ve çevresi aktif fay hatları (b) (Emre vd., 2013).	57
Şekil 7. Adıyaman ili ve çevresi 20 Mart 2023 tarihine kadar bölgede gerçekleşmiş olan depremler (a), Adıyaman ili ve çevresi tarihsel deprem kayıtları (b) (Baştürk, 2016; Tekin ve Akcan, 2023).	58
Şekil 8. Türkiye haritasında 6 Şubat 2023 tarihli Pazarcık ve Elbistan depremleri (AFAD, 2023a).	60
Şekil 9. Gumbel I ve Gumbel III olasılık dağılımları (Gumbel, 1958; Burton, 1979). ..	62
Şekil 10. Deprem sayısı-magnitüd ilişkisi ($a=4.01$, $b= 0.83$)	67
Şekil 11. Gumbel uç değerler yöntemine göre dağılımlar (a. Tekrarlanma Periyodu-Büyüklik, b. Yıllık oluşma olasılıkları-Büyüklik, c. Tehlike Oranı-Büyüklik)	69
Şekil 12. Temel sistemlerinin sismik davranışı (Gölbaşı / Adıyaman) (ODTÜ, 2023)..	72

EKLER DİZİNİ

Ek 1. 1900-2023 arası Adıyaman il merkezinden 200 km yarıçaplı alanı kapsayan $M_w:4.0$ $\geq$ depremler (KOERI, 2023)	87
---	----



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

DRIS	: Bütünleşik Kentsel Afet Risk Yönetimi Stratejisi
M _w	: Deprem büyüklüğü
N(M)	: Deprem sayısı
f(M)	: Deprem olasılığı
G(M)	: Geri dönüşüm periyodu
R(M)	: Risk değeri
G(M _j)	: Maksimum yıllık magnitüd
N _k	: Kümülatif adet
İKO	: İç kararlılık oranı
M/F	: Maliyet fayda oranı
NBD	: Net bugünkü değer
İKO	: İç karlılık oranı
YNF	: Yıllık net fayda
k.	: Kavislenme
G-R	: Gutenberg-Richter
CDF	: Kümülatif dağılım fonksiyonu
GPR	: Ground Penetrating Radar, Yer Radarı
ABAG	: Körfez Bölgesi Hükümetleri Birliği
DE-SE-YA:	Deprem Seylak Yangın
DAFZ	: Doğu Anadolu Fay Zonu
BZKK	: Bitlis Zagros Kenet Kuşağı
ÖDFZ	: Ölü Deniz Fay Zonu
KAFZ	: Kuzey Anadolu Fay Zonu Deprem Master Planı
İSMEP	: İstanbul Sismik Riskin Azaltılması ve Acil Durum Hazırlık Projesi
DMP	: Deprem Master Planı
ERT	: Elektrik Rezistivite Tomografi
ÇASK	: Çok Atışlı Sismik Kırılma
ÇŞB	: Çevre Şehircilik Bakanlığı
MFA	: Dışişleri Bakanlığı

1. GİRİŞ

Canlılar içinde yaşadıkları çevre ile uyumlu bir hayat tarzı benimseme ihtiyacındadırlar. Bu nedenle yeryüzündeki insan yaşamı, içinde yaşadığı fiziksel çevrenin türünü büyük ölçüde şekillendirmiştir. 19. yüzyıl yaklaşımı olan bu düşünceye determinizm denir. Determinizm, fiziksel çevrenin bir kişinin eylemlerini veya başarılarını kontrol ettiği fikridir. 20. yüzyılın başlarında ise fiziki çevrenin insanlara yaşam çevrelerini nasıl kullanacakları konusunda geniş seçenekler sunduğu fikrini destekleyen coğrafyacılara ve şehir plancıları ortaya çıkmıştır. Günümüz kentleri bu fikir temelinde kurulmuştur (Harvey, 2010).

Kentlerin ortaya çıkışına uygarlıkların doğuşu gözüyle bakılmaktadır. Çünkü kentler insan yaşamı gibi sürekli olarak büyüme ve değişme eğilimindedir. İnsan zihninin gelişiminde merkezi bir rol oynar ve insanlık tarihinin önemli parçasını oluşturur. Kentleşme süreci yöneticiler, plancılar, mimarlar, tasarımcılar vb. elemanlar yoluyla geçmişten günümüze belirli bir plan çerçevesinde sürdürülmektedir (Keleş, 1993).

Webster Dictionary'e göre genel anlamıyla planlama, "önceden düzenlemek, sosyal ya da ekonomik bir birim için hedef ve politikalar oluşturmak" olarak tanımlanmıştır. Belirli hedeflere ulaşmak adına sistematik olarak yürütülen eylemlerin tümüdür. Plan ise, belirli bir hedefe ulaşmak için tasarlanmış yöntemlerin veya programların ayrıntılı bir formülasyonu olarak tanımlanır (Ersoy, 2007).

Bu yaklaşımla şehir planlama; kentlerin gelişimi ve değişimi için oluşturulan alternatiflerin geliştirilip uygulandığı, ekonomik, sosyal, bölgesel, kültürel vb. faktörlerin bir bütün olarak değerlendirme sürecidir. Gelecek döneme ait kentsel bilgileri yansıtan bir belge olmaktan çok, ortaya çıkabilecek problemlere karşı öngöründe bulmayı amaçlayan planlama boyutudur (Yıldız, 2012).

Kentlerde yerleşim alanlarının birçoğu, zamanla ortaya çıkan şartlara göre tek tek kendiliğinden oluşmuş olsa da planlama kuramlarına göre belirli hedeflere yönelik kentsel formlar belirlenmeye başlamıştır. Coğrafi konum, demografik, topografik, sosyo kültürel yapı vb. etmenlerin yanı sıra doğal afetler planlamaya yön veren en önemli etkenlerdendir (Özdemir ve Ersoy, 2017). 21. yüzyılın sonuna gelindiğinde dünya nüfusunun neredeyse yarısının şehirlerde yaşadığı tahmin edilmektedir.

İnsan toplulukları belli alanlarda yoğun olarak yaşamaya başladığından beri afetlerin verdiği hasarlar ve etkileri de artmıştır. Hızlı kentleşme nedeniyle artan yapılaşma ve beraberinde getirdiği nüfus, belli bölgelerde sel, heyelan, çığ, sismik riskler gibi tehlikeleri de artırmaktadır (İlgen, 1999).

Türkiye'de toplam nüfusunun %98'i deprem bölgesinde yaşamaktadır. Bu oran ülke topraklarının %96'sına karşılık gelmektedir. Sanayi tesislerinin %75'i, tarım arazilerinin %44'ü, nüfusumuzun da %55'i birinci derece deprem bölgesinde yer alır. Buna karşılık depremsellik gerçeği kentsel planlamada çoğu zaman göz ardı edilmektedir. Bu durumda olası bir deprem durumu için ciddi teknik sorunlar, can ve mal kayıpları kaçınılmaz olacaktır (Öztaş, 2012).

Yerleşim birimlerinde yapılaşmaya açılacak alanlar planlanırken farklı türdeki afetlere karşı güvenli yaşam alanları oluşturmak için altlık veriler jeofizik, jeolojik ve jeomorfolojik etütlerle güçlendirilmeli, veri tabanları oluşturulmalıdır. Alt/üst ölçekli planların tamamında sınırlayıcı plan kararları olarak yer almalıdır (Akdemir, 2015).

Kent planlama çalışmaları, doğal afet gerçeğiyle birlikte değerlendirilmelidir. Yangın, deprem, heyelan, fırtına, çığ vb. ülkemizde etkin olarak gördüğümüz afetlerden en yaygınlarıdır. Alt ölçekte de dikkate alınmayan tarım toprakları, kıyılar, sulama alanları, orman vb. alanlar üst ölçeklerde büyük planlama sorunlarına yol açmakta, birçok doğal afete zemin hazırlanmaktadır. Bu nedenle zemin koşulları bakımından risk taşıyan dere yatakları, sorunlu yer altı sularının bulunduğu alanlar, deprem anında büyüme ve sıvılaşma tehlikesinin fazla olduğu topraklar yapılaşmaya açılmamalıdır.

Planlama sürecinin ilk aşamasını, çalışma alanının jeolojik, jeofizik ve jeoteknik özelliklerinin incelenmesi, coğrafi potansiyelinin ortaya çıkarılması, yeryüzü şekilleri, su kaynakları, toprak yapısı ve bitki örtüsü gibi verilerin tespiti oluşturmaktadır. Böylece alanda yapılacak İmar Planına Esas jeoteknik, jeolojik ve jeofizik etütler ile yerleşime uygunluk durumunun ve doğal afet tehlikelerinin belirlenmesi, sürdürülebilir, sağlıklı ve güvenli yerleşim alanları oluşturmak amaçlanır. Ayrıca yapı tasarımı için hazırlanacak olan zemin etüt raporlarının güvenilirliği bu verilerle arttırılmaktadır. İmar planına esas teknik çalışmaların yanında beşerî/ekonomik faktörler; bölgede yaşayan insan unsuru, nüfus hareketleri, yerleşme özellikleri ve sistemi, tarihi, bölgenin mülkiyet durumu, ulaşım, sanayi, üretim ve benzeri etkenler birlikte değerlendirilir. Bu sayede alandaki tüm problemleri ortaya çıkaran analiz çalışması yapılır.

Şehir plancıları bu aşamada sorunların çözümüne yönelik diğer meslek disiplinlerini de sürece dahil etmektedir. Daha sonraki süreci ise plan öncesi sentezlerin hazırlaması izlemektedir (Akdemir, 2015).

Jeofizik, çeşitli yöntem ve uygulamaları ile planlama sürecine dahil edilmesi gereken önemli bir disiplindir. Geniş inceleme alanları ile kentsel planlamanın birçok aşamasında plancıya veri tabanı oluşturmaktadır. Bu tez çalışmasında planlama sürecine dahil edilmesi gereken jeofizik mühendislik uygulamalarının kentsel planlama aşamalarına katkısı irdelenmiştir. Ayrıca, Adıyaman ili özelinde jeofiziğin çalışma alanlarından biri olan depremsellik analizi yapılmıştır.

1.1. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, Şehir ve Bölge Planlaması yapılırken kullanılan Jeofizik yöntemlerin incelenmesi ve uygulama alanlarından biri olan depremselliğin planlamaya etkisini değerlendirmektir. İlk olarak, planlama sürecinin özellikle analiz aşamasında başvurulmuş jeofizik yöntem ve uygulamalar incelenecek olup, ikinci aşamada depremsellik Adıyaman ili özelinde analiz edilecektir. Olasılıksal modellerden olan Gumbel uç değerler yöntemi kullanılacaktır.

Gumbel yöntemine en uygun olan büyüklük olarak moment magnitüdü (M_w) seçilip, magnitüd-deprem sayısı ilişkisi, depremlerin geri dönüş periyotları, sismik tehlike ve sismik risk hesaplanacaktır. Sonuçta, Adıyaman ilindeki sismik aktivite ve deprem tehlikesi değerlendirilecek olup elde edilen sonuçların planlama yapılırken girdi oluşturması, yapı ve tasarımlarda etkili olarak kullanılması amaçlanmaktadır.

1.2. Çalışmanın Kapsamı

Bu çalışmada, olasılıksal deprem analizinde kullanılan yöntemler hakkında bilgi verilip, sık kullanılan yöntemlerden olan Gumbel uç değerler yöntemi uygulanacaktır. Yöntemde belirleyici olarak deprem sayısı $N(M)$, deprem olasılığı $f(M)$, tekrarlama zamanı (geri dönüşüm periyodu) $G(M)$, risk değerleri $R(M)$ olmak üzere hesaplanması gereken 4 farklı magnitüd fonksiyonu bulunmaktadır (Cornell, 1968). Gumbel uç değerler yöntemiyle deprem tekrarlanma zamanı ve oluşma olasılığı gibi istatistiksel parametrelerin tespiti amaçlanmaktadır. Depremselliği belirlenen Adıyaman ilinin planlanmasına dair görüş ve önerilere son kısımda yer verilecektir.

1.3. Çalışmanın Yöntemi

Bu tez çalışmasında, depremsellik kavramı üzerinde durularak Adıyaman ilinin deprem potansiyeli belirlenebilecektir. Uygulanacak olan Gumbel uç değerler yönteminde, her yıl için meydana gelmiş olan en büyük magnitüdlü deprem dikkate alınmaktadır.

Deprem olmayan yıllar için alt sınır kabul edilen magnitüd değeri kullanılmaktadır. Bu yöntem, en büyük depremin magnitüdü esas alınarak geliştirilmiştir ve deprem kataloglarının sürekli olmadığı durumlarda en iyi çözümü veren yöntemdir.

2. ŞEHİR VE BÖLGE PLANLARINDA JEOFİZİK UYGULAMALARIN YERİ

Kent planlama yaklaşımının ortaya çıkması ve kurumsallaşması 19. yüzyıla kadar uzanmaktadır. Kent planlamanın bir gerekliliği olarak ortaya çıkışının kökenine ilişkin gelişmeler, sanayi devriminin neden olduğu büyük nüfus değişimi kırsal alanlardan kentsel alanlara doğru artmaktadır. Nüfus yoğunluğunun neden olduğu altyapı, çevre, konut ve ulaşım sorunlarına devlet ve toplum hazırlıksız yakalanmıştır. Bu durum, 19. yüzyıl boyunca sıhhi koşullarla doğrudan ilişkili salgın hastalıkların hızla artması sonucu olumsuz etkilerini giderek daha fazla göstermiştir. Ciddi sağlık sorunları bir yandan çalışanların yaşam beklentilerini azaltırken diğer yandan verimsiz üretime neden olmuştur.

Doğmakta olan kapitalizmin bir sistem olarak hayatta kalması, emek gücünün kendi kendini yeniden üretmesi için koşulların iyileştirilmesini gerektirir. Bu olumsuzluktan olumsuz etkilenen burjuvazi, çözüm aramaktaydı. Fabrikaların çevresine kurdukları işçi evlerinde çevre koşullarını nispeten sağlıklı hale getirmeye çalışan sermaye sahipleri, bireysel girişimlerin bu tür çoğalmaların güvenli bir çözüm olmadığını kısa sürede anlamışlardı. Burjuvazinin kentsel ölçekte yönetmesi zor olan, büyük altyapı, sosyal konut ve yenileme projelerini gerçekleştirmek için kitlesel devlet müdahalesinden başka çözüm yolu kalmamıştı. İşte böyle bir ortamda kentsel planlama çalışmaları toplumsal destek ve meşruiyet kazanmış ve ilk planlama girişimleri bu dönemde gündeme gelmeye başlamıştır (Ersoy, 2005).

Dünya genelinde kent planlama anlayışının gelişmesiyle birlikte farklı bakış açıları ve yaklaşımlar ortaya çıkmıştır. Klasik şehir planlama anlayışına göre sermaye birdir, kentsel işlevler ve yerleşimler arasındaki ilişkilerin haritasını çıkarmak ve bunların gelecekteki biçimlerini tahmin etmek büyük ölçüde bir mühendislik işidir.

Bu nedenle şehir planlamasını büyük ölçekli bir mühendislik ve mimarlık çalışması olarak görmektedir. Bu anlamda şehir planlaması, şehirlerin gelecekte uygulamak istediği fiziksel formun tasarlanması ve bu amaca ulaşmak için gerekli kontrollerin uygulanması sürecidir. İçinde bulunduğumuz yüzyılın ilk çeyreğine yayılan süreç ve hareket, mimarları, peyzaj tasarımcılarını ve mühendisleri şehir planlamasına doğru kaymaya yöneltti. 1929 küresel durgunluğunun da etkisiyle, her türlü devlet eylemi arasında toplumun refahını sağlamak için koordinasyonun sağlanması gerekmiştir. Böylece 1930'lardan itibaren klasik şehir planlaması yaklaşımının yerini giderek küresel bir planlama yaklaşımına bıraktığı görülmüştür.

Küresel planlama, tüm şirket değerlerinin, bunlardan türetilen hedeflerin ve bu hedeflere ulaşmak için tüm kaynakların ve araçların bilindiğini veya planlayıcıların bildiğini varsayar. Bu varsayım altında, planlamacılar için tüm bilgilerin mevcut olduğu fikri, sürece diğer uzmanlık alanlarını dahil etmek için yeterli değildir. Daha sonraki dönemde ortaya çıkan nazım planlama yaklaşımı, birçok özelliği ile klasik şehir planlama anlayışından ayrılmaktadır. Bu yaklaşımı benimseyen planlancılar, planlamayı bir arazi kullanım planı olarak değil, şehir çapında kalkınma için bir araç olarak görmelidirler, bu yöndeki planlar sadece maddi yönleri değil aynı zamanda sosyal, ekonomik ve idari yönleri de içermektedir.

Kent planlamasında, planlamanın farklı disiplinlerle olan işlevlerinin, konularının ve ilişkilerinin kapsamlılığıdır. Geleneksel planlama yaklaşımından farklı olarak, planlamanın odak noktası olan şehrin alanını da genişletir. Sonuç olarak, şehir belirli idari sınırlar içinde bir koloni olarak kabul edilmemektedir. Çevresinin, içinde bulunduğu bölgenin, kısacası hinterlandının da dikkate alınması gerekir. Bu anlamda planlamanın bir bütün oluşturduğunu ve birçok disiplinin bir araya gelerek bir sistem oluşturması gerektiğini savunur.

En genel anlamda kentleşme, kent sayısı ve kent nüfusun artmasıdır. Türkiye’deki kentsel nüfusu etkileyen en önemli faktör köy ve kasabalardan kentlere olan göçlerdir. Gelişmekte olan ülkelerde doğurganlık eğilimleri azaldığından, kentleşme köylerden kentlere doğru olan nüfus aktarımı ile beslenmektedir. Kentleşme daha çok demografik nitelikleri ile tanımlansa da yalnız bir nüfus hareketi değil, ekonomik ve toplumsal yapısındaki değişimlerin katkılarıyla biçimlenir. Bu nedenle, planlama çalışmalarında kentlerin ekonomik, demografik, sosyo-kültürel özellikleri ve çevre dinamikleri sistematik olarak araştırılmaktadır (Keleş, 1990).

Kentlerin kurumları ve toplumsal yapısı, kırsal yerleşim yerlerinden farklıdır. Özellikle kentsel karakterin oluşması toplumsal değişimleri de beraberinde getirmiştir. Bunun için “kentleşme” sosyolojinin temel araştırma alanlarından biridir. Ancak kaçak ve kontrolsüz kentleşmenin büyüme hızı günümüz kentlerinde yaşamı ve yaşam kalitesini büyük ölçüde etkilemektedir.

Bu şehirlerde konut, planlama, su temini ve sanitasyon (arındırma) altyapı ekipmanları, ulaşım ve çevresel bozulma gibi sorunlarla karşılaşmaktadır. Kent sakinleri, yaşamayı seçtikleri kentsel alanlarda daha iyi yaşam koşullarına ve hizmetlere erişim konusunda daha yüksek beklentilere sahiptir.

Sağlıklı, güvenli ve kaliteli, tehlike ve risklerden arınmış yaşam alanlarına, içme suyuna, yeterli ulaşım ve altyapıya, çeşitli ekonomik, sosyal ve mekânsal olanaklara sahip olmaları kentsel yaşamdan genel beklentileridir.

Kentlilerin yapılaşma ve yerleşim konusunda planlamadan beklentileri ise;

- Bilim, teknoloji, sanat, estetik, güvenlik ve sağlık kurallarına uyulmasının sağlandığı,
- Doğal çevre, tarih, kültür ve ekolojik sistemlerin korunduğu, sürdürülebilir ve geliştirilebilir olduğu,
- Sosyal adaletin sağlanıp toplumsal çıkarların gözetildiği,
- Gelişmişlik farklılığının bölgeler arası azaltıldığı,
- Ekonomik ve sosyal olarak sürdürülebilirliğin sağlandığı,
- Kent sakinlerinin planlama sürecine dahil edildiği,
- Afetlerin azaltılmasında, güvenlik ve yaşam kalitesi ilkelerinin izlendiği, kentsel ortamın oluşturulmasıdır (Ersoy, 2005).

Kentlerde etkin bir arazi kullanım planlama sisteminin oluşturulamaması, yerleşim alanları ile ilgili birçok sorunu beraberinde getirmektedir. Türkiye'de kentleşme ve planlama ile ilgili riskler ve sorunlar aşağıda verilmiştir.

2.1. Kentsel Sorunların Azaltılmasına Yönelik Uygulamalar

2.1.1. Altyapı Sorunları

Şehirlerin hızlı büyümesi ve giderek karmaşıklaşan yapılarından dolayı varlıklarını devam ettirebilmeleri için altyapı ihtiyaçlarının olduğu tespit edilmiştir. Tarihsel olarak bakıldığında şehirlerdeki fiziksel ve mekânsal sorunlar, çeşitli tehditler ve riskler nedeniyle ciddi sağlık sorunlarıyla karşılaştığı da bilinmektedir. Bu nedenle kamu teknik altyapı hizmetleri çok önemli hale gelmekte, çeşitlenmekte ve birçok yönden geliştirilmesi gerekmektedir. Günümüzde teknik altyapı hizmetleri, şehirleri ve kentsel gelişmeyi kontrol etmenin, şekillendirmenin ve yönlendirmenin önemli bileşeni durumuna gelmiştir. Diğer bir açıdan kentsel üst yapının oluşumu da teknik altyapı oluşturma sürecinden geçer ve bir ölçüde ona göre şekillenir. Bu nedenle, bir alan yeniden iskân edilirken, tüm iletim kanalları ve bunlara bağlı olan tüm tesisler dahil olmak üzere kentsel teknik altyapı hizmetleri, mekânsal ve sosyal olarak yaşanabilir bir kentsel çevre için gereklidir.

Kentsel planlama ustalığında, altyapı planlama dahil, kentsel mühendislik doğrudan ve kentsel üst yapılarla ilgili karar verme aşamasında, altyapı hizmetlerinin incelenmesi ve altyapı hizmetleri ile ilgili mevcut ve olası sorunların, tehditlerin ve risklerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle, altyapı sisteminin teknik analizi zorunlu bir hal almaktadır.

Bu aşamada, kentsel yerleşimlerdeki altyapı sorunları, kullanım koşullarını ve standartlarını belirleyen şehir planlarının yanı sıra pratik teknik, yönetsel ve organizasyonel beceriler ve finansman fırsatlarına dayalı olarak çözülebilir. Özellikle ülkemizde hızla ilerleyen kentsel gelişime bağlı olarak, plansız ve kontrolsüz yapılaşma çalışmaları nedeniyle altyapı hizmetlerinin etkin bir şekilde hazırlanması ve sunulması verimlilik, kalite, adalet ve sağlık sektörlerini zorlamakta, malzeme ve mekân krizine neden olmaktadır.

Çok disiplinli uzmanlık gerektiren altyapı kararlarının, kentsel planlama ile karşılıklı ilişki içinde ele alınması ve bir çevre koordinasyonunda yapılması kaçınılmazdır. Teknik altyapıya ilişkin bilgilerin toplanması kadar bu bilgilerin doğru bir şekilde analiz edilmesi, sınıflandırılması ve teknik altyapı konularının planlanması büyük önem taşımaktadır. Jeofizik ve jeoteknik etütler altyapı sorunlarının tespitinde kullanılan uygulamalardır. Bu çalışmada öncelikli olarak izlenecek yol; söz konusu konuların belirlenmesidir. Bu kapsamda yapılacak analitik çalışmaların dört aşaması şöyle sıralanabilir:

1. Mevcutta var olan ve oluşabilecek altyapı sorunlarının belirlenmesi,
2. Altyapı sorunları öncelik sırasına göre sınıflandırılması,
3. Kentin alanlara ayrılması,
4. Sorunların alana göre dağılımı ve mekansallaştırılması (Erdin, 2010).

2.1.2. Kentsel Çevre Sorunları

Kentlerde yaşam kalitesini etkileyen faktörlerin başında çevre sorunları gelmektedir. Şehirlerin artan refahı ile birlikte değişen tüketim alışkanlıkları, çevresel duyarlılık sorunları, ağır metal, katı atıklar, hava ve su kirliliği gibi birçok etken çevre sorunlarını ortaya çıkarmaktadır. Göç potansiyeli yüksek şehirleri göz önüne alındığında, ortaya çıkan çevresel problemler giderek daha karmaşık hale gelmektedir. Kentlerin pek çok boyutuyla yaşanabilir olduğu, ancak kentsel ve çevresel sorunların ortadan kaldırılması gerektiği açıktır. Bu doğrultuda üretilen çözümler, uygulanabilirlik noktasında önemli bir parametre oluşturmaktadır. Kentler de üretim ve tüketimin bir arada yapılmaktadır.

Toplumsal ve ekonomik sürdürülebilirliğin sağlanması adına gerekli olan bileşenler, aynı zamanda toprak, hava, su ve gürültü kirliliği gibi çevresel sorunların da kaynağı olabilmektedir. Nüfus artışı, şehirlerdeki çevre sorunlarını şekillendiren temel faktörlerden biridir. Dünyada ve ülkemizde nüfus artışı ve kentleşme hızla artmaktadır. Başta ulaşım olanakları, eğitim ve sağlık gibi çekici faktörlerden etkilenen birçok faktör şehirlerde yaşayan insan sayısını ve oranını etkiler. Türkiye'de 1950 yılında hızla büyüyen kentleşme sürecinde şehirlerde yaşayan nüfusun yüzdesi %25 iken bu oran yıllar içinde istikrarlı bir şekilde artmıştır. Türkiye'de 1980 yılı şehirde yaşayan nüfus %44, 2000 yılı %65, 2012 yılı %77 ve 2022 yılında ise %85'dir (TUİK, 2023).

Kentlerdeki nüfus artışı ve kentleşme hızının; hava kirliliği, su kirliliği, gürültü kirliliği, kirliliğin neden olduğu atık yönetimi sorunları ve çevre kirliliği gibi birçok çevre sorununa neden olduğu görülmektedir. Kentlerdeki nüfus artışı ile birlikte artan enerji talebi, elektrikli ev aletlerinin kullanımı, sanayinin yoğunlaşması, hizmet sektörünün güçlendirilmesi ve sanayileşme gibi nedenlerle enerji kullanımı şehirlerde gittikçe arttırmaktadır. Başta ulaşım, sanayi, tarım gibi enerjinin dayanak noktası olduğu sektörlerde üretim kapasitesi doğrultusunda artan talebi karşılamak, üretimin devamlılığı için önem arz etmektedir. Enerji ihtiyacını karşılamak için kullanılan doğal kaynaklar ve fosil yakıtlar çeşitli çevre sorunlarını ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca kentteki çevre sorunlarına neden olan diğer bir faktör ise iklim değişikliğidir. Kıyı kentlerindeki su seviyesinin yükselmesi, buzulların erimesi, ani ve şiddetli yağışlar ve mevsimsel olmayan sıcaklıklar gibi pek çok semptomun habercisi olan iklim değişikliği, özünde küresel bir sorunu temsil eder (MFA, 2019).

Şehirlerde iklim değişikliğine karşı verilen ana mücadele, yeşil alanların korunması, taşkın yatağı yakınındaki yapıların güvenli alanlara taşınması, toplu taşımanın karbon emisyonlarını önlemek için fosil yakıtları değiştirmek ve elektriği kullanmak gibi birçok eylemi içermektedir (Topal, 2019).

2.1.3. Afetlere Karşı Dayanıksız Kentleşme

Türkiye'de 1950'li yıllardan sonra yaşanan kentleşme süreci hızlı ve denetimsiz olarak yürütülmüştür. Bu durum çeşitli insan kaynaklı tehlikelere ve doğal afetlere karşı dirençsiz kentlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bir doğa olayının afet sayılabilmesi için insan yerleşimleri içinde gerçekleşmesi ve toplumsal dokuyu etkilemesi gerekmektedir. Bu anlamda afetler, insan topluluklarında çeşitli nedenlerle ortaya çıkan kırılganlık ve riskli kaynaklarının bir araya gelmesi sonucu meydana gelmektedir (Kadıoğlu, 2003).

Etkilenebilirlik perspektifinden afet risk müdahale modeline göre, sosyal dokunun sınırlı yapıları ve kaynakları dinamik baskı faktörleri oluşturmakta ve nüfus; hızlı nüfus artışı, hızlı kentleşme, savaş gibi etkiler nedeniyle tehlikeli koşullara maruz kalmaktadır. Sosyal yaşam standartlarının düşmesi ve çevresel bozulmaların ortaya çıkması sonucu afetlere karşı hazırlıksız, risklere karşı bilinçsiz bir toplum yapısı ortaya çıkmaktadır (Özerdem ve Barakat, 2000). Bu modelin arkasındaki temel felsefeye göre, afetler iki farklı gücün etkileşiminin bir sonucudur. Kırılganlığı ortaya çıkaran durum, aslında diğer taraftan doğa olaylarının kendisidir (Kadıoğlu, 2003).

Deprem ve sel başta olmak üzere afet tehlikelerine maruz bölgelerde, imar planı ve imar mevzuatına aykırı gelişmeler, hızlı kentleşmeye odaklı imar planı uygulamaları ve yanlış risk azaltma yöntemlerini içeren yaklaşımlar kentler için risk havuzları oluşturmuştur. Ülkemizde yaşanan önemli depremler, kentsel gelişmenin güvenli ve sürdürülebilir olması adına, afet sonrası uygulamaların yerine, afet öncesi hazırlıkların yapılması, tehlike ve risklerin azaltılması adına geliştirilen yaklaşımların mekânsal planlama sistemi ile birlikte ele alınması gereğini ortaya koymuştur. Mevcut durumun belirlenmesinde ortaya çıkan riskler, tehditler ve sorunlarla mücadeleye yönelik uygun yaklaşımların geliştirilmesi, farklı ilkelerin bu sürece dahil edilmesi ile mümkündür. Bu nedenle jeofizik mühendisliği, ülkemizde yürütülen planlama çalışmalarında insan ve mülkün zarar görme riskini azaltmak için başvurulacak alanlardan biridir (Şengezer ve Sayın, 1999).

2.2. Jeofizik Yöntemlerin Planlama Sürecinde Kullanımı

2.2.1. Planlama Süreci

Planlama süreci, katılım, denetim/onay ve kurumsal mekanizmalarla elde edilen farklı uzmanlık alanlarının dahil edildiği uygulama süreç bütünüdür. Her toplum kendi bağlamsal özellik ve iç dinamiklerine göre farklılık gösterir. Fakat başlıca 5 aşamadan oluştuğu söylenebilir: Temel Veriler, Analiz/Sentez, Senaryo Geliştirme, Karar Planlama, Uygulama.

- 1. Temel Verilerin Toplanması:** Kentsel planlamada gerekli olan ekonomik, sosyal, demografik, jeolojik, jeofizik ve jeoteknik veri tabanının oluşturulduğu aşamadır. Bu çerçevede mevcut planlar, güncel haritalar, uydu görüntüleri, parselasyon ve imar haritaları vb. bilgilerle alana ilişkin veriler toplanmaktadır.

2. **Analiz/Sentez:** Toplanan veriler analiz edilerek değerlendirilir. Bu aşamada kentsel kalkınmaya dair potansiyeller, çeşitli sorun analizleri, nüfus tahminleri, doğal eşik analizleri ve endüstri geliştirme dair tahminler gibi çalışmalar yapılır. Planlı ve plansız alanlarda afet riski tahmini, kentsel yapıli çevreler içinde risk analizleri bu aşamada gerçekleştirilir.
3. **Gelişme Senaryosu:** Bu aşamada yapılan değerlendirmelere dayalı olarak gelecek şehir vizyonu, temel hedef, strateji ve politikalar oluşturulmakta ve bir mekânsal gelişim senaryosu geliştirilir.
4. **Planlama Kararları:** Planlamaya dair tüm çevresel, mekânsal, sosyal ve ekonomik kararlar bu aşamada alınır. Aynı zamanda geliştir, koru, yenile, dönüştür vb. kritik kentsel stratejiler, eylem planları, planlama koşulları ve plan uygulama araçları belirlenir.
5. **Uygulamalar:** Son aşamada modelleme projeleri geliştirilir ve uygulanır. İç planlama ve kontrolün sürekliliği geribildirim çalışmaları ile sağlanır (Anonim, 2010).

2.2.2. Plan Kademe ve Türleri

“Kademeli birliktelik” ilkesine göre farklı ölçeklerde birbirini denetleyen ve yönlendiren planlar arasında bağlantının kurulması planlamanın en önemli unsurlarındandır. Alt ölçekte alınan planlama kararlarının üst ölçekteki planlama kararlarıyla çelişmediğinin ve üst ölçekteki planlama kararlarının uygulanmasının alt ölçekte mümkün olmadığı veya sorunlu olduğu tespit edildiğinde, tekrar gözden geçirilmesi temeline dayanır.

Planlar bulunduğu bölgenin çevrelediği alana, niteliğine, işlevine, sürelerine ve örgütlenme biçimine göre farklılık gösterir.

- Çevrelediği alana göre; Bölgesel, yerel, ulusal, ulus üstü planlama.
- Niteliklerine göre; Rehberlik edici, emredici ve özendirici olarak üç başlığa ayrılmıştır.
- İşlevine göre; Stratejik planlama, işgücü planlaması, arazi kullanım planlaması.
- Sürelerine göre; Üç gruba ayrılabilir. Kısa vadeli (bir aydan bir yıla kadar), orta vadeli (üç ila yedi yıllık) ve uzun vadeli (on yıldan fazla) planlar.
- Örgütlenmelerine göre; Yerel ve merkezi planlama olmak üzere ikiye ayrılır (Kalabalık, 2009).

Ölçek ve kapsamlarına göre farklılaşan üst düzey, yerel, sosyo-ekonomik, özel ve tamamlayıcı beş plan türü bulunmaktadır (Tablo 1). Bu planlarda bölge ölçeğinden yapı ölçeğine kadar geri besleme ve karar devamlılığı esastır.

Tablo 1. Beş ana başlıkta plan türleri (Mengi ve İşçioğlu, 2018).

ÜST DÜZEY FİZİKİ PLANLAR	Çevre Düzeni Planı
	Metropolitan Alan Planı
SOSYO EKONOMİK PLANLAR	Kalkınma Planı
	Stratejik Plan
	Bölge Planı
YEREL FİZİKİ PLANLAR	Nazım İmar Planı
	Uygulama İmar Planı
ÖZEL AMAÇLI PLANLAR	Özel Çevre Koruma Bölgesi
	Turizm Amaçlı İmar Planı
	Koruma Amaçlı İmar Planı
TAMAMLAYICI PLANLAR	Mevzii İmar Planı
	Revizyon İmar Planı
	İlave İmar planı

Bölge ve kent ölçeğinde alınan planlama kararları doğrudan mahalle ve yapı ölçeğine kadar etkilenmektedir. Bu nedenle deprem ve diğer doğal afetler tehlikeleri karşısında farklı plan türlerinde çeşitli strateji ve eylem planları uygulanır (Tablo 2).

Tablo 2. Yöntemsel çerçevede çeşitli risk ve tehditlerin planlarla ele alınması (Peker ve Orhan, 2021).

PLAN TÜRÜ	PLAN KAPSAMI	ÖLÇEK	STRATEJİ VE EYLEM PLANI
Mekânsal Strateji Planı	-Ulaşım ilişkileri	Bölge	-Jeolojik, jeofizik ve jeoteknik verilerin toplanması -Bölgesel sınılaşma haritalarının hazırlanması -Ulaşım sistemlerinin dirençliliğinin artırılması -Risk azaltma stratejilerinin geliştirilmesi
	-Fiziksel eşikler		
	-Yer üstü ve yer altı kaynakları		
	-Tarihi ve doğal değerler		
	-Kalkınma politikaları		
Çevre Düzeni Planı	-Gelişme stratejileri	Bölge	-Ulaşım sistemlerinin dirençliliğinin artırılması -Risk azaltma stratejilerinin geliştirilmesi
	-Temel coğrafi veriler		
	-Yerleşme ve sektör ilişkileri		
	-Arazi kullanım kararlar		
	-Nüfus stratejileri		

Tablo 2. (Devamı)

Nazım İmar Planı	-Nüfus yoğunlukları -Sosyal ve teknik altyapı -Arazi kullanımı -Ulaşım sistemleri -Gelişme yönleri ve büyüklükleri	Kent	-Ulaşım ve altyapı bileşenlerinin güçlendirilmesi -Farklı ölçeklerde mikrobölgeleme haritaların hazırlanması -Acil durumda kullanılacak tesislerin yer seçimi
		Mahalle	-Kentsel dönüşüm uygulamalarının yapılması
Uygulama İmar Planı	-Yaya, taşıt, bisiklet yolları gibi ulaşım kararlarının alınması -Park ve meydanların planlanması -Yapılaşmaya İlişkin Kararların alınması	Yapı	-Bina tipolojisinin belirlenmesi -Riskli bina sayımının yapılması

Mekânsal Strateji Planı (MSP)

Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği'nin 4. maddesinde mekânsal strateji planı; Ulusal kalkınma politikasını bölgesel kalkınma stratejisi ile mekânsal düzeyde birleştiren, doğal, kültürel, tarihi değerleri geliştirerek koruyan, üst ölçekli (1/ 50.000, 1/250.000 ve üzeri) haritalar üzerinde grafik ve diyagram şeklinde hazırlanmış tematik ve sektörel haritalar kullanılarak rapora entegre edilen planlar olarak tanımlanmaktadır.

Mekânsal strateji planlarında çeşitli risk ve tehditlere karşı geliştirilen strateji ve eylem planları Tablo 2'de verilmiştir. Bölgesel ölçekte hazırlanan bu planlarda jeolojik, jeofizik ve jeoteknik etüt raporları jeoloji mühendisleri tarafından ve içerisindeki verilerin gerektirdiğine bağlı olarak jeofizik mühendislerinin katılımı ile hazırlanmaktadır. Bu etütler, planlama yapılacak alandaki afet tehlikelerini, zemin koşullarını ve neden olabileceği riskleri, ayrıntılı etütler sonucunda belirlenmektedir.

Ayrıca bu raporlar arazi kullanımı ve yerleşim planlamasına yön veren veya kısıtlayan çalışmalardır. Plan sınırları içinde yapılacak tüm sondaj işlemleri, jeofizik ölçümler, saha incelemeleri vb. çalışmalar bölge genelinde mümkün olduğu ölçüde eşit olarak dağıtılmalıdır. Saha etütleri (sondaj, jeofizik etütler, saha etütleri vb.) saha ekonomisini temsil edecek verilerin maksimum dengesi dikkate alınarak belirlenir ve risk analizinde kullanılır. Planlama yapılırken pozisyon uyumluluğu için mikrobölgeleme raporu çok disiplinli (multidisipliner) katılım gerektirdiğinden jeoloji mühendisleri, sismoloji ve jeofizik konusunda uzmanlaşmış jeofizikçiler, zemin mekaniği ve dinamiği konusunda uzmanlaşmış inşaat mühendislerinin katılımıyla hazırlanmalıdır (ÇŞB, 2014a).

Çevre Düzeni Planı (ÇDP)

Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği'nin 4. maddesinde de çevre planlamasına, mekânsal stratejik planların amaçlarına ve stratejik hedeflere bağlı olarak göller, nehirler, tarım arazileri ve ormanlar gibi temel altlık oluşturan coğrafi veriler, kırsal ve kentsel yerleşimler, gelişme alanları, turizm, sanayi, ulaştırma ve enerji gibi sektörlerle ilgili arazi kullanım kararlarını belirleyen, 1/50.000 veya 1/100.000 ölçekli haritalardır. Bölgesel, havza düzeyinde veya il düzeyinde oluşturulabilen tarım, planlama notları, kombinasyonlar ve alanlar arasındaki ilişkileri koruma ile kullanım arasındaki dengeyi sağlar. Plan notları ve raporuyla bir bütün oluşturan planlardır. Çevre düzeni planları hazırlanırken;

- Bölgesel ölçekte dinamiklerin ve gelişmelerin esas alınması,
- Mekânsal strateji planlarına uygunluğun sağlanması,
- Alanla ilgili kararları etkileyecek bölge planları, stratejik planlar ve belgeler ile sektöre özel yatırım kararları dikkate alınarak ilgili kamu kurum ve kuruluşları tarafından değerlendirmelerin yapılması,
- Kültürel, tarihi yapılarla, su kaynakları, tarım arazileri, kıyı gibi doğal yapının korunması ve geliştirilmesi,
- Ekolojik ve sürdürülebilir kalkınma hedefi ile alınan kararların değerlendirilmesi,
- İmar planlarında ulaşım ağı arazi kullanımıyla birlikte incelenerek yolların güzergâh ve yönünün genel hatları ile belirlenmesi,
- Afet tehlikeleri hakkında hazırlanan raporlar, jeolojik ve jeofizik etütleri değerlendirilerek risk azaltıcı önerilerin alınması,
- Ekosistemin sürekliliği ve doğal yapısının korunmasını amaçlayan arazi kullanım kararlarının alınması,
- İmar planlarına esas olarak, arazi kullanım kararlarında grafik ve şematik bir dil kullanılmasıyla gelişme ve korumanın sağlanması,
- Arazi kullanım kararlarının, çevresel sorunlara yönelik önleyici stratejileri belirlenerek oluşturulması,
- Mevcut da bulunan yasal düzenlemelere göre mekânsal planlama adımlarının en üst basamağında, mekânsal strateji planı yer almaktadır (ÇŞB, 2008).

Nazım İmar Planı

En açık şekliyle 3194 sayılı İmar Yasasının 5. maddesinin 1. fıkrasında ve M.P.Y.Y'nin 4. maddesinde yer alan İmar Nazım Planı, genel arazi kullanımını ilke, genel amaç ve esaslara göre tanımlamaktadır. Plan kararlarında mevcut kadastro statüsü uygulanıyorsa, varsa bölge tiplerini, gelecek dönemlerdeki nüfus yoğunluklarını, bölgelerin hibritleşmesini, farklı kırsal ve kentsel yerleşim alanlarının büyüklüğünü kapsamaktadır. Kentsel sektörler, sosyal altyapı, teknik altyapı, ulaşım ağları başta olmak üzere 1/5.000 ile 1/25.000 arasındaki ölçeklerde, plan notları ve ayrıntılı raporuyla hazırlanan plandır (Mengi ve İşçioğlu, 2018).

Nazım imar planları hazırlanırken, planlama alanı sınırları içerisinde kurum ve kuruluşlardan aşağıdaki genel başlıklarla ilgili olarak veriler toplanır, araştırma ve analiz çalışmaları yapılır.

- Alanın hidrojeolojik, jeomorfolojik ve jeolojik yapısı,
- Nüfusun demografik yapısı ve demografik özellikleri (yaş, cinsiyet, istihdam, eğitim, medeni durum),
- Afet riski ve varsa kentsel risk, risk önleme ve yönetim planı,
- Yerleşim alanlarının özellikleri, mekansal gelişme eğilimleri ve potansiyeli olan alanlar, rehabilitasyon, restorasyon ve dönüşüm bölgeleri, idari sınırlar,
- Korunan alanlar¹, hassas alanlar, ormanlık alanlar, çayırlar, yaylalar, mera alanları,
- Çevre problemlerinin tespiti,
- Peyzajın genel unsurları, makroskopik formların analizi,
- Askeri bölgeler, yasaklanmış askeri bölgeler ve güvenli bölgeler, mania parkuru planı, afet riski ve kentsel risk ve varsa riskten kaçınma ve yönetim planı,
- Sosyo-ekonomik yapı,
- Lojistik odak alanı, endüstri yapıları (sanayi, enerji, tarım, hizmetler, ulaşım, konut, madencilik vb.),
- Ana ulaşım sistemi (karayolu, demiryolu, deniz, hava, tren istasyonu, tren istasyonu, liman ve havaalanı),
- Tarımsal sulama alanları, maden alanları,

¹Sulak alanlar, koruma alanları (doğal ve tarihi sit alanları), çevre koruma bölgeleri, tabiat anıtı ve parkları, milli park, yaban hayatı koruma ve geliştirme alanı, nesli tükenen canlılar tür koruma alanları, havzaları koruma alanları (içme suyu) vd.

- İçme suyu, atık su arıtma tesisleri, katı atık depolama, arıtma ve geri kazanım tesisleri,
- Mevcut arazi kullanım durumu, inşaat durumu, mülkiyet yapısı yapılan araştırma ve analizlerden bazılarıdır (ÇŞB, 2014b).

Uygulama İmar Planı

M.P.Y.Y'nin 4. maddesinde uygulama imar planı, nazım imar planı ilke ve esaslarına uygun olarak alanın koşulları ve imar alanının genel özellikleri, destinasyon ve yapının ihtiyaçları, erişilebilirliği, dayanıklılığı ve çevresel etkisi dikkate alınarak; bina, kullanılabilirlik, yapım sırası, bina yüksekliği, zemin alan faktörü, zemin alanı veya önceki kat sayısı, bina yaklaşma mesafesi, ön yükseklik çizgisi, bölme çizgisi bölgeleri, yaya yolları, blok ayırıcılar, bisiklet yolları, meydanlar, parklar, kentsel alanlar, sosyal altyapı, gerekirse teknik altyapı tekniği; Varsa parsel büyüklüğü, parsel derinliği ve cephesi, arka cephesi, yol kotu ve bu kotun altındaki kat sayısı, bağımsız bölüm sayısı, uygulama aşamaları gibi yapım ve uygulama kararlarını detaylandıran kadastr haritası planlamada esas alınarak, 1/1.000 ölçekli halihazır haritalar üzerinde, plan notları ve ayrıntılı raporuyla hazırlanan plandır (Mengi ve İşçioğlu, 2018).

Uygulama imar planları hazırlanırken ilgili kurum ve kuruluşlardan aşağıdaki genel başlıklar altında yer alan konularda veriler toplanır. Bu veri çerçevesinde aşağıdaki analizler ve çalışmalar yapılmaktadır:

- Planlama alanının sınırları, mevcuttaki yapıların yoğunluğu ve doku analizi.
- Yapı adalarının konumu ve yapıların yaklaşma mesafeleri.
- Kamu mülkiyetindeki alanlar ve genel mülkiyet yapısı, kültürel ve tarihi varlıklar (anıtlar, tescilli yapılar vb.).
- Mevcut nüfus dağılımı ve nüfus yoğunluğu.
- Sosyal ve teknik altyapı.
- Hizmete erişebilirlik.
- Ulaşımda kademelenme, yollar, duraklar, kavşaklar, yapı ve tesislerin karayoluna bağlanabilecek bölümler.
- Toplanma alanları, hizmet bölgelerinin konumu ve büyüklüğü, kentsel gelişim projelerinin alanları ve esasları, ulaşım yolları.
- Afet risklerini göz önünde bulundurarak belirli lokasyonlarda kurulumu uygunluğun belirlenmesi için jeolojik çalışmaların yapılması.

- Barajlar, göller, akarsular, taşkın yatakları, topografya (eşikler, eğim vb.), hidrolojik yapı (yeraltı suyu kaynakları, vb.).
- Otopark kapasitesi ve dağılımı, kullanım çeşitleri ve ilişkileri.
- Havaalanları, limanlar ve iskeleler, tren istasyonları ve lojistik alanların tespiti (ÇŞB, 2014b).

2.2.3. Kentlerde Jeofizik Uygulamaların Kullanım Alanları

Yer fiziği olarak da bilinen Jeofizik, temelde Dünya'nın araştırılmasını amaç edinen bir bilim dalıdır. Jeofizik bilimi, yerin doğal kaynaklarından faydalanmak ve çevre kirliliği, doğal afetler vb. kentsel problemlere karşı yöntemler geliştiren bir uzmanlık alanıdır. İnsanlar yaşamsal faaliyetlerinin devamlılığı için kentlerde yıllar içinde bilgi birikimi ile kurdukları basit sistemleri, sosyal, bilimsel, teknolojik ve demografik ihtiyaçlar doğdukça geliştirmeye devam etmişlerdir. İçinde yaşadıkları çevreyi planlamak, birçok alanın birbiriyle etkileşim içinde olduğu karmaşık bir süreçtir.

Bu nedenle kentsel ve bölgesel planlama sürecinde kullanılacak mühendislik uygulamaları, planlama alanının fiziksel yapısını incelemek, sel, heyelan, taşkın, çığ ve deprem gibi afetlerin gerçekleşme olasılığını belirlemek adına Jeofizik yöntem ve uygulamalarından faydalanılır. Ülkemizin depremselliği ve diğer doğal afetlere karşı kırılganlığı nedeniyle, Nazım İmar Planı ve Uygulama İmar Planı esas alınarak yapılan çalışmalarda; jeolojik, jeofizik ve jeoteknik Etütler uygulanırken, jeofizik yöntemlerden biri olan “Mikrobölgeleme” çalışmaları tercih edilmektedir. Ayrıca kentsel ve kırsal alanların verimli kullanımı için fiziki yapıların ve altyapının planlanmasında jeofizik uygulamalar büyük önem taşımaktadır. Yerleşimde yerel faktörlerin yüzey etkisi olduğu için jeolojik, jeofizik ve jeoteknik koşullar tam olarak dikkate alınmadan şehir planlaması yapılmamalıdır. Planlama ihtiyaçlarını karşılayan binaların yapısal gereksinimleri ve diğer altyapı özellikleri ile jeofizik ve jeoteknik koşulların etkileşimi, geliştirmenin nihai maliyetini ve kentsel gelişmeyi etkileyecektir. Bu ve daha pek çok nedenden dolayı jeofizik yöntemler, şehir planlamasının birçok aşamasında plancılara veri sağladığı için sürece dahil edilmelidir.

Jeofizik Biliminin Genel Amaçları

Kentsel Risklerin Azaltılması

Afetlere karşı planlamada alınan önlemler, kullanımdan çok korumayı vurgular. Örneğin, yapılı çevrenin deprem sonrası aldığı hasarı, depremin şiddetine ve ayrıca aşağıda sıralanan faktörlere göre değişir:

Doğal ve çevresel değerlere duyarlılık, alanın depremin merkez üssüne yakınlığı ve habitat fayları, jeolojik yapı, yeraltı suyu durumu, yer seçimi ve arazi kullanımı, toprak koşulları, sitenin toprak yapısı ve düzenlenmesi, bölgede yaşayan nüfus ve yoğunluğu, altyapı ve üst yapının tasarım ve yapım kalitesi, risk ve afet etkinliği yönetimi, toplumdaki bilişsel düzey, vb. Görüldüğü gibi bu faktörlerin tümü genellikle kentsel planlama sürecinin analiz, planlama kararı, tasarım ve uygulama aşamalarında kilit konuları arasındadır.

Arazi kullanım kararlarında ve yer seçiminde afet risklerini ve risk faktörlerini göz önünde bulundurarak mümkün olduğunca riskli bölgelere yerleştirilmemesi veya yer seçimi ve yerleşim kararlarında yerbilimleri verilerinin ve ilgili raporların sağladığı uyarı ve anlayışların dikkate alınması oluşacak kayıpları en aza indirmek için önemlidir. Jeolojik, jeoteknik ve jeofizik etüt raporlarına dayanmayan planlama, sahayı olası afetlere hazırlamak anlamına gelmektedir. Planlama sırasında değerlendirilmesi gereken ön araştırma konularından bazıları şunlardır:

Toprak analizleri: Toprak eğimini, yapısını, sınıfını, kayaçların derinliği vb. başlıklar ile ilgili analizleri içerir. Dik eğimler, gevşek toprak yapısı, heyelan ve zayıf zemin risklerini beraberinde getirir. Alüvyal topraklar, tarım için uygun olsada deprem anında riski en fazla olan veya su baskınına en yatkın alanlardır. Bu nedenle toprak analizleri yer seçimi kararlarında belirleyici olmaktadır.

Taşkın haritaları: yağış veya depremlerin neden olabileceği sel veya taşkınları gösteren haritalardır. Depremler sırasında ikincil tehlike sorunları olarak akarsu, deniz ve göl taşkınları beklenmektedir. Alanın zemin yapısı ve hidrojeolojik haritaları göz önünde bulundurularak, bir deprem durumunda bölgede olası sıvılaşma alanları belirlenmelidir. Özellikle sıvılaşmaya uygun zemin yapılarına sahip sulak ve yeraltı suyu seviyesi yüksek olan alanlar yerleşim için uygun değildir. Bu verilere dayalı olarak tehlike haritaları ve mikrobölgeleme haritalarının hazırlanmalıdır.

Mikrobölgeleme: depremlerin neden olabileceği maddi manevi hasarı azaltmak adına planlamayla arazinin düzenli kullanımını amaçlayan bir süreçtir. Alanın bir plan içinde işlevsel kullanımı ve deprem etkisi karşısında sismolojik, jeolojik ve jeoteknik verilerle destekli sürdürülebilir kentsel alanlar oluşturmayı amaçlar.

Arazi kullanım ve konut yapıları analizi: Kentlerde mevcut yapı stokunun detaylı incelenip haritalanması ve depreme dayanıklılık raporları oluşturulmalıdır. Mevcut durumu gösteren bu haritalarla, zayıf ve tehlike arz eden yapıların tahliyesi veya güçlendirilmesi için eylem planları hazırlanmalı ve bu yapıların kentsel dönüşüm ve iyileştirme projeleri bizzat hükümet tarafından üstlenmelidir.

Deprem gerçeğine rağmen kaliteli ve güvenli yerleşim alanları oluşturmak, doğru yer seçimi kararları ve mühendislik hizmetleri olarak dayanıklı yapı tasarımı ile mümkündür. Dayanıklı yapıların tasarımında temel prensip, binanın üzerinde bulunduğu zeminin dinamik özelliklerini ve deprem anında davranışını bilmektir. Bu nedenle planlamadan önce mikro ölçekte bölgeyi oluşturan zeminlerin sınıflandırılması ve sismik durum davranışının belirlenmesi gerekmektedir. Deprem sırasında yapıların hasar görmesine veya çökmesine neden olan en önemli faktörler; zemin-yapı uyumsuzluğu, zeminin yapısal yükleri taşıyamaması, zemin sıvılaşması, bina rezonansları ve zemin büyümesidir. Tüm bu parametreler jeofizik mühendisliği uygulamalarından olan mikrotremor yöntemler ve sismik kırılma gibi yöntemler ile tespit edilebilir (TMMOB, 2007).

Yeterli Su Kaynağı

Yeterli su kaynaklarına sahip olmak, sürdürülebilir kentleşmenin temel ilkelerinden biridir. Tarih boyunca yerleşim alanları su kaynaklarına yakın olacak şekilde seçilmiştir. Artan nüfusla birlikte mevcut su kaynaklarının yetmemesi su teminin konusunda yer altı sularının önemini arttırmıştır. Şehir planlama ile bu tür kentsel problemlerin çözümü için başvurulmuş jeofizik yöntem ve uygulamalar, su kaynaklarının artırılması, mevcut yeraltı sularını tespit edilmesi gibi çeşitli çalışmaları kapsamaktadır. Yeraltındaki yağmur sularının depolanabilmesi (yeraltı barajları), su kaynakları için geçirimsiz tabakalar ve uygun ortamları tespit edebilen Elektrik Özdirenç (rezistivite) yöntemi kentsel planlamada kullanılması gereken jeofizik yöntemlerden biridir (Kıranşan ve Çiftçi, 2021).

Yeterli Altyapı Hizmeti

Düzenli ve sürdürülebilir kentleşme için üst yapı kadar altyapı çalışmaları da önemlidir. Günümüzde teknik altyapı hizmetleri, kentleri ve kentsel gelişmeyi kontrol etmenin, şekillendirmenin, yönlendirmenin en önemli bileşeni ve aracı haline gelmiştir. Bir başka açıdan kentsel üst yapının oluşumu da teknik altyapı oluşturma sürecinden geçer ve bir ölçüde ona göre şekillenir. Bu nedenle, bir alan yeniden iskân edilirken, tüm iletim kanalları ve bunlara bağlı tesisler dahil olmak üzere kentsel teknik altyapı hizmetleri, mekânsal ve sosyal olarak sağlıklı ve yaşanabilir bir kentsel çevre için gereklidir. Altyapı planlamasında mutlak jeofizik yöntemler kullanılmalıdır. Elektrik, doğalgaz, telefon, su ve kanalizasyon hatlarının tam yerinin bilinmemesi ve bunların olası boşlukları veya eksik veya yanlış bilgilerin olması kentlerde sorunlara yol açabilmektedir.

Önemli uygulamaların gelişmesini engellemek veya şehre ekonomik olarak zarar verebilmektedir. Yeraltı tesisatlarının yapı elemanları, boruların metal, beton veya plastik olması, bu boruların tam çapı vb. özellikleri raporlanmalı ve bu tesisler doğru ve hatasız olarak haritalandırılmalıdır. Jeofizik yöntemler kullanılarak, mevcut altyapı, tesisat, yapı elemanı vb. bilgilerin toplanması ve teknik altyapının haritalandırılması, kentsel planlama çalışmalarına altlık oluşturulabilir. Jeofizik mühendisliği uygulamalarından biri olan Yer Radarı Yöntemi (GPR) ile teknik altyapı tesisatı belirlenebilir ve haritalamada kullanılabilir (Kıranşan ve Çiftçi, 2021).

Çevresel Sorunların Azaltılması

Mühendisliği diğer bilimlerden ayıran temel özellik çevre ile olan yakın ilişkisidir. Herhangi bir ürün ortaya çıkarırken aldıkları kararlar ve seçtikleri yöntemler çevre kirliliğine neden olabileceği gibi aynı zamanda özellikle kentsel çevre problemlerinin önlenmesi ya da azaltılmasını sağlayabilir. Şehir planlamada, çevresel problemler için başvuru jeofizik mühendisliği “çevre jeofiziği” alt dalı ile büyük öneme sahiptir:

- Yeraltı atık su depolama bölgelerinin saptanması,
- Yeraltı suyu kirliliği tespiti,
- Baraj ve göl kaçaklarının tespiti,
- Kimyasal atık bölgelerinin saptanması,
- Evsel atık bölgelerinin saptanması,
- Yeraltı boşluklarının saptanması,
- Tatlı-tuzlu su bölgelerinin sınırlarının belirlenmesi,
- Doğal gaz ve petrol boru hatlarında oluşan sızıntılarının tespit edilmesi, gibi çalışmalarda etkili sonuçlar alınmaktadır.

Kirliliği incelemek için jeofizik yöntemlerin uygulanmasıyla, kirliliğin yatay ve dikey sınırları, yayılımı, yönü ve derinliği incelenir. Jeofizik yöntemlerin kullanılması, çevre kirliliğinin ve atıkların organizmaların yaşamı üzerindeki olumsuz etkisini azaltmada faydalıdır. Elektrik Özdirenç Yöntemi ve Manyetik Yöntem bu tür çevre problemlerinin araştırmasında kullanılır (Canbay, 2014).

Kültürel Varlıkların Koruması

Şehir planlamada kültürel varlıkların korunması ve geliştirilmesi geçmiş bilgi birikimi ile geleceğin planlanması adına zorunluluktur. Jeofizik Mühendisliğinin bir uygulaması olan Yer Radarı (GPR) yöntemiyle birçok tarihi kalıntı (tapınak, antik şehir, temel, mezar, dehliz, duvar vb.) ve kültürel yapı tespit edilebilir.

Uzun süredir Yer Radarı Yöntemi arkeologlar tarafından da kullanılmaktadır. Yenilikçi kent yapısı ve günümüz modern kentlerinin talepleri göz ardı edilmeden, kentsel arkeolojik miras yönetim modellerinin geliştirilmesi ve kentin tarihi dokusunun korunması gerekmektedir. Arkeolojik, tarihsel envanterler ile oluşturulan veri tabanı imar planı ve mekânsal tasarımı yönlendirmede büyük katkı sağlamaktadır (Kıranşan ve Çiftçi, 2021).

2.3. Jeofizik Yöntemler

2.3.1. Sismik Kırılma

Sismik kırılma yönteminin çalışma ilkesi, yeryüzünde yapay olarak oluşturulan sismik dalgaların yer içerisinde kırılarak yayıldıktan sonra, zemin yüzeyine yerleştirilen jeofonlara bu sismik dalgaların seyahat zamanlarının kullanılarak yer altındaki tabakaların tespit edilmesine dayanmaktadır. Doğal veya yapay faktörlerden bağımsız olarak, yerdeki dalgaların evrimi, ilerleyişi yerin jeolojik yapısına göre değişir. Bu nedenle sismik kırılma yöntemi, tabakaların dinamik özelliklerini ve herhangi bir deprem anındaki davranışını belirlemek için çok oldukça önemlidir. Jeofizik yöntemler kullanılarak saha etüdü yapılmadan, zemin problemleri ve zemin yapı etkileşimleri dikkate alınmadan inşa edilen tüm yapılar risk altındadır.

Bu yöntem veri analizi, bilgi toplama ve değerlendirme kısmında pratik ve ekonomik şekilde sonuç almada etkilidir. Bir diğer önemli özelliği ise, dalga yayılma hızlarının derinlikle birlikte arttığı tabakalı ortamlarda katmanın hızının ve derinliğinin yeterli doğrulukla belirlenmesine olanak sağlamasıdır. Sismik Kırılma Yöntemi, her tabakanın yatay ve düşey doğrultudaki sismik hızını belirlemek ve tabakaların gerçek kalınlıklarını ve dinamik özelliklerini öğrenmede mühendislik amaçlı zemin etütlerinde, deprem beklenen yöredeki sismik tehlike araştırmalarında kullanılmaktadır (Gürer, 2011).

2.3.2. Sismik Yansıma

Sismik yansıma yöntemi; petrol ve doğal gaz araştırmalarında, kömür yatağı çalışmalarında, kıyı yapılarının toprak ve su altı çökellerinin durumunun belirlenmesinde, baraj, liman, otoyol ve büyük yapıların inşa edilmesi ile ilgili çalışmalarda, kültürel/arkeolojik çalışmalarda, kara ve denizde yerkabuğu araştırmalarında, temel kaya problemlerinin çözümünde kullanılmaktadır (AFAD, 2006).

İki veya üç boyutlu olarak yeraltı yapısı, sismik yansıma yöntemi ile incelenebilir. Ayrıntılı olarak yapısal ve stratigrafik kesitin alınmasında kullanılır. Üç aşamada toplanan Sismik Yansıma Yöntemi çalışmaları;

1. Verilerin toplaması; Araziden toplanan verilerin kalite kontrolü yapılarak S/G (sinyal/Gürültü) oranı düşük olan sahalarda artırıcı parametreleri belirleme ve modelleme uygulamalarının yapılması.
2. Veri-İşlem; Veriler toplanma amacına uygun olarak bilgisayar ortamında 2B/3B işlemi yapılması
3. Yorum; Jeotermal sahalarda temel kayanın ve fay geometrisinin tespit edilmesi, kömür yayılımının üç boyutlu olarak görüntülenmesi, sismik veriler ile kuyu bilgilerinin birleştirilmesi vb. şekilde sıralanır (Gürer, 2011).

2.3.3. Elektrik Yöntemlerin Kullanımı

Elektrik Özdirenç yöntemi, yaygın olarak kullanılan jeofizik yöntemlerden bir tanesidir. Elektrik, toprak ve kayanın gözenekliliğine ve gözeneklerdeki su içeriğine göre değişen, elektroliz yoluyla tüm dünyada meydana gelen bir iletimdir. Bu yöntemin amacı; yeraltı yapılarının elektrik iletiminin yatay ve düşey biçimlerini incelemektir. Kaya birimlerinde düşük gözenekliliğe ve sıkışmaya sahip olanlar çok zayıf elektrik iletkenliğine ve yüksek elektrik direncine sahiptir. Öte yandan gözenek sayısı arttıkça iletkenlik gözeneklerdeki sıvının oranına bağlı olarak artar ve direnç azalır. Doğru Akım Elektrik Özdirenç Yöntemi (rezistivite) uygulama alanları;

- Gömülü atık yerlerinin belirlenmesi.
- Jeolojik yapılarda derinlik ve kalınlıklarının belirlenmesi.
- Kirlilik ve tuzlu su girişi haritalarının hazırlanması.
- Jeolojik koşullara bağlı gelişen anormalliklerin belirlenmesi ve yanal değişimlerin saptanması.
- Yeraltı suyu ve maden gibi doğal zenginliklerin aranması (AFAD, 2006).

2.3.4. Mikrotremor Çalışmaları

Mikrotremor, depremler veya kısa süreli patlamalar dışında, zeminde var olan herhangi bir titreşime verilen isimdir. Sismolojide olduğu gibi, sahada ölçülen gürültü spektrumu, gürültünün kaynağındaki kaynağın özelliklerini ve ölçümün yapıldığı arazinin zemin yapı özelliklerini içerir.

Mikrotremor ölçümlerinin spektral analizi yapılırken, zemin dönüşüm fonksiyonu elde edilir ve bu dönüşüm fonksiyonu kullanılarak zemin karakterize edilir. Mikrotremor yöntemi ile; Dalga ve rüzgar gibi doğal faktörlerin ve trafik, endüstri, şehirleşme gibi insan yapımı faktörlerin neden olduğu titreşimin ölçülmesi prensibine dayanmaktadır. Mikrotremor yönteminin kullanım amaçları;

- Zemin büyütme katsayısı ve zemin hâkim periyodunun belirlenmesi.
- Deprem duyarlılıklarına göre bölgelerin sınıflandırılması.
- Deprem sırasında yapı ve zemin davranışlarının belirlenmesi.
- Dalga, rüzgar vb. gürültülerin tespit edilmesi ve analizi (AFAD, 2006).

2.3.5. Jeoradar

Yüzey araştırmalarında kullanılan Jeoradar (georadar) yöntemi, yer altında gömülü bulunan madde boşluklarını, tesisat ve yapıları haritalayabilen bir jeofizik yöntemdir. Seçilen arazide çalışma alanı belirlenir ve ölçü alımı yapılır. Araziden alınmış data verileri ile işlem yapılarak zemin profilleri oluşturulur ve yorumlanır. Veriler iki ve üç boyutlu kesitlerle desteklenerek raporlanır (AFAD, 2006).

Şehir planlamada yeni yerleşim alanlarının yer seçiminden önce yer altında ne olduğunun bilinmesi planlamanın gidişatını etkileyecek bir unsurdur. Jeoradar yöntemi, yer altında gömülü olarak bulunan arkeolojik kalıntılar, doğalgaz, su, elektrik vb. alt yapı tesisatları, karstik boşluklar, düşey ya da yanal süreksizliklerin tespitinde kullanılmaktadır (Anonim, 2022).

2.3.6. Kuyu İçi Sismiği

Çalışma alanında karşılaşılan teknik problemlerin özelliklerine bağlı olarak değişen Kuyu sismiği yönteminin genel olarak amacı olası bir depremde zeminin vereceği tepkiyi tespitidir. Çok yönlü olan sismik çalışmaların (kuyu üstü ve kuyu içi), yer altında uygulanan bir yöntem olması, diğer yüzeysel sismik uygulamalara kıyasla daha maliyetli fakat gerçek sonuçlara daha yakın olan yöntemlerdir. İzmir de planlanan yüksek katlı yapılar için ‘İzmir Yüksek Yapı Yönetmeliği’ jeofizik yöntemlerden kuyu içi sismiği uygulamasını şart koşturmuştur. Türkiye’nin bir deprem ülkesi olması kuyu içi sismik yöntemi gibi jeofizik uygulamaların önemi artmaktadır. Kuyu içi sismik araştırma çalışmaları, seçilen mekanik sondaj kuyularında her metrede 30 metre derinliğe kadar düz ve ters, P ve S dalgalarının hızları ölçülerek gerçekleştirilir.

Toprağın ve kayaçların, kayanın derinliğe göre kesme ve sıkıştırma dalgası hız profillerinin ölçülebilmesi için, kaya ve zemin sahalarında kuyu deliği sismik (DS) ve çapraz delik sismik (CS) testleri yapılır. Bu ölçümlerden faydalanılarak, yapının sismik tasarımını analiz etme, sınılaşma potansiyelini inceleme, sahayı geliştirmek ve yapının dinamiklerini tasarlamak için zemin ve kayanın kinetik özellikleri hesaplanabilir (Bilge ve Atıcı, 2013).

2.4. Kent Planlamada kullanılan Jeofizik Yöntem ve Uygulama Örnekleri

2.4.1. Mikrotremor Verileriyle Mikrobölgeleme Çalışmaları

Kentsel planlamada büyük önem taşıyan mikrobölgeleme çalışmaları, yerleşime açık veya projelendirilen alanların toprak özelliklerinin belirlenmesi için günümüzde zorunlu hale gelen çalışmalardan biri olarak görülmektedir. Mikrobölgeleme çalışmaları; zemin büyütme, sınılaşma ve şev (yamaç) stabilitesi olmak üzere üç farklı konuya dayanmaktadır (ISSMFE, 1993; Karabulut, 2005). Mikrotremor, depremle ilgili araştırmalarda zemin koşullarının değerlendirilmesinde kullanılan yöntemlerdendir. Bu tür çalışmalarda mikrotremor verileri kullanılarak çalışma alanına ait zemin kazanım haritaları ve baskın periyot haritaları elde edilmektedir.

Büyük depremlerde zemin yapısının davranışıyla ilgili bilgi sahibi olmak zararlarının en aza indirilmesi için önemli bir faktördür. Yerel zemin katmanlarının kinetik özelliklerini belirlemek için mikrotremorların kullanımı günümüzde oldukça yaygın hale gelmiştir. Mikrotremor ölçümü, hem daha kısa ölçüm süreleri gerektirdiği hem de düşük maliyet ile mikrobölgeleme için büyük avantajlar sunmaktadır (Bour vd., 1998).

Mikrotremor yöntemi kullanılarak yapılan bazı çalışmalar aşağıda verilmiştir:

- Gençoğlu ve Ayhan (1974), İzmit ilçesinde yapmış oldukları çalışmada, mikrotremor ölçümü 45 noktada alınarak zeminin dinamik parametreleri tespit edilmiş ve zemin sınıflaması yapılmıştır.
- Anastasiadis vd. (2001), Selanik'te yeraltı yapısının incelenmesi amacıyla bir mikrobölgeleme çalışması yapmışlardır. Jeoteknik, jeolojik ve jeofizik verileri birlikte incelenerek yerel tepkiyi değerlendirme yoluna gitmişlerdir.
- Ergin vd. (2004), İstanbul ili Avcılar ilçesinde beş noktada (biri kaya) sürekli titreşim kaydı alınmıştır. Alanın baskın periyod ve büyütme seviyeleri tespit edilmeye çalışılmıştır.

- Karabulut (2005), İstanbul ili Büyükçekmece ilçesinde yapmış olduğu mikrobölgeleme çalışması kapsamında mikrotremor yöntemi kullanmıştır. Geçmişte yapı-zemin ilişkilerinin iyi kurulup kurulmadığı araştırılmış ve gelecekte olabilecek hataların önüne geçmek için zemin yapısının incelenmesi amaçlamıştır.
- Özdağ vd. (2016), deprem anında ağır yapısal hasara sebep olabilecek üç temel faktör; zemin koşulları, yapı ve deprem özellikleridir. İzmir ili Balçova ilçesinde deprem-zemin-yapı ortak davranışı belirlemek için mikrotremor ölçümlerden faydalanılmıştır.
- Öztürk vd. (2021), Gümüşhane'nin Kürtün, Torul, Kelkit, Köse ve Şiran ilçeleri için yapmış oldukları çalışmada mikrotremor yöntemi kullanılarak zemin tipleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu tür uygulamalar yerleşim alanlarında zeminlerin inşaatlar için uygunluğu ve risk değerlendirmesi açısından önemlidir. Afet zararlarının azaltılması adına mikrobölgeleme çalışmalarında mikrotremor ölçümlerini içeren yüzey araştırmaları ile daha güvenilir sonuçlar elde edilebileceği ifade edilmiştir.

2.4.2. Elektrik Öz direnç ve Sismik Kırılma Yöntemlerinden Heyelan Geometrisinin Belirlenmesi

Jeofizik yöntemlerden olan sismik kırılma ve elektrik öz direnç yöntemleri mühendislik, çevre ve farklı jeolojik sorunlar araştırmak, afetlerin yerleşim yerlerindeki olası olumsuz sonuçlarını engelleme amaçlı kullanılmaktadır. Uyanık ve Çatlıoğlu (2014), heyelanların geometrilerinin ve kütle özelliklerinin belirlenmesi için daha önce yüzeysel kaymaların olduğu Süleyman Demirel Üniversitesi batı yerleşkesinde; ERT (elektrik rezistivite tomografi) ve ÇASK (çok atışlı sismik kırılma) araştırmaları yapmıştır. Öz direnç ve sismik çalışmalarının iki boyutlu ters çözüm sonucu ile zemin mekanik özelliği ve heyelan geometrisi belirlenmiştir. Heyelan çalışmaları birçok faktör heyelanları tetiklediği için toprak etütlerinden eğim koşullarına ve iklim özelliklerine kadar detaylı bir çalışma gerektirmektedir. Bir heyelan alanının tehlike durumunu belirlemek için toprak ve su içeriğindeki gevşek ve sıkı birimler belirlenmelidir. Heyelan, yüzeyin doğası ve heyelan derinliği, hareket paterni, yeraltı suyu seviyesi, zemin tipi ve dinamik parametreler nedeniyle karmaşık bir jeoteknik problemdir. Disiplinler arası bilgi ihtiyacının (jeofizik, jeoloji ve jeoteknik) yanında heyelan problemlerinin çözümünde en yaygın olarak uygulanan yöntemler jeofizik yöntemlerdir.

Elektrik Özdirenç ve Sismik Kırılma yöntemlerinin kullanıldığı bazı diğer çalışmalar aşağıda verilmiştir:

- Öncül vd. (2014), Batman ilinin Gültepe mahallesinde yapılaşma açılacak alanlar için yeraltı yapısının incelenmesi amacıyla Düşey Elektrik Sondajı ve Sismik Kırılma yöntemleri kullanılmıştır.
- Küçükduvan (2019), Antalya ili Kaş ilçesinde yapmış olduğu çalışmada ilçe sınırlarında bulunan Patara Antik Kenti'nde elektrik özdirenç yöntemi kullanılarak Patara Villalarına ait izleri ve olası yerlerini belirlenmeyi amaçlamıştır. Bu çalışmada ayrıca Yer radarı (GPR) yöntemi sonuçlarından da faydalanılmıştır.
- Yıldırım ve Yılmaz (2021), çok fazla doğal su kaynağı olan Afyonkarahisar ili Emirdağ ilçesinde yaptığı çalışmada bölgede bulunan yeraltı suyunun araştırılması için Elektrik Özdirenç ve Düşey Elektrik Sondajı yöntemleri uygulanmıştır.
- Ekinci vd. (2022), Malazgirt Savaşının yaşandığı alanının tespit edilebilmesi amacıyla gömülü mezar alanlarında jeofizik yöntemlerden olan Elektrik Özdirenç yöntemi uygulanmıştır.

2.4.3. Yer Radarı Yöntemiyle Gömülü Boruların Büyüklük, Konum ve Fiziksel Özelliklerinin Tespiti

Kurt vd. (2009) tarafından, Ankara Altındağ ilçesinde yapılan çalışmada gömülü boru hattının yeri, boyutları ve fiziksel özellikleri yer radarı yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. İlk olarak üç farklı model üzerinde laboratuvar ortamında çalışmalar yapılmıştır. Modellerde yer radar verileri RAMAC CU II sistemi ve 1,6 GHz merkez frekanslı iç mekân anteni kullanılarak toplanmıştır. İkinci aşamada, kapalı anten kullanılarak Ankara/Altındağ ilçesi Babür Caddesi üzerinde 500 MHz merkez frekanslı saha araştırma çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Verilerin işlenmesinden sonra boru yönlerine dik ve paralel profillerin radar grafiklerinde yansıyan/dağılan elektromanyetik dalga (EM) alanı incelenmiştir. Böylece daha önce hakkında bilgiye ulaşamayan caddedeki boruların bilinen derinlikleri ile bunların yeri, boyutu ve fiziksel özellikleri (tipi) ortaya çıkarılmıştır. Sonuç olarak, işlenen radar görüntüleri üzerindeki boruların yansıyan/dağıtıcı dalga alanının konumu, boruların konumunu ve derinliğini belirlemiştir. Yer Radarı yönteminin kullanıldığı bazı diğer çalışmalar aşağıda verilmiştir:

- Koşaroğlu vd. (2016), yaptıkları çalışmada özellikle tarihi binaların hasar almadan incelenmesinde kullanılan Yer radarı (GPR) yöntemi uygulanmıştır.

Cumhuriyet Üniversitesinin Mühendislik Fakültesi binasında taşıyıcı olan bazı perde duvarları Yer Radarı yöntemi ile incelenmiştir.

- Kütükcüoğlu vd. (2021), Sivas ili Yıldızeli ilçesinde Nevruz Barajı sulama sahası inşaatında bulunan boru hatlarındaki sızıntının yer radarı yöntemi kullanılarak belirlenmesi amaçlanmıştır.

2.4.4. Jeofizik Yöntemlerle Arkeolojik Kalıntıların Tespiti

Dedebali (2007), Balıkesir'in Burhaniye ilçesinde Adramytteion antik şehrine ait yapıların çıkarılması amacıyla jeofizik yöntemlerden olan öz direnç ve manyetik yöntemlerini kullanmıştır. Burhaniye ilçesinde 7. yy.'a kadar uzandığı bilinen Adramytteion antik kenti bulunmaktadır. Yeraltında gömülü olduğuna inanılan Adramytteion Antik Kenti'nde 2001 yılından bu yana arkeolojik araştırmalar yapılmaktadır. Bu araştırmalar sonucunda onuncu yüzyıldan kalma bir kilise temeli bulunmuştur. Ayrıca çalışma alanı yakınında bulunan sahilde, kalıntıları gözle görülebilen eski bir liman bulunmaktadır. Dünya üzerinde anıtların çok az olması antik kent yapılarının tespitini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle büyük ölçüde şehir planları tarihi, kültürel öğeler dikkate alınmadan yapılmaktadır. Yeraltında gömülü olduğuna inanılan bu yapıları jeofizik yöntemlerle tespit etmek ve şehrin eski planını ortaya çıkarmak kent kimliğinin belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır.

- Kayın (2010), Uşak ili Banaz ilçesi yakınlarında bulunan Akmonia antik kentinde yapmış olduğu çalışmada manyetik gradyan yöntemi ve manyetik süspetibilite yöntemlerini kullanarak gömülü yapı temellerini belirlemeye çalışmıştır.
- Yüksel ve Çekilmez (2021), Aydın ili, Karpuzlu ilçe sınırlarında bulunan Alinda Antik Kentinde Jeoradar (GPR) ölçümleri yapılmıştır. Bu tür çalışmalar tarihi çevrenin korunması ve kültürel mirasın aktarılmasına katkı sağlamaktadır.

2.4.5. Kentsel Teknik Altyapı Çalışmalarında Jeoradar Yöntemi Uygulaması

Jeoradar (GPR) yöntemi, yakın yüzey araştırmalarında kullanılan bir jeofizik yöntemdir. Arkeojeofizik araştırmalar, maden haritalama, yeraltı suyu araştırma çalışmaları, binaların temel incelemeleri vb. birçok alanda kullanılmaktadır. Giresun Belediyesi (2021), tarafından yürütülen çalışmada kuruma ait tüm içme suyu, yağmur suyu hatları, kanalizasyon ve diğer hatların (doğalgaz, elektrik vb.) konumunun tespiti amaçlanmıştır. Bu yöntemle hatların çap, konum, uzunluk ve cinsi belirlenmiş, detaylı üç boyutlu haritaları hazırlanmıştır. Kentte mevcut altyapısı kontrollü hale getirilmiştir.

3. ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMADA DOĞAL AFETLER

Afetler en genel anlamıyla, büyük toplulukları etkileyen, insan yaşamı için fiziksel, sosyal, ekonomik, maddi ve manevi kayıplar yaratma potansiyeli olan olayların tümüdür. Doğa olaylarının sonucu deprem, toprak kayması, sel, çığ, hortum vb. doğal afetler gerçekleşebileceği gibi farklı sebeplerden su baskınları, çökme, sıvılaşma vb. afetlerde gerçekleşmektedir. Kökenlerine göre afet olayları;

- Jeolojik ve Jeoteknik Kökenli Afetler; Heyelan, Deprem, volkan, kaya düşmesi, sıvılaşma ve çökme, zemin oturması vb. afetler.
- Meteorolojik Kökenli Afetler; Kasırga, tayfun, çığ, su baskınları, kuraklık, yeraltı suyunda yükselme vb. afetler.
- İnsan ve Teknolojik Kökenli Afetler; Orman yangınları, kimyasal/nükleer kazalar, savaşlar, salgın hastalıklar, çevre kirliliği olarak sınıflandırılır (Kasapoğlu ve Ecevit, 2001).

Afet kavramının ortaya çıkmasına birçok faktör neden olabilir. Ancak temel olarak afet, fiziki altyapı ve üst yapıda büyük değişikliklere sebep olan doğa olayıdır. Ülkemiz coğrafi konumu nedeniyle her zaman deprem, sel ve heyelan gibi afetlerin riski altındadır. Şehir ve bölge planlamada deprem ve diğer doğal afetlerin neden olduğu zararları en aza indirmenin en mantıklı ve etkili yöntemi, her ölçekte fiziksel (mekânsal) planlama çalışmalarının hazırlanmasıdır. Tüm riskler mikro ve makro ölçekte tespit edilmelidir. Yerleşim alanları (yoğunluk kararları, bölgeleme ve işlev), yeşil alanlar (parklar, mezarlık, rekreasyon vb.), kentsel donatılar, ticari ve endüstriyel alanlar, tüm teknik altyapı alanları ve ulaşım sistemi güzergahların deprem riskinden en az etkilenecek şekilde planlanması gerekmektedir.

Şehir planlama, bölgenin fiziksel ve ekonomik gelişimini kamu refahı gözeterek, toplumun güvenilir koşullarda yaşamasını amaçlar. Bu nedenle şehir plancılarının afetlere karşı öncelikle hedefleri;

- Yaralanma veya olası ölümleri önlemek ve zararları azaltmak.
- Deprem ve benzeri bir afetten sonra yangın, çevre kirliliği, sel baskını, toprak kayması vb. zincirleme gerçekleşebilecek afet olaylarını engellemek.
- Ekonomik kayıpları en aza indirmek ve kontrol edilebilir düzeyde tutmak.
- Afet sonrası arama ve kurtarma faaliyetlerini kolaylaştırmak, toplanma alanları belirlemek.
- Afet anında ilk müdahalenin zamanında yapılması için ulaşım/güzergâh planlamak.

- Afet bölgenin kısa sürede iyileştirilmesi ve gerekli durumda yeniden inşa faaliyetlerini planlama ile kolaylaştırmak (JICA, 2008).

Her yıl milyonlarca insan, afetlerin yıkıcı etkisine maruz kalmaktadır. Afetlerden hayatını kaybeden insanların %90'ı gelişmekte olan ülkelerde yaşamaktadır. Depremler, geniş etki alanı ile uzun vadeli ekonomik, sosyal ve psikolojik sorunları birlikte getirmektedir. Ekonomik sorunlar insanları sel veya deprem bölgeleri gibi tehlikeli yerlerde yaşamaya zorlamaktadır. Doğal afetler sırasında yüksek miktarda can kaybının olması afet bölgelerinin yerleşime açılması, gerekli zemin etütlerinin yapılmaması ve tehlikeli yapılardan kaynaklanmaktadır. Öte yandan, uygun olmayan çevre ve kalkınma politikaları meseleleri daha da karmaşık hale getirmektedir (Yavaş, 2005).

Günümüzde doğal afetlerin oluşumu genellikle öngörülemez olsa da iyi bir hazırlık ve bilinçli bir toplumla büyük afetlere dönüşmesini engellemek mümkündür. Ayrıca teknolojinin her geçen gün ilerlemesiyle doğal afetleri henüz gerçekleşmeden tahmin etme adına araştırmalar devam etmektedir. Birçok gelişmiş ülkede olduğu gibi topoğrafyaya uygun, doğru planlama kararlarının geliştirilmesi ve uygulanması, afetlerin minimum can ve mal kaybıyla atlatılabileceği göstermektedir.

Afet genellikle öngörülmezdir. Hatta bazı durumlarda afetler birbirlerini tetikleyerek zincirleme olarak gerçekleşir. Örneğin, volkanik patlamalar depremlere neden olur, havaya saldıkları zehirli gazlar toksik etkilere sahiptir ve zehir etkisi yaratabilmektedirler. Krater göllerinin taşması taşkınlara neden olabilir ve volkanik patlamanın etrafa saçılması sonucu çamurlu sıvılar oluşabilir, ya da sel sonrası salgın hastalıkların ortaya çıkması, deprem sonrası tsunamilerin oluşması gibi birçok örnek verilebilir.

Doğal afetlerin süresi bilinmemektedir. Deprem, heyelan, çığ gibi aniden oluşabilecek afetler genellikle saniyeler içinde bitiyorken, uzun süren volkanik patlamalar ve zehirli gazların yayılması gibi durumlarda toplumların yaşamı yavaş yavaş kaybolabilmektedir. Buradaki en önemli nokta; süresi ne olursa olsun, can kaybını mümkün olduğunca düşük tutmaya yönelik planlamaya katkıda bulunacak veriler ile müdahale edilmesi gerektiğidir. Kentsel ve bölgesel planlamada kullanılan jeofizik yöntemler, özellikle depremelliğin tespitinde, afet ve risk yönetiminde büyük önem taşımaktadır (Yavaş, 2005).

Ekonomik üsler olarak kentler, istihdam ve eğitim olanakları gibi sosyokültürel nedenlerle cazibe merkezleri haline gelmektedir. Sonuç olarak, nüfus ve inşaat belirli bölgelerde sismik riski artırmaktadır. Kent planlaması da risk kontrolü için en önemli araç gibi gözükmektedir.

Bu nedenle şehirlerin afete duyarlı, risk azaltıcı, yerin fiziksel özelliklerini, sosyo-ekonomik yapısını, farklı senaryoları dikkate alan, olası afet öncesi ve sonrası ve mikro planlama yaklaşımı ile planlanması gerekmektedir. Afetler, olduğu esnada müdahale edilemeyen hayatın bir gerçeğidir. Afet riski ise afet meydana geldiğinde ortaya çıkan ek sonuçlardır. Afet sonrası planlar, doğal verilere dayanarak yerleşimlerin korunması veya yeniden konumlandırılması kararlarını almalı, yapı ve arazi kullanım önerilerinde bulunmalıdır. Geçmiş afet verilerine dayanarak, yüksek riskli bölgelerin yerleşim yerlerinden çıkarılması, rekreasyonel veya tarımsal faaliyetler gibi binaların inşasına izin verilmesi, bu alanlarda depolama yapılması ve kamu binaları, hastaneler, okullar ve öncelikli tesislerin özellikle en güvenli bölgelerin acil durum için tahsis edilmesi tavsiye edilir. Fay hatlarına bitişik alanlar inşaat ve yapılaşmaya kapatılırken, insanlar bölgeden çıktıkça kentsel kullanım ve yapılaşma yasakları kademeli olarak kaldırılmalıdır (Balamir, 2002).

3.1. Kentler için Doğal Afetlerin Risk Oluşturmasının Temel Nedenleri

Doğal afetlerden kaynaklanan zararlar, bölgenin gelişmişlik düzeyine, topografik yapıya ve coğrafi nedenlere bağlı olarak değişebilmektedir. Bir afetin boyutunu etkileyen diğer faktörler ise:

- Yoksulluk ve nüfusun hızlı artışı,
- Olayın fiziksel büyüklüğü,
- Riskli bölgelerde denetimsiz ve çarpık kentleşme,
- Yeşil alanların tahribi veya yanlış kullanımı,
- Bilgisizlik ve eğitim eksikliği örnek verilebilir (Şengün, 2007).

Doğal afetlerin özellikle de depremlerin son 30 yılda artan sıklığı, her yıl milyonlarca insanın hayatını olumsuz etkilemektedir. 1980'lerden bu yana, dünya genelinde deprem nedeniyle ölenlerin oranı %7,6'dan %26,1'e yükselmiştir. Aynı zamanda afet kaynaklı ekonomik kayıplar da artmaya devam etmektedir. Kötüleşen iklim ve çevre koşulları da doğal afetlerin yıkıcı gücünü arttırmaktadır. Doksanlı yıllardan itibaren çeşitli meslek disiplinlerin ve organizasyonların afet yönetimine dahil edilmiş, afet riski uluslararası ölçekte değerlendirilmeye başlanılmıştır. Teknolojik, doğal ya da insan kaynaklı gelişen bir olayın afetle sonuçlanması, topluma ve yerleşimlere zarar verme, insan faaliyetlerini kesintiye uğratma anlamına gelmektedir. Bir diğer deyişle, "afet" olay değil, olayın gelişen bir sonucudur. Olayın kendisi ise bir "risk" olarak adlandırılabilir (Tezer, 2001).

Tehlike: Büyük zarara veya tahribata yol açması muhtemel bir durum veya meydana gelmesi olası ancak istenmeyen bir durum olarak tanımlanmaktadır. Tehlikeler çeşitlidir. Doğal afetlerden kaynaklanan deprem, sel, heyelan, çığ vb. tehlikeler olabileceği gibi, doğadan kaynaklanmayan, nükleer kaza, endüstriyel kaza, çevre kirliliği gibi tehlikeler de meydana gelebilir. Bu nedenle en geniş tanımıyla tehlike, felakete dönüşme potansiyeli yüksek olan herhangi bir durumdur. Belirli bir zamanda, belirli bir bölge içinde ortaya çıkan bir olayın, gerçekleşme olasılığı, mekân ve zamanla birlikte artan olasılık fonksiyonu şeklinde ifade edilir. Bir bölgede, yy. içinde ciddi hasar verebilecek büyüklükte depremin olması, heyelan veya su baskını olma olasılığı, 1 yıl veya 10 yıl içerisinde aynı afetin tekrar gerçekleşme olasılığından daha fazladır. Aynı büyüklükte bir olayın aynı zaman diliminde bir bölgede meydana gelme olasılığı, kasaba, köy veya mezra gibi küçük belirli bir alanda meydana gelme ihtimalinden daha fazladır (Tezer, 2001).

Risk: Doğal afetler, yoğun nüfuslu şehirlerde önemli bir risktir. Risk, zararın veya hasarın meydana gelme olasılığı olan bir durumdur. Kişi, kurum ve kuruluşlar için riskler olabilir. Riskleri gözlemlemek ve bilmek gerekli değildir. Risk bir yerde meydana geliyorsa, olası zarar ve hasarı sınırlamanın veya ortadan kaldırmanın mümkün olmadığı bilinmektedir. Risk, gelecekteki olası durumları analiz eder, potansiyel yüksek riskleri tespit etmek ve yönetmek adına ölçülebilir kavramlara dönüştür. Risk, bir olayın olumsuz sonuçlarının toplamı veya belirli bir ölçüde gerçekleşmesi durumunda kayıp olasılığının toplamıdır. Risk, aynı zamanda bir talebin gerçekleşmesini de belirler; Afet riskinin oluşma olasılığını ve afete maruz kalan insan yapımı faktörlerin dağılımını içerir.

Afetler, yapılaşmış çevre, ekonomik ve sosyal faaliyetlerin devamlılığı ve yoğun nüfus için büyük bir risktir. Deprem doğal bir olay olmasına rağmen, nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu, ekonomik ve sosyal aktivitelerinin güçlü olduğu kümeler halinde meydana geldiğinde gerçek afetlere dönüşmektedir. Şu anda deprem öncesi planlanan tüm hazırlıklar, deprem sonrasında meydana gelebilecek kayıplarla doğrudan bağlantılıdır. Yani deprem öncesi hazırlık süreci ile deprem sonrası hasar boyutu ilişkilidir. Deprem riski genellikle olasılık hesaplamaları ile belirlenir. Bu tür bir yaklaşımda, gelecek 10, 20, 30 veya 50 yıl içinde beklenen depremin büyüklüğü, yeri ve olasılığı ortaya çıkar. Örneğin, depremlerin şehrin hangi bölgelerinde daha etkili olduğu ve hangi katlarda, binalarda ve altyapıda daha fazla hasar meydana geldiği, yangınların depremi takip etmesi muhtemel yerler, alternatif ulaşım ve iletişim sistemleri nasıl oluşturulacak, nerede konut ve tıbbi tesisler ve kimyasal kontaminasyon fırsatları ortaya çıkabilir. Bu bilgiler kullanılarak deprem riskinin azaltılması olasıdır (Barka ve Er, 2002).

3.2. Afet Zararlarını Azaltmaya Yönelik Önlemler

Ülkemiz deprem afetiyle çok yoğun karşı karşıya olan bir ülkedir. Doğal afetlerin sık görüldüğü ülkelerde, afet meydana gelmeden önce yapılan araştırma ve önlemlerle afete neden olan doğal olayı önlemek temel amaçtır. Afetler, bu doğal olgu ile çevre ve sosyal, sistemik ve sosyal yapılar arasındaki karşılıklı etkileşim sonucunda ortaya çıkmaktadır (Karancı, 1999). Bu nedenle bilim ve teknolojinin tüm imkanlarını kullanarak, doğal afetlerin neden olduğu zararları gidermek için afet öncesi, sırası ve sonrasında yapılması gereken teknik, idari ve hukuki çalışmaları belirleyen ve uygulayan, yerel olayların verimli bir şekilde yürütülmesini sağlayan, alınan derslere dayalı olarak, mevcut sistemin iyileştirilmesi için “Afet Yönetimi” geliştirilmelidir. Ülkemizde deprem zarar azaltma çalışmaları 1940’lı yıllarda başlamış olmasına ve yasal olarak gereken her türlü kanun, yönetmelik ve tüzük, standart vb. gibi mevzuata sahip olunmasına rağmen, ülkemizde doğal afet zararları beklenen düzeyde azaltılamamıştır.

Hızlı nüfus artışı ve göç, afet bölgelerinde mekânsal planlama, kontrolsüz sanayileşme, yoğun kaçak yapılaşma, her düzeyde bilgi ve eğitim eksikliği, yerleşim ve yapı denetim mekanizmalarının kurulamaması, merkezi yönetim, yerel yönetim, özel sektör ve vatandaş yükümlülükleri ve görev ve sorumlulukları arasında doğru dengeyi kuramaması gibi nedenlerle doğal afetlerin risk ve tehlikeleri zamanla artmaktadır. Türkiye’de afet öncesi yapılan araştırmalar ve alınan önlemlerle afet hasarını düşük tutmaya yönelik politikalar yerine, afetten kurtarma politikasının önemi ve önceliği üzerinde durulmuştur. Türkiye’de inşaat mühendisi, mimar, şehir plancısı ve yerbilimci yetiştiren üniversiteler, afet risklerinin yanı sıra doğal afetlerin, doğal afetlerin ülkeye getirdiği risk ve zararları azaltmak için iş birliği yapmalıdır. Deprem hasarını azaltmak için gerekli olan potansiyel arazi kullanım haritalarını ve bölgedeki deprem risk seviyelerini gösteren afet tehlike haritalarını hazırlamak için birden fazla disiplin birlikte çalışmalıdır. Ülkemizin karşı karşıya olduğu afet riskleri ile ilgili etkin iletişim ve eğitim programları uygulanmalı, çevresel afetler meydana geldiğinde deprem olmaması için önlem ve organizasyonlar yapılmalıdır. Mekânsal ve kentsel planlamaya, arazinin ve doğanın doğru kullanılmasına ve plansız yapılaşma, zayıf altyapı, nehir yataklarında yerleşim, kötü yer seçimi gibi ekstrem durumlardan kaçınılarak, afetlerin afete dönüşmesinin önüne geçilmelidir (Olgun, 2006).

Ülkemizde zarar azaltma çalışmaları afet sonrasına yönelik olsa da deprem öncesi çalışmalar doğal afetlerin yol açtığı zararları azaltmak için ihtiyaç duyulan araştırmaların en önemli kısmını oluşturmaktadır.

Riskleri azaltmaya yönelik etkin çalışmalar daha az hasara neden olur. Bu, can ve mal kayıplarının daha az olmasını sağlar. Yurtdışında yapılan çalışmalar esasen risk tespiti ve zararın azaltılmasına yönelik çalışmalarıdır. Deprem öncesi yapılan çalışmalar risk azaltma, proje planlama ve geliştirme, mevzuat, afet bilinci ve risk azaltma araştırmaları çerçevesinde başlıklar altında toplanmıştır.

Risk azaltma araştırması afetlerin büyük zararlara yol açmaması için alınması gereken tüm önlem ve faaliyetleri içerir. Bu kapsamda ilk adım;

- Proje planlama ve geliştirme,
- Kamuoyunun bu risklerden haberdar edilmesi,
- Risklerin tanımlanması, tehlikenin, hasar görülebilirliğin ve riskin ilk tahminlerinin yapılması,
- Afet risklerine yönelik olarak arazi kullanım plan değişikliklerinin yapılması,
- Riskin azaltılmasına yönelik olarak hızla uygulanabilecek kararları da içeren detaylı, uzun dönemli strateji ve planların üretilmesi,
- Bu doğrultuda etaplı olarak alt yapı ve üst yapının güçlendirilmesi,
- Afet riskini azaltmaya yönelik projelerin desteklenmesi önlemlerin geliştirilmesi ile ilgili çalışmalar yapılmalıdır (Olgun, 2006).

Depremle ilgili riskler, belirsiz riskler ve tanımlanabilir riskler olmak üzere iki başlık altında toplanmaktadır.

Belirsiz riskler: Türkiye'nin 1940'lardan bu yana yaşadığı hızlı nüfus artışı, şehirlerin gelişigüzel büyümesi, tarihi ve doğal anıtların kaybolması, değerli tarım arazileri ve ormanların kaybedilmesi, kıyı alanları, sarp havzalar, taşkın yatakları, dolgu alanları ve heyelan bölgelerinin yapılaşması ile sonuçlanmıştır. Yapılaşma kamu tarafından denetlenememiş ve kaçak inşaatlar için daha sonraki dönemlerde af kanunları çıkarılmıştır. Bu durum kentlerde niteliksiz ve güvensiz konut arzının oluşmasına neden olmuştur. Yapı ölçeğine gelindiğinde de ilave imar hakkı verilmiş ve ihtiyaçtan daha fazla kat ve alan elde etmek için tahkimat sisteminde kat tadilatları yapılmıştır. Tüm bu olumsuzluklara ek olarak malzeme, işçilik ve inşaat aşamasındaki denetim eksikliği, emlak parklarının mimariden uzak, deprem tehlikesiyle karşı karşıya olan yapı stokları oluşmuştur (Balamir, 2002).

Tanımlanabilir riskler: Deprem tehlikesi karşısında daha güvenli yerleşme ve yaşam ortamları kurulması için kentsel risklerin belirlenmesi esastır. Deprem ve diğer afetlerin olduğu tüm ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de deprem tehlike haritaları mevcut olup, modern teknolojinin gelişmesiyle geliştirilmektedir (Balamir, 2002).

Ancak gerçek şu ki, bu haritalar her planlama alanı için güncel değil ve deprem büyüklüğü tahminleri kırılganlığı etkilemektedir. Deprem ncesi zarar azaltma çalışmalarında ve deprem sonrası planlama ve organizasyon tanımında deprem algılama ve afet senaryosu hazırlama da kullanılmaktadır (şengezer ve Kansu, 1999).

3.3. Kent Planlamada Afet Yönetimi

İnsan ve doğa kaynaklı afetlere karşısında bir şehrin dayanıklılığı, topluluklarının krizlerde birlikte hareket etme, uyum sağlama veya direnme yeteneğini ifade eder.

Bu dayanıklılık, uygun kentsel planlama ve altyapının yanı sıra planlama sürecine diğer uzmanlık alanlarının dahil edilmesine bağlıdır. Dayanıklı şehirlerde;

- şehirlerin kapasite ve kaynaklarına bağlı olarak, yerel planlamacılarla katılımcı bir modelde planlandığı ve karar verildiği,
- Deprem, sel, heyelan vb. olağanüstü diğer durumlarda ekonomik, sosyal ve fiziksel hasar en aza indirilen,
- Sakinlerinin, taşkın yataklarına veya dik dağ yamaçlara gayri resmi olarak yerleşmek zorunda bırakılmadan, yönetmeliklere ve imar kanunlarına uygun konutlarda yaşadıkları için birçok afetin önlendiği,
- Tehlikeleri tanıyan, risklere karşı bilinçli bir yerel bilgi tabanı geliştirmiş bir toplum yapısının olduğu,
- Gecekondulaşmanın önlendiği, güvenli konutlarda yeterli altyapı ve hizmet sunan,
- Afetleri öngörmek ve kentsel problemleri çözmek adına mühendislik çalışmalara önem veren,
- Temel hizmetlerin afet sonrasında hızlı şekilde karşılandığı, ekonomik, kurumsal, sosyal faaliyetleri tekrar devam edebildiği kentlerdir.

Günümüzde dünya nüfusunun büyük bir çoğunluğu hızlı gelişme ve büyümenin bir sonucu olarak kentlerde yaşamaktadır. Yaşanabilirlik kavramın temelini güvenli bir evre oluşturur. Metropoliten alanlar çok disiplinli çalışma gerektiren, yatırım, istihdam, lojistik, sağlık vb. farklı geniş olanaklar sunsa da gelişmekte olan ülkeler için plansızlık, afet risklerini ve kentsel sorunları ortaya çıkarmaktadır. Tüm bu faktörler, şehirlerin kırılganlığını artırmakta ve afetlerin felakete dönüşmemesi için afet risklerinin yelpazesini genişletilmelidir.

Bu nedenle afetlere karşı sakınım planlama hazırlanırken her kent için risk, tehlike ve zarar görebilirlik düzeyi ayrı ayrı değerlendirilmelidir. Tablo 3'te kentlerde ortaya çıkabilecek risk, tehlike ve zarar görebilirlik ilişkisi verilmiştir.

Tablo 3. Sakınım planlama ve risk yönetimi ilişkisi (İSMEP, 2014a).

Risk	Tehlike	Zarar Görebilirlik
Yaşam	Yer Sarsıntısı	Nüfus Artışı ve Kentleşme
Emeklilik ve Sosyal yardım	Fay Hatları	Teknoloji
Mülk, Çevre	Sıvılaşma	Arazi Kullanım Uygulamaları
Miras	Artçı deprem	Çevresel Bozulma
Hizmetler	Heyelan, Tsunami	Maruz Kalma + Hassasiyet Potansiyel Etki – Uygulanabilirlik = Zarar Görebilirlik
Kalkınma	İklim değişikliği	
İş	Kuraklık, Sel	
Sağlık	Yangın	

Şehir planlama alanında konut, işyeri, ulaşım, altyapı oluşturma gibi yaşamsal ihtiyaçlara cevap veren farklı ölçeklerde imar plan ve programları geliştirilmektedir. Bu bağlamda alınan karar ve uygulamalara afetlerin yol açabileceği olası zararları en aza indirmek için afet meydana gelmeden önce hazırlık yapılması, afetin büyüklüğü, yeri ve olasılıklarının belirlenmesi önemlidir. Zarar görebilirlik, bir olayın meydana gelmesinden sonra bir toplumun maruz kalabileceği ölüm, yaralanma, hasar, yıkım, kayıp ve zararın bir ölçüsüdür. Maruziyet kavramı, bir tehlikenin etkileyebileceği kişi ve mülklerin sayısı ve miktarını temsil ederken, savunmasızlık kavramı; ölüm, yaralanma, hasar vb. konuları kapsamaktadır. Bu doğrultuda, bir afet durumunda zararın azaltılması için alınan kararlar ve geliştirilen uygulamalar, olası afetler henüz gerçekleşmeden hazırlıklı sürecinin başlatılması, tahmini büyüklük ve yerinin tespiti önem taşımaktadır (İSMEP, 2014a).

Risk kavramının matematiksel olarak ifadesi:

$$\text{Zarar Görebilirlik} = \text{Savunmasızlık} \times \text{Risk Maruziyet} = (\text{Zarar Görebilirlik} \times \text{Tehlike}) / \text{Yönetilebilirlik}$$

Şehir ve Bölge Planlama ile Afet Risklerinin Azaltılması

Doğal afetlerin kentsel alanlarda yaşanması, bölgenin plansızlığı ve nüfus yoğunluğuna bağlı olarak fiziksel çevre, toplum ve kent ekonomisi için “riskler” oluşturmaktadır. Sonuç olarak, afet yönetim sürecinin bir parçası olan ‘zarar azaltma çalışmaları’ ile afetlerden kaynaklanan tehlikelerin azaltmak mümkündür. Kentsel planlama araçlarının bu kapsamda önemli rolü vardır. Şehir planlamada afet yönetimi, mevcut kaynakların olası riskle mücadele için kullanımı, veri toplama, analiz, sentez ve planlama süreçlerinin tamamına dahil olmaktadır. Bunun için özellikle veri toplama ve analiz sırasında yerbilim verilerinin (jeolojik, jeofizik ve jeoteknik) kullanımı ile bütüncül bir yaklaşım geliştirilmelidir. Kapsamlı afet yönetim sistemi, dört acil durum aşamasını içeren araştırma ve uygulamada geri beslenmeli bir yapıya sahiptir. Bu durum dört aşamanın bir bütün olarak değerlendirilmesini gerektirir.

Afet yönetiminin dört aşaması;

- 1. Hazırlıklı Olma:** Acil durum yetkililerinin ve sorumluluklarının belirlenmesini, başvurulacak destek kaynaklarının toplanmasını içerir.
- 2. Zarar Azaltma:** Tehlikeli durumlar ve uzun süren etkilerinin ortaya çıkaracağı zararı azaltmaya yönelik önlemlerdir.
- 3. Müdahale:** Meydana gelmiş afet sonrası can ve mal kurtarmaya yönelik tüm uygulamaları içerir.
- 4. İyileştirme:** Fiziki ve sosyal çevredeki olumsuzlukların giderilerek ekonomik ve sosyal hayatın normalleştirilmesine yönelik çalışmaları içerir (İSMEP, 2014b).

Kentsel riskler; Doğal afetlerin yanı sıra kentin genel yerleşim düzeni, kentsel yapısı, kullanım alanı, mevcut yapılaşma, altyapı, ulaşım ve diğer hizmetler, planlama, uygulama ve denetimdeki zayıflıklardan kaynaklı olası olumsuz durumlardır. Risk yönetimi, yerleşim alanlarında insan ya da doğa kaynaklı ortaya çıkan tehlikeleri, sosyal, ekonomik, fiziksel ve çevresel sorunları belirlemeyi, analiz etmeyi ve önlemeyi hedefler. Öncelikleri belirlemek, ortadan kaldırmak veya azaltmak amacıyla hazırlanmış stratejik plan ve eylem programıdır. Kavramsal olarak kentsel risk yönetimi, kırılganlığı azaltmayı amaçlayan planlar bütünüdür. Zarar görebilirlik kavramı ise; Yapısal, sosyoekonomik, kurumsal, sistemik, ekolojik, yerel vb. farklı ölçek ve durumlara göre değişiklik gösterir.

Yapısal (Fiziksel) Zarar Görebilirlik: Afet literatüründe ağırlıklı olarak mühendislik uygulama ve yaklaşımlarıyla bağlantılıdır. Bu güvenlik açığı türü, temel olarak tek tek binaların, bitişik nizamdaki yapıların, yolların, köprülerin, altyapı sistemlerinin zayıf yönlerini tanımlar.

Yapıların tehditler ve tehlikeler karşısındaki davranışlarını ortaya çıkarır. Binaların yalnızca yapısal özelliklerinin değil, arazi kullanım bütünlüğünü ve dolayısıyla hatalı kullanımların belirlenmesi, kentsel ölçekte yapısal kırılganlığın ölçülmesi adına önemlidir.

Sosyo-Ekonomik Zarar Görebilirlik: Sosyal veya demografik zarar görebilirlik, tehditlerin etkilerinden etkilenebilecek nüfusun büyüklüğünü ifade ederken; Öte yandan, ekonomik kırılganlık, meydana gelebilecek doğrudan ekonomik kayıplar olarak anlaşılmaktadır.

Kurumsal Zarar Görebilirlik: Yalnızca yerel, merkezi ve kurumsal yönetim yapılarının değil, aynı zamanda her türlü yönetim faaliyetlerinde bulunan sivil toplum kuruluşları ve aktörleri de içerir.

Sistemsel Zarar Görebilirlik: Özellikle hastanelerde, itfaiyelerde vb. Afet anında kritik tesislerin erişilebilirliğini ve çalışma koşullarını kapsar.

Ekolojik Zarar Görebilirlik: Doğal afetlerin neden olduğu teknolojik kazalardan en çok, bölgenin hassas ekolojik kaynakları ve eşsiz flora faunası etkilenir. Özellikle endüstriyel tesislerdeki sızıntılar ve yangınlar ekolojik sistemde ciddi sorunlara neden olur. Bu tür doğrudan ya da dolaylı zararlar, insan sağlığı ve doğal yaşamı etkileyen sonuçları vardır. Ekolojik açıdan zarar görebilirlik, yapıyı çevre, tarımsal alan ve su kaynaklarının kullanımını etkilemektedir.

Yöresel Zarar Görebilirlik: Nüfusu oluşturan bölgelerin farklı belirleyicilere göre tanımlanmasıdır. Yöresel zarar görebilirliğin kilit noktaları, bir bölgedeki coğrafi bütünlüğün yanı sıra sosyal, kültürel ve ekonomik ilişkileri içerir.

Ek olarak, bölgeler arası bağlantılar ve bağımlılıklar bu bağlamda dikkate alınmalıdır. Son zamanlarda yapılan bilimsel çalışmalar, farklı lezyon tipleri arasında bir etkileşim olduğunu ve bunlardan birinin zayıflığının diğer organlara yayılacağını göstermiştir. Ekonomik, fiziksel ve sosyal çevre arasındaki bağlantı, kentlerdeki hayat kalitesini artıran veya azaltan, yaşamsal faaliyetleri kolaylaştırmak veya daha zorlaştırmak şeklinde özetlenebilir. Risk analizi, başta afetler olmak üzere kentsel sorunları, tehditleri ve zayıf yönleri belirlendikten sonra yapılan bir değerlendirmedir. Bu nedenle, eksiksiz bir veri tabanı oluşturmak için hem nicel hem de nitel değişkenler kapsamlı bir veri tabanı oluşturacak şekilde düzenlenmelidir. Risk tahmini bir değerlendirmedir ve bir tehlikenin ortaya çıkmasıyla yakından bağlantılıdır. Risk oluştuğunda ya da öngörülen risk belirli bir oranda gerçekleştiğinde kayıp meydana gelir. Öte yandan, risk azaltıcı faktörlerin varlığı, zararın azaltılmasında önemli ölçüde bir potansiyele sahiptir.

Bu potansiyellerin (tıbbi tesisler gibi) yeri, bir afet sonrasında erişilebilirliği ve kullanılabilirliği dikkate alınmalıdır. Afetlerin oluşum sıklığı çoğu zaman 100-200 yıl gibi bir periyodu kapsadığı için çoğu yönetici tarafından yeteri kadar dikkate alınmamaktadır. Risklerin meta analizini yaparken çeşitli senaryolar ortaya koymak, zararları en iyiden en kötüye doğru tahmin etmek ve müdahalelerle analiz etmek afet risklerini ortaya koymak şehir plancının görevidir (İSMEP, 2014b).

Riskli Alanlarda Arazi Kullanımı: Kentsel arazi kullanımında ortaya çıkabilecek risklerin tespit edilebilmesi için mevcut yapıdaki kullanım türleri, risk kaynağı ve riskli alanlar hakkında yeterli bilgi toplanmalıdır. Afet sırasında bu risklerin olası etkilerinin hem yapılı çevre hem de sosyoekonomik açıdan belirlenmesi gerekmektedir. Kentsel alanların kullanımlarındaki uyumsuzluk, bitişik kullanımlar ve eksik ya da yanlış mühendislik uygulamaları, yetersiz tampon bölgeler, sınırları belirsiz alanlar (ticari, endüstriyel, küçük imalat vb.), homojen alanlar (özellikle yerleşim alanları) gibi farklı kullanımlar farklı sorunlar yaratmaktadır.

Konut alanları: Planlı/Plansız gelişen eski/yeni yerleşim bölgeleri, gecekondu, toplu yerleşim alanları ve kentsel koruma (sit alanları) alanları gruplandırılır. Bu alanların yapı yoğunluğu, yapı kalitesi, yapı yaşı ve yerleşim nüfusun sosyo-ekonomik özelliklerindeki farklılıklar açısından değerlendirilmesi gerekir. Sonraki adımda karşılaşılabilecek olası tehlike türleri tanımlanmalı ve bu alanlardaki risk düzeyleri belirlenmelidir. Yerleşim alanlarında risk tespiti için jeoteknik, jeolojik ve jeofizik etütler yapılmalıdır. Ayrıca, arkeolojik ve doğal alanlar, su havzaları, tarım alanlarında ekolojik öneme sahip alanlar üzerinde veya yakınında yapı ve kullanımlar belirlenmelidir. Deprem, heyelan gibi afet riski taşıyan bölgelerin mevcut konut dokusunun üzerinde yoğunluk, yapı kalitesi ve mühendislik eksikleri vb. konulardan kaynaklı risklere öncelik verilmelidir.

Sanayi Alanları: Özellikle afet sonrası ekonomik faaliyetlerin aksamaması için sanayi bölgelerin yer seçiminde riskli alanlara dikkat edilmeli gerekli etüt çalışmaları yapılmalıdır.

Hizmet Alanları: Kentin tamamını etkileyecek olan bir afette, kilit hizmet ve finans merkezlerine yönelik ekonomik ve sosyal zarara yol açabilecek riskler belirlenmelidir.

Açık Alanlar: Yakındaki boş alanlar için potansiyel belirlenmeli ve acil durum toplanma, hava erişimi, malzeme depolama ve dağıtım, acil durum yardım malzemeleri, acil barınma veya geçici barınma çadırları için düşünülebilecek yeterli büyüklükte alanlar seçilmelidir.

Karma Kullanım Alanları: Yerleşim alanlarında konut+sanayi, konut+ticaret, konut+rekreasyon kullanımına açılmış yapı ve tesisler için olası tehlikeler belirlenmelidir. Bu kullanım alanlarının taşıdığı riskler de ayrı ayrı analiz edilmelidir. Acil servisler, kamusal yapılar, tüneller, enerji transfer istasyonları, su depoları ve tüm şehir için, kentsel kullanım risk değerlendirmesi mesafeler göz önünde bulundurularak tüm düzeylerde risklerin belirlenmesi gerekmektedir. Ulaşım sistemi ve altyapıda karşılaşılabilecek risklerin hepsi belirlenmelidir.

Çocuk oyun alanları, parklar, spor alanları, piknik ve eğlence alanları, mesire alanları, eğlence parkları, çayır-fidanlıklar, otlaklar ve ormanlar, koru alanlar, mezarlıklar, refüjler, meydanlar gibi barınma, çalışma, hizmetler ve ulaşım dışında kalan alanların tümü için karşılaşılabilecek riskler tespit edilmelidir. İşlevlerine göre tehlikeli veya içerdikleri süreçlerle kazalara neden olabilecek kullanımlar için önlem alınmalıdır. Konumları, büyüklükleri, ulaşım hatları ve tehlikeli madde barındıran kullanımlar arasındaki etkileşim ve riskler belirlenmelidir. Tüm bunlara ek olarak, farklı türler için performans standartlarının ve sorumluluk kurallarının tanımlanması, dağıtım yapılmaması için eşiklerin ve kriterlerin netleştirilmesi gibi konulara değinilerek tehlikeli maddelerin risklerinin belirlenmesi gerekmektedir (İSMEP, 2014b).

3.4. Dünya’da ve Türkiye’de Afet Zararlarının Azaltılması Yönünde Düzenlemeler

Her yıl, Dünya’da yaklaşık 140 adet yıkıcı deprem meydana gelmektedir. Dünya’nın gelişmiş ülkelerinde deprem bir doğal afet olarak kabul edilse de amaç bu doğal afetle mücadele etmek ve onu aşmak için politikalar geliştirmek temel amaçtır. Bu çerçevede depremlerle ilgili çalışmalara kaynak ayrılmakta ve yer seçiminde deprem riski göz önünde bulundurulmaktadır. Bu ülkelerde deprem etkilerinin en az olduğu bölgelerde sanayi tesisleri kurmak için 114 adet girişimde bulunulmuştur. Özellikle deprem riski yüksek olan Amerika Birleşik Devletleri ve Japonya’da depremlerin doğasını araştırmak ve depremleri tahmin etmek için yapılan çalışmalar çok disiplinli olarak yürütülmektedir. Deprem mekanizmaların anlaşılması çerçevesinde yürütülen bu çalışmalar, depremlerin insan ve malzeme hasarları üzerindeki etkilerinin araştırılması ve bunların azaltılmasına yönelik yöntemlerin içerir. Bu çalışmalarda elde edilen araştırma sonuçları ulusal kalkınma planlarına dahil edilmektedir. Öte yandan ülkemizde deprem hasar azaltma çalışmalarında afet öncesi risk azaltma çalışmaları disiplinli bir şekilde yapılmamakta ve bu çalışmaların sonuçları ulusal kalkınma planlarında kullanılmamaktadır.

Gelişmiş ülkeler doğal afetlerin yol açtığı yaraları sarmak için yoğun çabalar göstermekle beraber, üzerinde çok fazla durulan önemli konulardan biri de afet öncesi araştırma ve uygulama önlemleri ile doğal olayların afete yol açmasını önlemektir. Bu nedenle son 25 yılda 'Afet Yönetimi' adı verilen bir uzmanlık alanı geliştirilmiştir. Gelişmiş ülkelerin afetlere ve dolayısıyla depremlere ilişkin her düzeydeki en detaylı çalışmaları, deneyimleri, organizasyon modelleri ve bilgileri tüm dünyanın istifadesine sunulmaktadır. ABAG, San Francisco Körfez Bölgesi'nde deprem riskini dikkate alan, bölgesel planlar geliştiren ve uygulayan bir kuruluş olarak ortaya çıkmıştır. Körfez Bölgesi Hükümetleri Birliği'nin temel görevlerinden biri depremler ve toprak analizleri yapmaktır.

Buradaki amaç bölgedeki arazilerin yapılanması için her boyutta deprem haritaları oluşturmaktır. Bölge için ABAG, üç yüzden fazla deprem haritası üretmiştir. Toplumdaki her bir bireyin, yaşadığı bölgenin yapı koşullarını, deprem riskini ve depremin vereceği zarar hakkında bilinçlenmesini amaçlar. Ayrıca gelecekteki deprem tehlikeleri, zemin koşulları, yapıların yapım şekline bağlı olarak olası hasar türleri, yapıların yaşları, kereste, yığma ve betonarme olma durumuna göre hasarı önlemek için alınabilecek önlem türleri, bu alanda faaliyet gösteren 115 şirketin yetki alanı ve uzmanlığına ilişkin bilgiler sunmaktadır. Bir diğer çalışması da Tsunami Uyarı Merkezi'dir. Bu merkez insanları olası bir tsunami tehlikesine karşı uyarmakta ve nasıl önlem alınması gerektiği konusunda tavsiyelerde bulunmaktadır. Japonya ve Amerika Birleşik Devletleri gibi gelişmiş ülkelerde dahi, deprem öncesi, sırası ve sonrasında hasar azaltıcı önlemleri uygulamak için hükümetin çabaları tek başına yeterli değildir. Gönüllü kuruluşlar, yerel yönetimler, özel sektör kuruluşları ile merkezi hükümetle koordine edecek bireysel vatandaşlar, genellikle yetkililerle eşit ortaklık, önemli bir rol oynamaktadır. Deprem riski altında olan gelişmiş ülkeler, depremlerin verdiği zararı azaltmak için çalışmakta ve elde ettikleri sonuçları uygulamaya koymaktadır. Sonuç odaklı politikalar yıllık planlama programlarına dahil edilmekte ve gerekli mevzuat çıkarılarak yeni kurumlar oluşturulmaktadır (Olgun, 2006).

Türkiye'de deprem ve diğer afet riskini azaltmaya yönelik en önemli çalışmalardan biri yasal düzenlemelerdir. Hızlı kentleşmenin getirdiği arsa rant kavramı, ülkemizde siyasi ve idari kurumların değişmesiyle imar kanununda değişikliklere ve seçim döneminde kanundaki boşluklar değerlendirilerek depreme yatkın yapıların hızla artmasına neden olmuştur.

Büyük iç göçler nedeniyle toprak ve doğanın tahribi, erozyon, plansız yapılaşma, altyapı eksikliği, beton fazlalığı, deprem bölgelerine uygun yapıların olmaması, dere yatağının rehabilite edilememesi ve malzemelerin kalitesiz olması gibi sebepler depremlerin afetle sonuçlanmasına yol açmıştır. Bu durumun temel nedeni kontrolsüz kentleşmedir (Serdar, 2004).

Ülkemiz tarihinde 1 Eylül 1509 depreminden sonra İstanbul'da doğal afetlerin yol açtığı zararların azaltılmasına ve yeniden yapılmasına ilişkin imar çalışmaları ile ilgili belgeler bulunmaktadır. 1923 yılında Cumhuriyetin ilanı ile birlikte Ticaret, İmar ve İskân Nezareti'nin kurulmasıyla yeni iskân ve yapı esasları belirlenmiş, ancak mübadele ve iskân vasfını üstlenen bu bakanlık bir yıl sonra kaldırılmıştır. 1930 yılından bu yana yürürlükte olan 1580 sayılı "Belediye Kanunu" ile belediyelere de ihtiyaç sahipleri için konut yapma, yerleşim ve yerleşimleri denetleme görevi verilmiştir.

1933 yılında yürürlüğe giren 2290 sayılı "Belediye Yapı ve Yolları Kanunu" ile o zamanki şehircilik anlayışına uygun olarak planlar, beldeler için alt bölümler, ruhsatlandırma, teknik sorumluluk ve yapı denetimi, yeni binalar, yollar hazırlamak için şehircilik anlayışına uygun yeni esaslar getirilmiştir.

18 Temmuz 1944 tarihinde deprem öncesi ve sonrasında alınacak önlemler hakkında 623 sayılı kanun çıkarılmıştır. Bu yasanın gereklilikleri; tehlikeli alanları belirlemek, her alanda uygun yapı tiplerini, yapım tekniklerini ve özelliklerini belirlemek, ilk yardım, kurtarma ve geçici barınma planlarını hazırlamak ve yeni yerleşimler için jeolojik etütlerin yapılmasıdır. Kalıcı yerleşim çalışmaları bu kanunda yer almamakta ve konuyu ele almak için geçmişte olduğu gibi afetten etkilenen bölgenin sosyo-ekonomik yapısına göre ayrı özel bölge kanunlarının çıkarılması tercih edilmiştir. Ülkemizde doğal afetlerin gerçek koşullarda verdiği zararı en aza indirmeye yönelik araştırmalar bu yasadan yola çıkılarak başlatılmıştır (Öztekin vd., 2003).

1953 yılında Bayındırlık, İnşaat ve Planlama Bakanlığı'na bağlı bir deprem dairesi kuruldu. 1955 yılında kurulan bu kurum büro DE-SE-YA (Deprem Seylap Yangın) afet hasarlarını azaltma çalışmaları bu şube tarafından yapılmaya başlanmıştır.

1956 yılında, o zamanlar oldukça gelişmiş sayılan 6785 sayılı "İmar Kanunu" çıkarılmıştır. Ülkenin hızlı kalkınması ve yüksek kentleşme oranı, 1956 tarihli Bayındırlık ve Şehircilik Yasası ile 1959 tarihli Afet Yasası'nın temelleri atıldı.¹

¹Kanun No. 7269-1051: Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirlerle Yapılacak Yardımlara Dair Kanun. Kabul Tarihi: 25 Mayıs 1959. Değişiklik 17 Temmuz 1968

1959 yılında, birçok değişikliğe rağmen halen yürürlükte olan 7269 sayılı "Toplumsal yaşamı etkileyen doğal afetler nedeniyle alınan tedbirlerin sağlanmasına yardımcı olunması" konulu kanun çıkarılmıştır. Bu kanun, doğal afetlerin yol açtığı zararları azaltmak için çıkarılan tüm kanunları bir araya getirmekte ve doğal afetlerden kaynaklanan zararları azaltmak için afet öncesi, sırası ve sonrasında çalışmaların yapılmasını şart koşturur. Yürürlüğe girdiği dönemde uluslararası arenada kapsamlı ve modern afet kanunlarından biri değerlendirilen ve pek çok ülke tarafından örnek olarak kullanılan bu kanunun, 1960 ve 1967 yıllarında ülkemizde yoğun olarak yaşanan depremlerin sonucunda toplam 4445 can kaybı ve 76058 hasarlı bina sayısı ile kanunun teoride kaldığı sonucu ortaya çıkmaktadır.¹

29.06.2001'de 4708 sayılı 'Yapı Denetimi Hakkında Kanunu ile merkezden yönetilen illerin denetim kurumları yeni bir yapılanma ile tüzel kişilere devredilerek siyasi irade sorumluluk alanı dışında bırakılmıştır, böylece yerel yönetimler sorumluluk alanlarının dışında ve dolayısıyla ulaşılamaz durumda kalmıştır (Olgun, 2006).

Türkiye'de 1947, 1953, 1961, 1968, 1975, 1998 ve 2007 yıllarında deprem yönetmelikleri yedi kez revize edilmiştir. Halen yürürlükte olan Deprem Yönetmeliği 18 Mart 2018 tarihinde resmi gazetede yayınlanmış ve 1 Ocak 2019 tarihinde yürürlüğe girmiştir (AFAD, 2019).

Afet risklerinin doğru yöntemler ile belirlenmesi ve riskin azaltılmasına yönelik kaynakların uygun kullanımı özellikle maliyet açısından önemli bir husustur. Tablo 4'te Dünya'da afet riski azaltma çalışmalarında değerlendirme yöntemlerinden Maliyet/Fayda (M/F) analizi gibi uygulamaların planlama sürecine dahil edilmesi, önlemin alınması veya alınmaması durumunda ortaya çıkabilecek sonuçları daha net ortaya koymaktadır (Tablo 4).

¹1961'de Fethiye (6,3), 1963'de 6.3 Çınarcık, 1964'de 5.7 Tefenni, 6.0 Malatya ve 7.0 Manyas, 1965'de 5.7 Denizli, 1966'da 5.6 ve 6.9 Varto, 1967'de 6.8 Mudurnu, 1967'de 5.9 Pülümür, 1968'de 6.5 Bartın, 1969'da 5.9 Karaburun, 1970'de 7.2 Gediz, 1971'de 5.9 Burdur ve 6.8 Bingöl

Tablo 4. Dünya’da afet riski azaltma çalışmalarının birkaç örneği (Merchler, 2005).

Afet türü ve Uygulama	Olası /Gerçek Fayda	Sonuç
Vermeiren vd. (1998): Kasırga riski azaltma projesi, hipotetik değerlendirme. Dominik limanları ve Jamaika’daki okulların güçlendirilmesine yönelik değerlendirme yapılmıştır.	Yıllık kaçınılan, olası her bir kasırga sonrasında yeniden inşa maliyetleri.	M/F: 2.2-3.5
Venton (2004): Birbirini tetikleyen afet risklerinin azaltılması. Hindistan’da zincirleme gerçekleşen afet risklerinin azaltılması amacıyla uygulama sonuçları ve hazırlık programlarının değerlendirilmesi.	Doğrudan/dolaylı ekonomik ve sosyal etkilerde düşüş.	M/F: 3.17- 4.58 NBD: 3.7 milyon Rupi
Dünya Bankası (1996): Sel riski azaltma. Arjantin’de sel felaketine karşı önlem projesi değerlendirilmiştir. Sele karşı bölgede önleyici setlerin inşası, il/ulusal düzeydeki kurumların afet yönetiminde güçlendirilmesini kapsamaktadır.	Selin yerleşimler üzerindeki doğrudan olumsuz etkilerini azaltma, tahliye ve yeniden yapılaşma harcamaları.	İKO: yüzde 20,4
Dedeurwaerdere (1998): Sel riski azaltma. Sele karşı Filipinler’de afet önleme çalışmalarının değerlendirilmesi.	Doğrudan kaçınılan ekonomik etki, maliyet.	M/F oranı: 3.5 – 30
IFRC (2002): Tayfun riski azaltma projesi. Vietnam sahil bölgelerinde gerçekleşen kuvvetli rüzgar ve tayfunlara karşı ağaçlandırma çalışmasının değerlendirilmesi	Önleyici setlerin maliyeti ve bölge bakım masraflarından kazanç.	M/F: 5,2 YNF: 7,2 milyon Amerikan Doları
Merchler (2004): Sel riski azaltma projesi. Sele karşı Piura’da (Peru) polder sistemi ön değerlendirme fizibilite çalışması.	Doğrudan/dolaylı ekonomik ve sosyal etkilerde düşüş.	M/F oranı: 3.8 NBD: 268 milyon Soles

Ülkemizde afet riskinin azaltılması açısından yüksek kalkınma ve kentleşme oranlarına uygun, kısa vadeli siyasi beklentilerden etkilenmeyen, tutarlı ve istikrarlı bir politika izlemek mümkün değildir. Deprem gerçeğini akılda tutacak genel bir kalkınma politikası ve etkin bir test sistemi geliştirmek mümkün değildir, birçok deprem yaşayan ülkemizde imar ile ilgili tüm kanunlarda bu konuya değinilmelidir. Yasal boşluklardan veya kontrol eksikliğinden yararlanarak inşa edilen yasadışı çok katlı binalar ülkenin geleceğini tehdit etmektedir. Bugüne kadar çıkarılan kanunlar, afet yönetimini henüz yurt dışında uygulanan afet yönetim sistemleri kadar etkin bir şekilde sağlayamamış, ancak afet sonrası kurtarmaya rehberlik etmede daha fazla çalışma sağlanmıştır. Türkiye’nin doğal afetlerle yaşamayı öğrenmesi, doğal afetlerle başa çıkma gücünü ve kültürünü geliştirmesi ve en az hasarla atlatılması gerekmektedir. Bu aşamada afet yönetim sistemi kurulmuş olup, ilgili kanun ve yönetmeliklerin gözden geçirilmesi ve gerekli çalışmaların yapılması gerekmektedir (Balamir, 2000).

3.5. Planlamada Yer Seçimi Kararları ve Depremselliğin Önemi

Depremsellik kavramı, depremleri zamana ve mekâna dağıtmak için kullanılır. İlk depremsellik araştırmalarının Ballore ve Olham tarafından 1911 yılında yapıldığı bilinmektedir. Depremsellik çalışmaları Richter Magnitüd Ölçeğinin ortaya çıkmasıyla genişletilmiştir. Depremler aniden ortaya çıkan, zamanı, yeri ve büyüklüğü belirsiz bir afettir. Bununla birlikte günümüzde geliştirilen bazı mühendislik çalışmaları fay hatları üzerinde sismik enerjiyi ve kümülatif hareketleri belirleyerek veya istatistiksel yöntemlerle geçmiş depremlerin tarihini, yerini ve büyüklüğünü tespit etmek mümkündür. İstatistiksel modeller geliştirilerek inşa edilen veya yapılacak yapılar için bu bilinmezliklerin ortadan kalkması mümkün hale gelmiştir (Celep ve Kumbasar 1996).

Kentsel Planlama, Bir bölgenin ekonomik, sosyal ve maddi geleceğin inşasına göre bu bölgenin yerleşimlerini şekillendirmek için öngörü ve tasarımı içeren çalışmalar bütünüdür. Yerleşim planları hazırlanırken arazinin afetlerden ve gerekli çevre koşullarından korunacak şekilde kullanılmasına özen gösterilmelidir. Ülkemizde öncelikli olarak depremsellik ve her türlü afetle mücadele merkezini kentsel planlar oluşturmaktadır. Bu çalışmalarda meydana gelen hatalar veya eksiklikler, şehirlerimizde olası bir depremi afete dönüştüren en önemli unsurlardır.

Depremin doğası gereği kent planlama çalışmalarının bağımsız değişkenlerin de yer alan girdilerindendir. Her yerleşmenin bulunduğu alanın yapısı gereği karşı karşıya olduğu deprem riskin düzeyini belirlemek mümkündür. Deprem sırasında sarsıntı ile açığa çıkan enerjinin yoğunluğu, depremlerin yerleşmeler üzerindeki etkisini yansıtır. Doğal afetlere karşı alınabilecek tedbirler, olayın boyutunu ve hasarın büyüklüğünü etkileyecektir. Tüm dünyada olduğu depremler ülkemizde de ölüm, yaralanma, ekonomik kayıp ve yapısal hasarlara sebep olmaktadır. Deprem sonrası binaların yanı sıra taşıyıcı yapılarda, elektrik, içme suyu, doğalgaz, kanalizasyon gibi altyapı elemanları ile yollar, köprüler, tüneller, limanlar, iskele, baraj vb. teknik altyapıda hasar meydana gelebilmektedir.

Bu hasar yana kayma, yere batma, devrilme veya tamamen çökme şeklinde kendini gösterebilmektedir. Yerel zemin koşulları dikkate alınarak tasarlanan yapılar ortaya çıkabilecek sivilaşma, zemin büyütme, taşıma gücü kaybı, yanal yayılma gibi yapı sorunları engellemektedir. Bu amaçla mühendislik yapıların inşa edileceği alanlarda gerekli ve yeterli saha etütlerinin yapılması ve risk altındaki bölgelerin tespitine yönelik çeşitli analitik çalışmaların yapılması gerekmektedir. Sismoloji (jeofizik), jeoloji ve geoteknik gibi disiplinler arası iş birliği gerektiren çalışmalar, kentsel planlamada arazi kullanımına önemli ölçüde katkı sağlamaktadır (Çevikbilen vd., 2008)

Kentsel planlama ve afet yönetimi konusunda alınması gereken önlemler göz önüne alındığında, ilk yapılması gereken, gelişmenin tamamen veya kısmen kısıtlanacağı alanların belirlenmesidir. Planlayıcılar, farklı derecelerde riskleri değerlendiren risk haritaları oluşturup yüksek riskli yerleşim alanlarını sınırlandırılmalıdır. Sanayi, petrol tesisleri gibi yüksek riskli ekonomik faaliyet alanlarının konumuna dikkat edilmelidir. Nüfusun ve ekonomik faaliyetlerin yüksek riskli bölgelerde yoğunlaşmasından kaçınılmalıdır. Felaketin etkisinin, özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki büyük kentler başta olmak üzere, bu nüfus ve ekonomik faaliyetlerin yoğun olduğu bölgelerdeki felaketler yalnızca çok sayıda insana zarar vermekle kalmayıp, ülke ekonomisine de ciddi zararlar vermektedir. Özellikle metropollerde yerleşim yerlerinin nüfus dağılımı ve ticari faaliyetlerin dengeli dağıtılması afet zararlarını azaltacaktır.

Uygulama imar planlarından bölgesel planlara kadar tüm ölçeklerde ulaşım sistemi deprem riski düşünülerek planlanmalıdır. Ulaşım sisteminde meydana gelebilecek aksaklıklar sadece maddi hasara değil, kurtarma çabalarını durduracak veya kesintiye uğratabilecek büyük boyutlu problemlere yol açabilmektedir. Öte yandan kentte kara, hava ve demiryolunu kapsayan ulaşım ağının çökmesi, üretim, işgücü, hammadde, finans gibi faktörlerinin durdurulmasına ekonomiyi zayıflatacaktır. Afet riski olan bölgelerde alternatif ulaşım güzergahları ve destekleyici kentsel kullanımlar planlanmalıdır. Her bölgede güçlü bir haberleşme sistemi kurulmalıdır. Ayrıca kurum ve kuruluşların koordineli çalışması planlanmalıdır.

Hazırlık süreci afet bilincinin kazanılması ve erken uyarı sisteminin geliştirilmesi için önemli bir aşamadır. Bir diğer çalışma bölgesel enerji tedarik sisteminin planlanmasıdır. Afet sonrası enerji kesintilerini engelleyerek yaşamsal faaliyetlerinin devamlılığı sağlanmalıdır. Enerji tedarik sistemi düzenlenmeli ve alternatif enerji kaynakları belirlenmelidir. Afet eğitimi veren, acil durum ve afet risk yönetim merkezleri şehir ve bölge düzeylerinde planlanmalıdır. Bu tür birimler, olağandışı koşullar altında belirli kritik malzeme ve ürünleri tedarik etmekten sorumludur.

Her kent için özel acil durum afet yönetim planı geliştirilmelidir. Eylem planları, afet öncesi için erken uyarı ve hazırlık sürecini afet sonrası için tahliye planlarını içermelidir. Tahliye güzergâhı ve tahliye araçları belirlemeli, toplanma ve geçici yerleşim alanlarının yer seçimi noktasal olarak planlarda tanımlanmalıdır. Mikrobölgeleme çalışmaları yapılmalı ve deprem senaryoları hazırlanmalıdır. Özellikle yerleşim birimlerinin ölçeği hesaplanmalı ve hangi büyüklükte meydana geleceği belirlenmelidir. Bu bağlamda sismoloji (jeofizik) biliminden yararlanılmaktadır (Uzunçibuk, 2005).

Kentsel yerleşim ve sanayi bölgelerinde sismik risklerin belirlenmesi yönelik mikrobölgeleme haritaları hazırlanmaktadır. 1. ve 2. derece deprem riskli alanlar için mikrobölgeleme haritaları küçük ölçekli diğer haritalardan farkı olarak detaylı bilgi içermelidir. Bu tür haritalar uygulama planlarının temelini oluşturan, deprem sonrası sivilaşma gibi birlikte meydana gelmesi muhtemel afet türleri ve küçük alanların deprem şiddetindeki olası değişimleri gibi detaylı bilgiler içermektedir. Afet planlaması, yapıların fiziksel formları ve yol geliştirmeleri ölçeğinde hem binaların yoğunluğu hem de zemindeki konumları açısından afet unsurlarını bünyesinde barındırmaktadır (Cezayirli, 1994).

Afet planlaması, arama ve kurtarma çalışmalarında elverişli fiziksel bir ortam yaratmak için yapıların fiziki formu, her ölçekteki yol düzenlemeleri, yapı yoğunluğu tespiti gibi önlemler fiziki çevreyi afete dayanıklı hale getirecektir. Depremi oluşturan yer hareketi parametrelerinin maksimum seviyelerinin belirlenmesine ve zemin sivilaşması, heyelan, su baskını gibi ikincil etkilerin limitlerinin belirlenmesine olanak sağlayan deprem senaryoları hazırlanmalıdır (Uzunçibuk, 2005).

3.6. Deprem Tehlike Analizi

Depremin yer yüzeyindeki etkileri depremin şiddeti olarak tanımlanır. Deprem şiddeti/büyüklüğü ölçmede birçok ölçek geliştirse de en yaygın olarak kullanılan Mercalli Şiddet Ölçeğidir (MMI). Şiddet; Güncellenmiş Mercalli ölçeğinde I-XII arasındaki Roma rakamlarıyla tanımlanır (Tablo 5). Bu ölçekte, daha büyük sayılar daha fazla hasarı göstermektedir.

Tablo 5. Mercalli Şiddet Ölçeğine bir depremin şiddetini belirleyen ölçütler (Sevilgen, 2006).

I.	Neredeyse hiç hissedilmez.
II.	Yapıların üst katlarında hissedilir.
III.	Genellikle insanlar sarsıntının deprem kaynaklı olduğunu fark edemez. Yapıların üst katlarından hissedilebilir. Başlama ve bitişi hissedilebilir.
IV.	Yapı içinde herkes tarafından ve dışarıda bulunanların ise çok azı sarsıntıyı hissedebilir. Sarsıntının etkisi ile kapılar, pencereler ve sabitlenmeyen diğer ağır eşyalar titreşime geçer, çatırtı sesleri duvarlardan gelebilir.
V.	Neredeyse herkes tarafından hissedilir ve gece vakti çoğu insanı uykusundan uyandırır. Pencereler ve tabaklar kırılabilir, dengesiz nesneler devrilir.
VI.	Herkes tarafından hissedilir. Sıvalarda dökülme gözlemlenebilir ve sabitlenmeyen mobilyalar hareket edebilir.

Tablo 5. (Devamı)

VII. Neredeyse hiç hissedilmez.
VIII. Yapıların üst katlarında hissedilir.
IX. Genellikle insanlar sarsıntının deprem kaynaklı olduğunu fark edemez. Yapıların üst katlarından hissedilebilir. Başlama ve bitişi hissedilebilir.
X. Yapı içinde herkes tarafından ve dışarıda bulunanların ise çok azı sarsıntıyı hissedebilir. Sarsıntının etkisi ile kapılar, pencereler ve sabitlenmeyen diğer ağır eşyalar titreşime geçer, çatırtı sesleri duvarlardan gelebilir.
XI. Neredeyse herkes tarafından hissedilir ve gece vakti çoğu insanı uykusundan uyandırır. Pencereler ve tabaklar kırılabilir, dengesiz nesneler devrilir.
XII. Herkes tarafından hissedilir. Sıvalarda dökülme gözlemlenebilir ve sabitlenmeyen mobilyalar hareket edebilir.
XIII. Yapı kalitesi yüksek binalarda göz ardı edilebilir bir hasar oluşurken, binanın yaşı, malzeme kalitesi ile orantılı olarak sıradan bir yapı için orta ölçüde veya hafif hasar gözlenebilir. Malzeme kalitesi ya da tasarım açısından kötü ve eski eski binalarda ağır hasara neden olabilmektedir.
XIV. Yapı kalitesi, yaş vb. faktörler kıyas alınarak iyi durumdaki yapılarda hafif, normal yapılarda orta, zayıf yapılarda ise büyük hasara yol açabilmektedir.
XV. Normal yapılarda ağır hasar oluşur. Temellerinden kayan binalar ve yer yer yıkılmalar gözlemlenir.
XVI. Demiryolları hareket eder ve eğilir. Yapı kalitesi iyi olan ahşap yapıların bazıları yıkılırken, orta kalite kafes ve taş yapılar temelleri ile büyük bir çoğunluğu yıkılır.
XVII. Yapı kalitesi yüksek bazı sağlam yapılar dışındaki orta ve kötü tüm yapılar yıkılır. Demiryollarının büyük bir kısmı bükülür ve eğilir.
XVIII. Bütün yapılar yıkılır. Ufuk çizgisi oynak bir yüzeye dönüşür. Nesneler havada uçar.

Büyüklik kavramı ve ölçüm yönteminin dünya çapında geniş bir kullanım alanına sahip olduğu iyi bilinmesine rağmen, bu ölçekleme tekniğinin bir depremin büyüklüğünü ölçmek için kullanılması tutarsızlıklara ve yanlış yorumlamalara yol açabilmektedir. Deprem merkez üssünden uzaklaştıkça depremlerden kaynaklanan yapısal hasar azalmakta ve aynı deprem için farklı losyonlarda farklı büyüklük değerleri alınabilmektedir. Ancak binalara ve diğer yapılara verilen hasar, esas olarak bu yapıların bulunduğu zeminin özellikleri, inşaatta kullanılan malzemelerin kalitesi ve yapı tipi ile ilgilidir. Bu alandaki binaların hasar oranlarına bağlı olarak, farklı alanlar için farklı şiddet değerleri kafa karıştırıcı olabilmektedir. Sert kayaç üzerine inşa edilen yapılar, genellikle yumuşak zemin üzerine inşa edilen yapılara göre daha az hasar almaktadırlar. Hasar hesaplamaları subjektif olduğundan, rapor edilen popülasyonlara göre de değişiklik gösterebilmektedir.

Bu nedenle, bölgedeki bir depremin genel etkisini anlamak için genellikle yoğunluk haritaları çizilmektedir. Depremleri ölçmenin bir diğer yöntemi ise depremle oluşan enerji miktarını hesaplayan bir tekniktir. Bir sismometre tarafından kaydedilen depremlerin büyüklüğüne bakılarak, o depreme magnitüd denilen bir büyüklük atanabilir. Magnitüd, deprem tarafından salınan enerjinin bir ölçüsüdür. Deprem büyüklüğünü belirtmek için farklı magnitüd türleri kullanılmaktadır.

- Cisim dalgası magnitüdü (Mb): S ve P cisim dalgalarının genliği kullanılarak hesaplanan değerlerdir.
- Yüzey Dalgası Magnitüdü (Ms): Yüzey dalgalarının genliği kullanılarak hesaplanan değerlerdir.
- Moment magnitüdü (Mw): Sismik Moment kullanılarak deprem anında ortaya çıkan enerjinin büyüklüğü hesaplanır.
- Lokal magnitüd (ML): Sığ, küçük ve yakın depremler için kullanılır (Elmas, 2020).

Modern sismolojide, magnitüd değeri, Richter ölçeği olarak bilinen ve 0 ile 8,6 arasında değişen bir değer verme tekniği kullanılarak bulunmaktadır. Çok küçük depremlerin negatif magnitüdüleri vardır ancak bunlar nadir olarak raporlanır. Şimdiye kadar ölçülen en büyük deprem 8.6 büyüklüğünde olmuştur (Tablo 6). Küçük depremler, dünyadaki büyük depremlere oranla çok daha fazla meydana gelmektedir (Özcep, 2016)

Tablo 6. Dünya’da meydana gelen depremlerin yıllık oluşum sayısı (KOERI, 2017).

Büyüklük	Yıllık Ortalama
Çok Çok Hafif: 1 – 2	8,000
Çok Çok Hafif: 2 – 3	1,000
Çok Hafif: 3 – 3.9	49,000
Hafif: 4 – 4.9	6,200
Orta Şiddette: 5 – 5.9	800
Şiddetli: 6 – 6.9	120
Çok Şiddetli: 7 – 7.9	18
Çok Çok Şiddetli: 8 >=	1

Sismik tehlike ve sismik risk sıklıkla karıştırılan terimlerdir. Sismik risk kavramı bir bölgede meydana gelen sismik olayların neden olduğu hasar boyutunun derecesidir. Sismik tehlike ise hasardan çok bölgedeki tektonik yapısı ile bağlantılıdır. Japonya, sismik tehlikesi yüksek bir ülke olmasına rağmen sismik riskin düşük olduğu bir örnektir. Sismik tehlike analizinin amacı, depremlerin neden olduğu belirli bir derecede sarsıntıya dayanabilecek yapılar ve tesisler inşa etmektir. Bu yapıları ve tesisleri güvenli bir şekilde inşa etmek için yapıya ne kadar titreşimin ulaşacağını saptanmalıdır. Sarsıntının derecesi ise yer hareketi parametresi kullanılarak karakterize edilen tasarım hareketi ile belirlenmektedir (İnce, 2005).

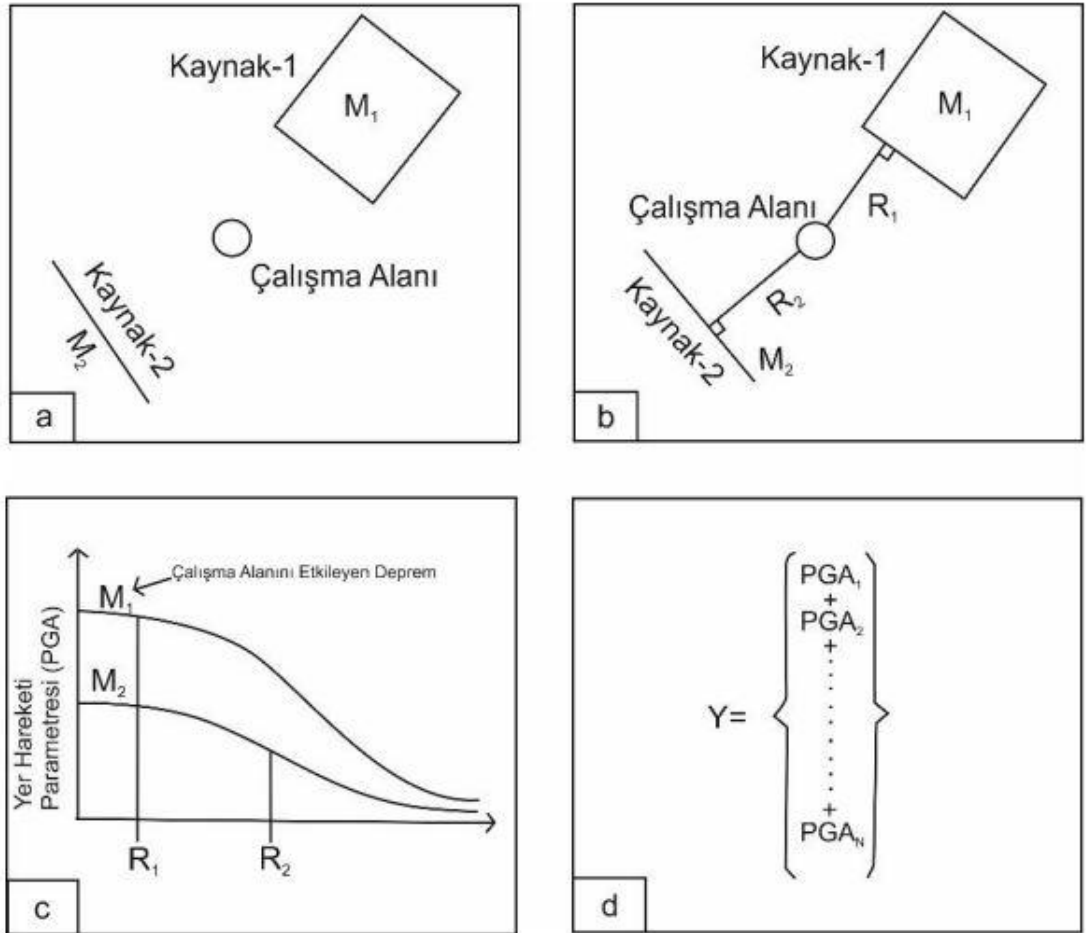
Sismik tehlikeyi belirlemek için yaygın olarak kullanılan iki yöntem vardır. Birincisi, çalışılan alanı etkilemesi muhtemel tüm sismik senaryoların, belirli bir süre için, yıllık fazlalıklarına göre yüksek olasılıkları dikkate alan, sismik risklerin olasılık analizidir. Bu analizle belirlenen tehlike, incelenip değerlendirilmiş zemin koşulları altında, spektral ivme ve en büyük yer ivmesi gibi yer hareketi parametreleri ile tanımlanmaktadır. Deterministik tehlike analizi kullanılan diğer bir yöntemdir. Genellikle bu analiz olasılıksal çalışmalardan sonra yapılır. Bunun nedeni, deterministik hesaplamada kullanılan senaryonun, tehlike analizinde kullanılan birleşik deprem kaynakları arasından belirli bir alana zarar verme potansiyeli en büyük deprem kaynağının seçilmesiyle elde edilmesidir. Bu analizle zeminde kuvvetli yatay hareket ivme kayıtları veya yer hareketi parametresi elde edilebilmektedir (Erdik vd., 2006).

3.6.1. Deterministik Deprem Tehlike Analizi

Deterministik deprem tehlike analizinde, çalışma bölgesini en fazla etkileme potansiyeli olan diri faylar belirlenir. Bu fayların maksimum üretebilecekleri deprem büyüklükleri ve çalışma alanına olan uzaklığı tespit edilir. Bölgede en şiddetli depremin yaratabileceği yer hareketi parametreleri (ivme, şiddet, hız vb.), azalım ilişkileri kullanılarak hesaplanır.

Deterministik yöntemde, herhangi bir zamanda oluşabilecek depremlerin yinelenme periyotları dikkate alınmadan yalnızca en büyük deprem büyüklükleri hesaplamaya dahil edilir ve tehlikenin boyutu deprem kaynağının ortaya çıkaracağı yer hareketi düzeyi ile değerlendirilir. Deprem araştırma çalışmalarında ilk zamanlardan bu yana deprem mühendisleri tarafından sismik tehlike analizlerinde kullanılan yöntemlerdendir. Deprem senaryoları hazırlanırken bu yöntem genellikle beklenen depremlerden en fazla zararı verebilecek depremlerin seçilmesi şeklindedir. Deterministik risk analizi dört adımdan oluşmaktadır (Kramer, 1996; Yılmazoğlu, 2015).

- İlk olarak, çalışma alanında önemli yer hareketine neden olabilecek tüm sismik kaynaklar belirlenmeli ve tüm özellikleri (kaynak geometrisi, konum, derinlik vb.) analiz edilir.
- İkinci basamakta, sismik kaynakların çalışma alanına olan uzaklıkları belirlenir. Alanının zemin özellikleri ile uyumlu azalım ilişkisi bağıntıları kullanılarak üretebilecekleri maksimum yatay yer ivme düzeyleri ve yer hareketleri tespit edilir.
- Üçüncü basamakta, maksimum yatay yer ivmesi ve yer hareketi arasından en şiddetli sarsıntı üretmiş olan deprem seçilir ve genellikle magnitüd şeklinde ifade edilir.
- Dördüncü ve son basamakta, çalışma alanındaki sismik risk, maksimum ivme, maksimum hız vb. şeklinde risk formal olarak tanımlanır (Şekil 1) (Yılmazoğlu, 2015).



Şekil 1. Dört Aşamalı Deterministik Tehlike Analizi (Kramer, 1996).

3.6.2. Olasılıksal (Probabilistik) Deprem Tehlike Analizi

Olasılıksal sismik tehlike analizi ile çalışma alanını etkileyen tüm deprem kaynakları ve alana olan uzaklıkları dikkate alınarak her bir deprem senaryosu için istenilen süre boyunca istenilen aşılma olasılığına dayalı yer hareketi parametrelerinin tahmin edilebilmesi ve sistematik bir şekilde modellenmesi sağlanır. Depremler kaynağa olan uzaklığından, hız, ivme vb. yer hareketi parametrelerine kadar birçok belirsizliğe sahiptir. Bu yaklaşımda belirsizlikler deterministik yaklaşıma kıyasla daha çok nicel olarak hesaba katılır. Cornell (1968) tarafından geliştirilen sismik tehlikenin belirlenmesine yönelik olasılıksal yöntem; belirli bir yerde ve belirli bir zaman diliminde meydana gelen yer hareketinin zarar verme olasılığı olarak tanımlanır ve günümüzde temelde aynı çerçeveyi korumuştur.

Deprem senaryolarında, deprem büyüklüğü, kaynak uzaklığı ve yer hareketinin olası durumu dikkate alınır. Büyük depremlerin yenilenme süreleri ortalama tekrarlanma süresinden daha kısa olması, aşılma olasılıklarına bağlı olarak artmaktadır. Aynı zamanda yenilenme süreleri, ortalama tekrarlanma süresinden daha uzun olduğu durumlar içinde tehlike artmaktadır.

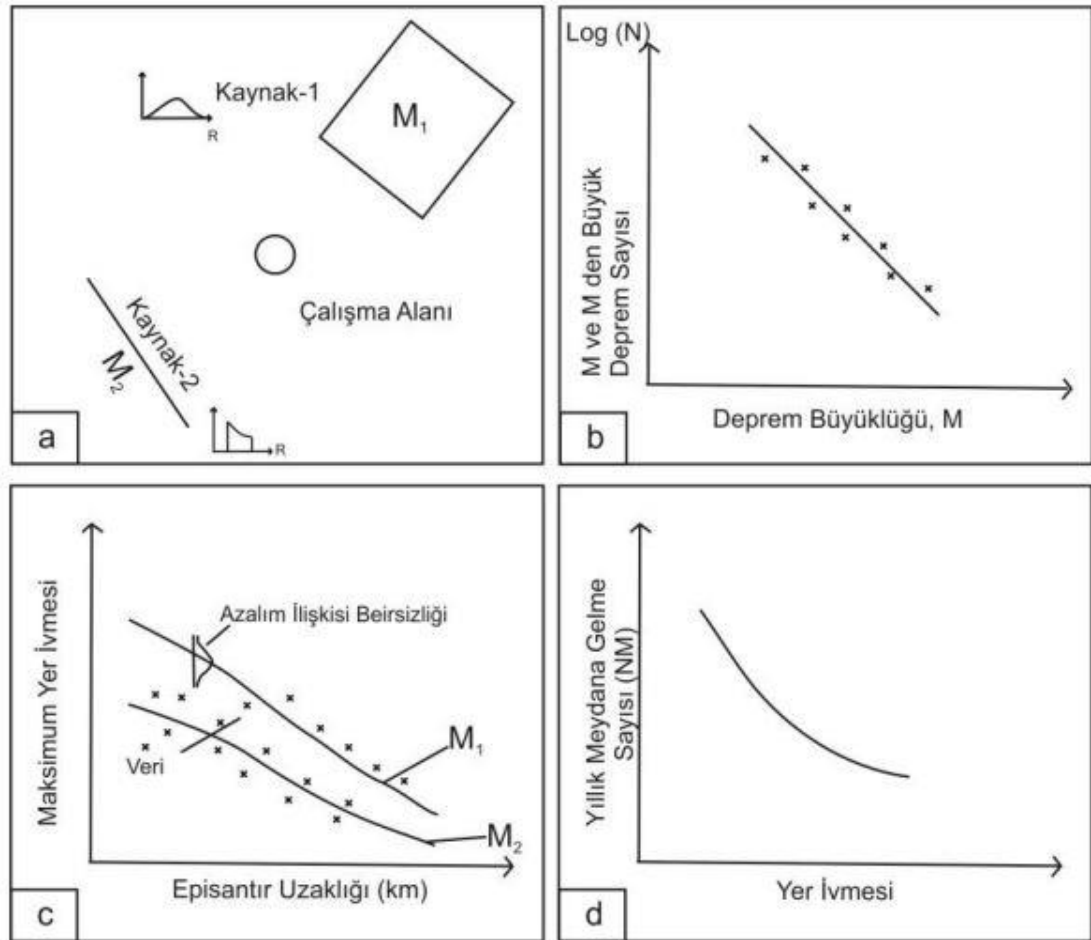
Azalım ilişkilerinde istatistiksel hatalar bu durumun temel nedenidir. Kaynak bölgelerde istatistiki olarak büyük depremler ne kadar artarsa yer hareketlerin oluşma olasılığı da o kadar artmaktadır. Bir diğer ifadeyle, büyüklükleri aynı olsa bile meydana gelebilecek en büyük depremlerde, depremselliği yüksek olan bölgeler için tehlike, deprem aktivitesi düşük olan bölgelere göre fazladır.

Probabilistik deprem tehlike analizinde; deprem kaynağı belirlenmesi, her bir deprem kaynağının oluşum özelliklerinin tespit edilmesi, zaman boyutunda deprem oluşumlarının ve yer hareketinin azalım ilişkilerinin belirlenmesi hesaplamaların temel elemanlarıdır (Erdik vd., 2003).

Olasılıksal (Probabilistik) deprem tehlike analizi dört aşamadan oluşur (Kramer, 1996; Yılmazoğlu, 2015):

- Deprem kayıtlarının toplanıp güvenilir bir deprem kataloğu ile depremselliğin elde edilmesi, deprem kaynağının tespiti ve deprem geometrisinin ortaya çıkarılır.
- Deprem kaynağının frekans-magnitüd ilişkisinin başka bir ifadeyle deprem tekrarlanma periyodunun belirlenir.
- Olasılıksal tehlike analizinde kullanılacak yer hareketi azalım ilişkisi seçilir.
- Belirli bir zaman aralığında yer hareketi parametresinin aşılma olasılığı hesaplanır.

Deterministik deprem tehlike analizi ile aynı olan ilk adım deprem kaynaklarının tanımlanmasıdır. Probabilistik yaklaşımda farklı olarak kaynak fay içindeki potansiyel kırılma (rapture) noktalarının olasılık dağılımı belirlenir. İkinci adımda depremselliğin (magnitüd-frekans ilişkisi) ya da deprem tekrarının zamansal dağılımı ayırt edilmelidir. Deprem oluş sayısı ve deprem büyüklük ilişkisi (yineleme ilişkisi) kurulmalıdır. Üçüncü adımda, her bir deprem kaynak bölgesi üzerinde herhangi bir olası noktada ve bilinmeyen bir boyutta oluşabilecek depremin ortaya çıkaracağı etki tahmini bir ilişki ile belirlenmelidir. Bu tahmini ilişkideki belirsizlikler de dikkate alınmalıdır. Dördüncü adımda son olarak, depremin boyutu, yeri ve yer hareketi tahminindeki belirsizlikler; yer hareketinin belirli bir zaman periyodunda aşılabilme olasılığını tespit etmek için birleştirilir (Şekil 2) (Yılmazoğlu, 2015).

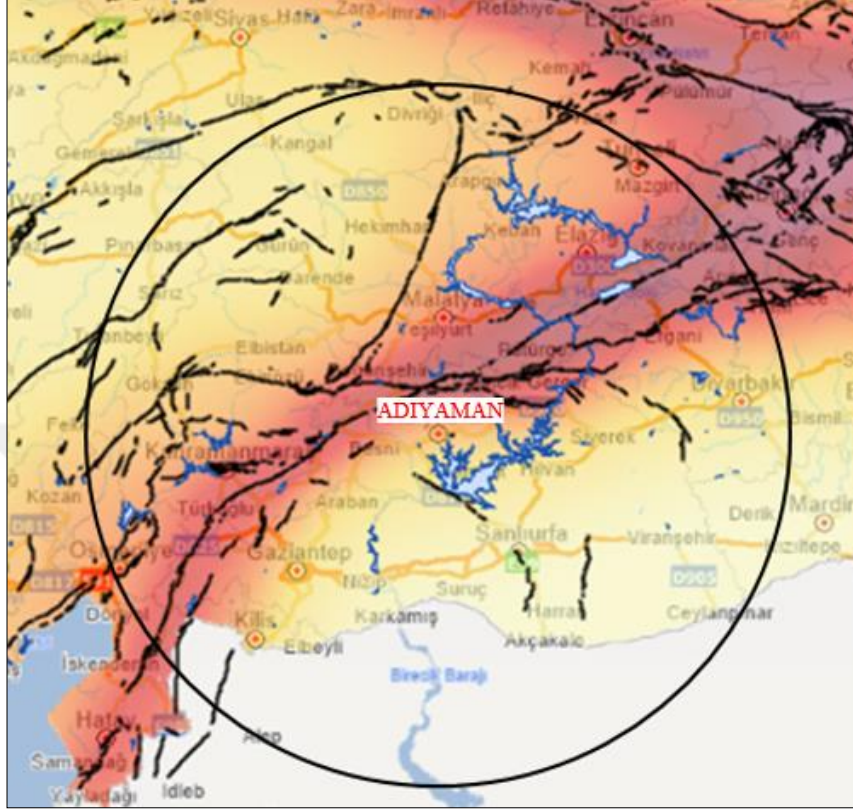


Şekil 2. Dört Aşamalı Olasılıksal Tehlike Analizi (Kramer, 1996).

Olasılıksal Sismik Tehlike Analizinde Yaklaşımlar

Olasılıksal yaklaşımda deprem tehlikesi; Belirli bir zaman periyodunda, depremden etkilenen bir bölgenin herhangi bir noktasında meydana gelebilecek en büyük yatay yer ivmesi, parçacık hızı veya yer değiştirmesi, yüzde olasılık olarak ifade edilmektedir. Depremi rastlantısallığına bağlı olarak farklı olasılık modelleri oluşturulabilir. Optimum olasılık modelleri sorunu, istatistiksel sismolojide her zaman önemli bir konu olmuştur. En yaygın olarak kullanılan model Poisson olasılık modelidir. Bu modelde sismojenik yapılar arasında organik bir ilişkinin olmadığı varsayılmaktadır. Faylar arasındaki fiziksel ilişkiler varsayıldığında, bu ilişkinin boyutuna bağlı olarak Markov, Quasi-Markov, Bayesian, Gumbel I, II ve III olasılık modelleri kullanılmaktadır. Tanımlayıcı ve olasılıksal yaklaşımlar bir arada kullanılarak hibrit çözümler uygulanabilmektedir (Anonim, 2017).

Çalışma bölgesi, Adıyaman ili merkezinden 200 km yarıçap alınarak belirlenmiştir. Çalışma bölgesi ve bölgedeki aktif faylar Şekil 4’de gösterilmiştir.

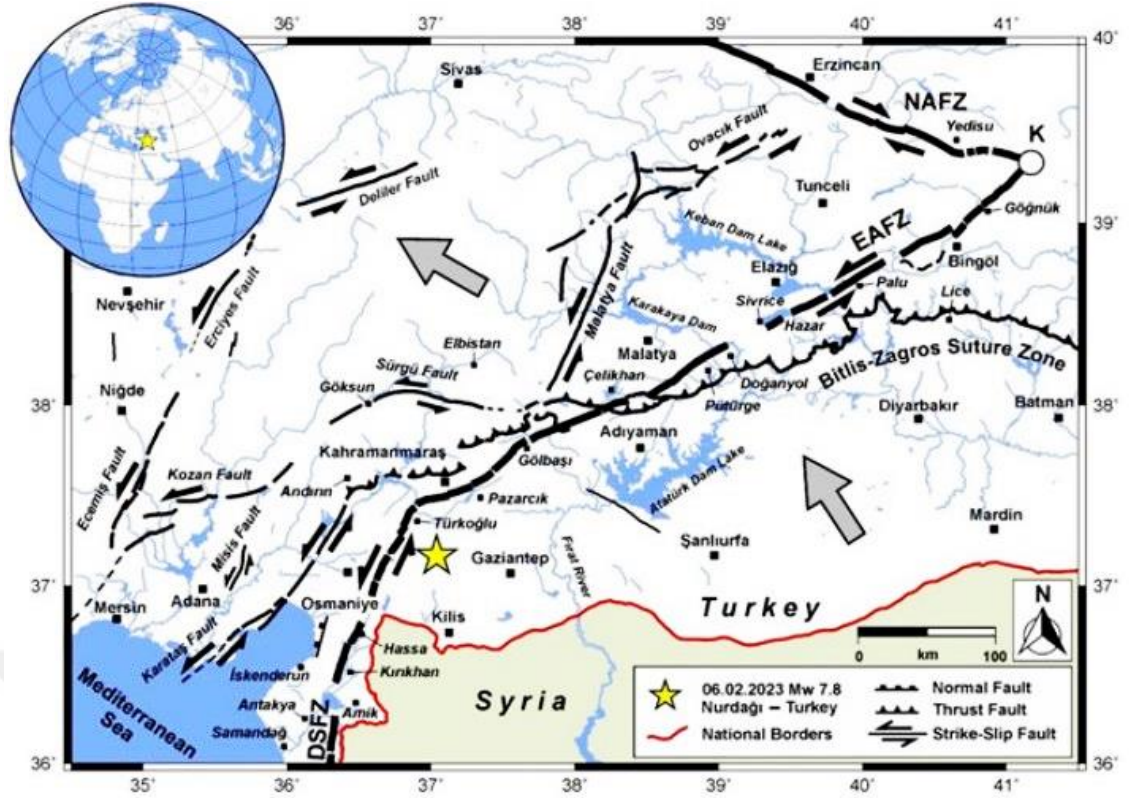


Şekil 4. Çalışma bölgesindeki fay hatları (AFAD, 2023c).

Adıyaman ve Çevresinin Tektonik Yapısı

Çalışma konusu olan Adıyaman ili sismik aktivitenin yoğun olduğu Güneydoğu Anadolu bölgesinde bulunmaktadır. Bu bölge, Anadolu ve Arap Plakası arasındaki sınırı oluşturan Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ), Güneydoğu Anadolu Bindirmesi (GAB) ve Ölü Deniz Fay Zonu (ÖDFZ) ile çevrilidir (İmamoğlu ve Çetin, 2007). Türkiye'deki en önemli fay zonlarından biri olan DAFZ, ~580 km uzunluğunda olup Hatay'dan Bingöl Karlıova'ya kadar devam etmekte ve burada KAFZ ve Varto Fay zone ile birleşerek Karlıova üçlü eklemeni oluşturmaktadır (McKenzie, 1972; Herece ve Akay, 1992; Nalbant vd., 2002; Aksoy vd., 2007; Kayın ve İşseven, 2018; Kayın, 2019).

DAFZ, kuzey-doğu ucunda KAFZ ile birlikte Karlıova (Bingöl) üçlü birleşmesinden başlayarak Adıyaman ili ve çevresini etkilemektedir. Antakya bölgesindeki güney ucunda ise ÖDFZ ile birleşmektedir. DAFZ, Karlıova-Antakya arasında KD-GB genel uzanımında ülkeyi kat eden, sol yanal doğrultu atılımlı bir fay zonudur (Şekil 5) (Emre vd, 2013; 2018).

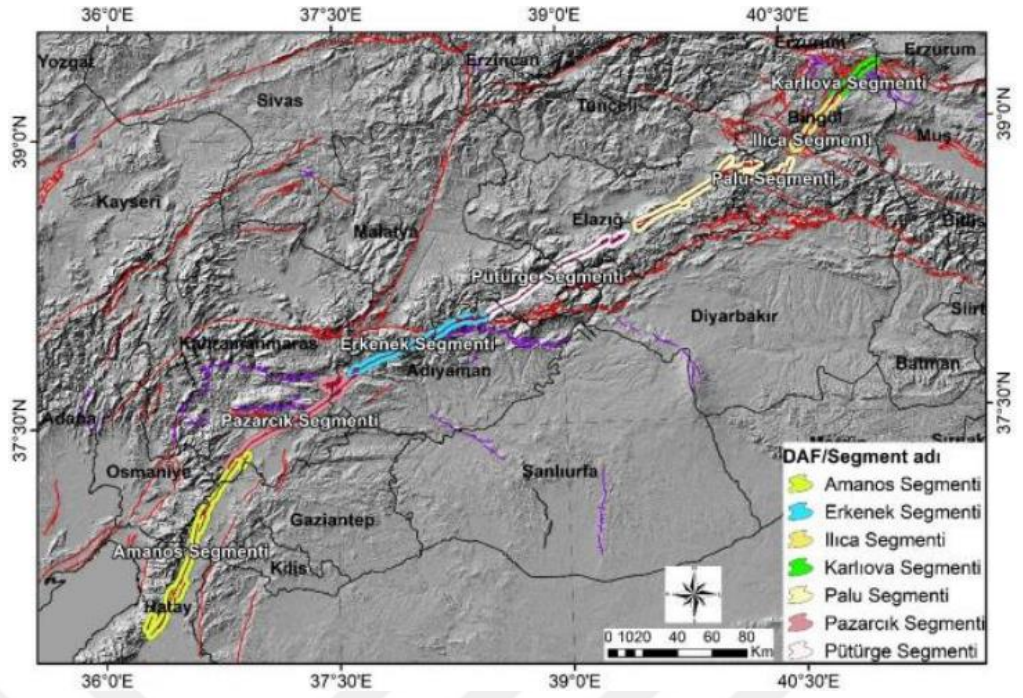


Şekil 5. Doğu Anadolu Fay Zonu üzerinde bulunan Adıyaman ili ve çevresinin coğrafi konumu (Şaroğlu vd., 1992a;b; Duman ve Emre, 2013; Taymaz vd., 2021).

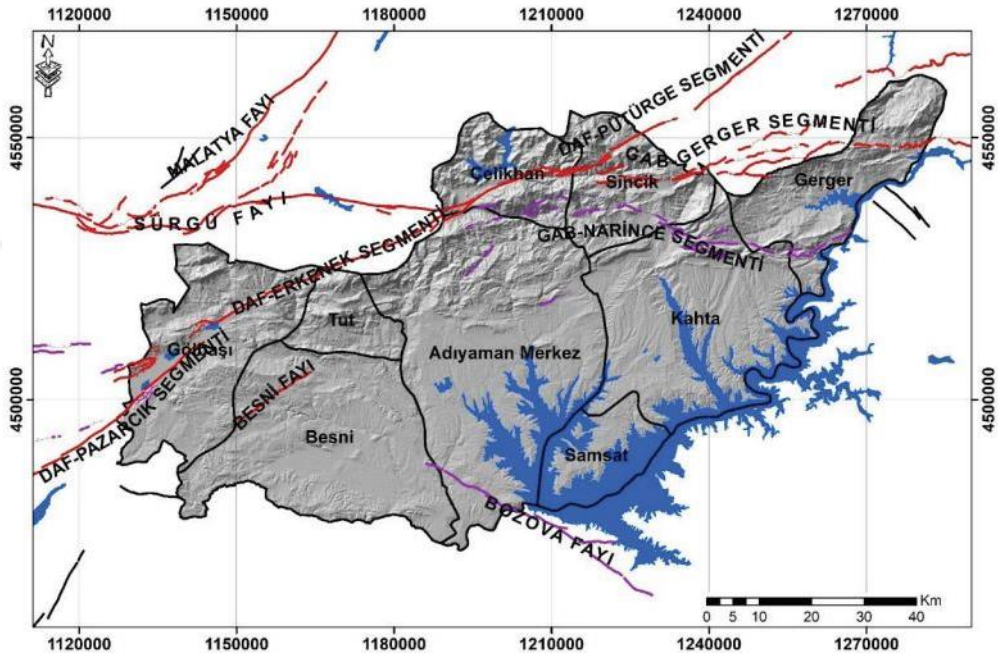
Doğu Anadolu Fayı, tek bir zon halinde Karlıova birleşim noktasından başlayarak Çelikhan'ın batısına kadar uzanmaktadır. Buradan güney ve kuzey olarak iki kola ayrılır. Güneydeki kol, Karlıova ile Antakya Kuzeydoğudan Güneybatıya doğru Karlıova, Palu, Ilıca, Erkenek, Palu, Pütürge, Amanos ve Pazarcık olarak yedi fay segmentine ayrılmaktadır (Şekil 6a). Kuzey kol ise Çelikhan ile İskenderun Körfezi arasında Kuzeydoğudan Güneybatıya doğru, Sürgü, Göksun, Çardak, Misis, Savrun, Çokak, Toprakkale, Karataş ve İskenderun olarak dokuz fay segmentine ayrılır (Emre vd., 2013; 2018).

İskenderun Körfezi üzerinden Doğu Anadolu Fayının kuzey kolu Misis/Girne zonuna bağlanır. Güney kolu ise Karasu tektonik çöküntü bölgesinden Ölüdeniz fay zonuna bağlanmaktadır (Emre vd., 2013; 2018).

DAFZ, birbirinden sıçrama veya aşmalarla ayrılan segmentlerden Palu-Hazar Gölü Segmenti Elazığ ve çevresini, Gölbaşı-Türkoğlu Segmenti Kahramanmaraş ve çevresini, Hazar Gölü-Sincik Segmenti Malatya ve çevresini, Çelikhan-Erkenek Segmenti Adıyaman ve çevresini direkt olarak etkileyecek depremleri oluşturma potansiyeli sahiptir (Şekil 6b) (Duman ve Emre, 2013).



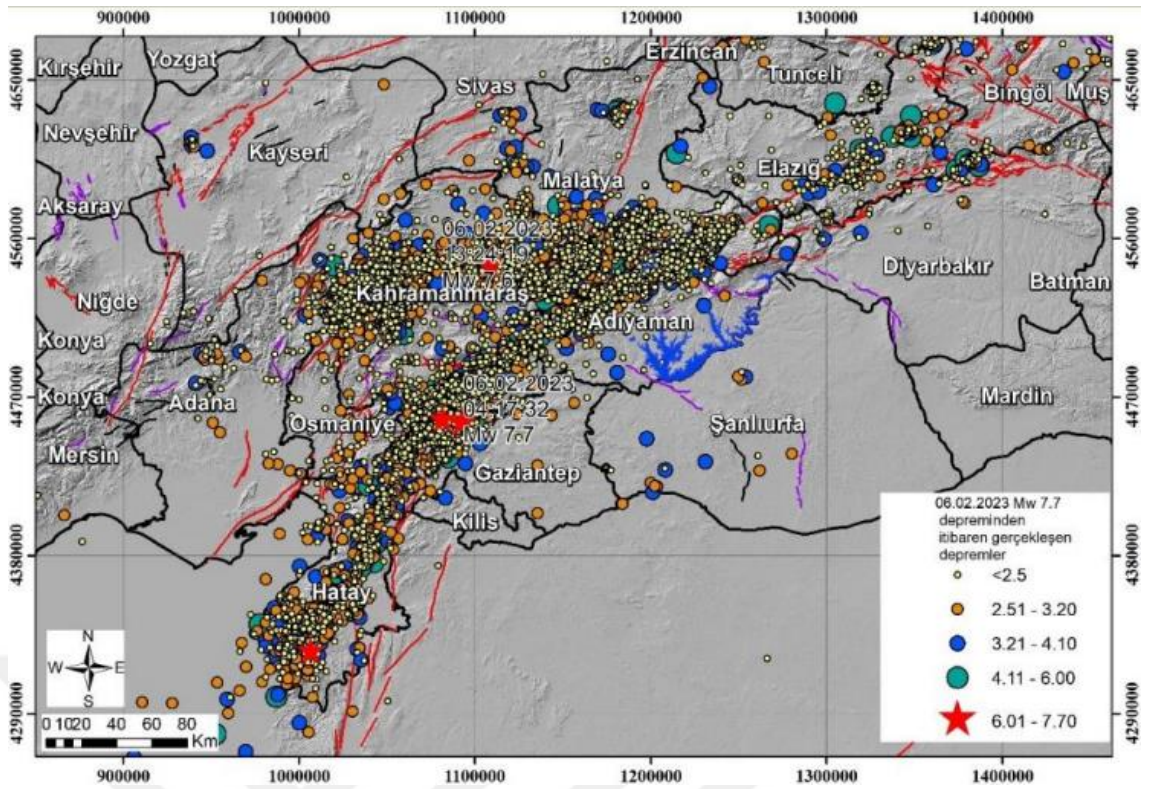
(a)



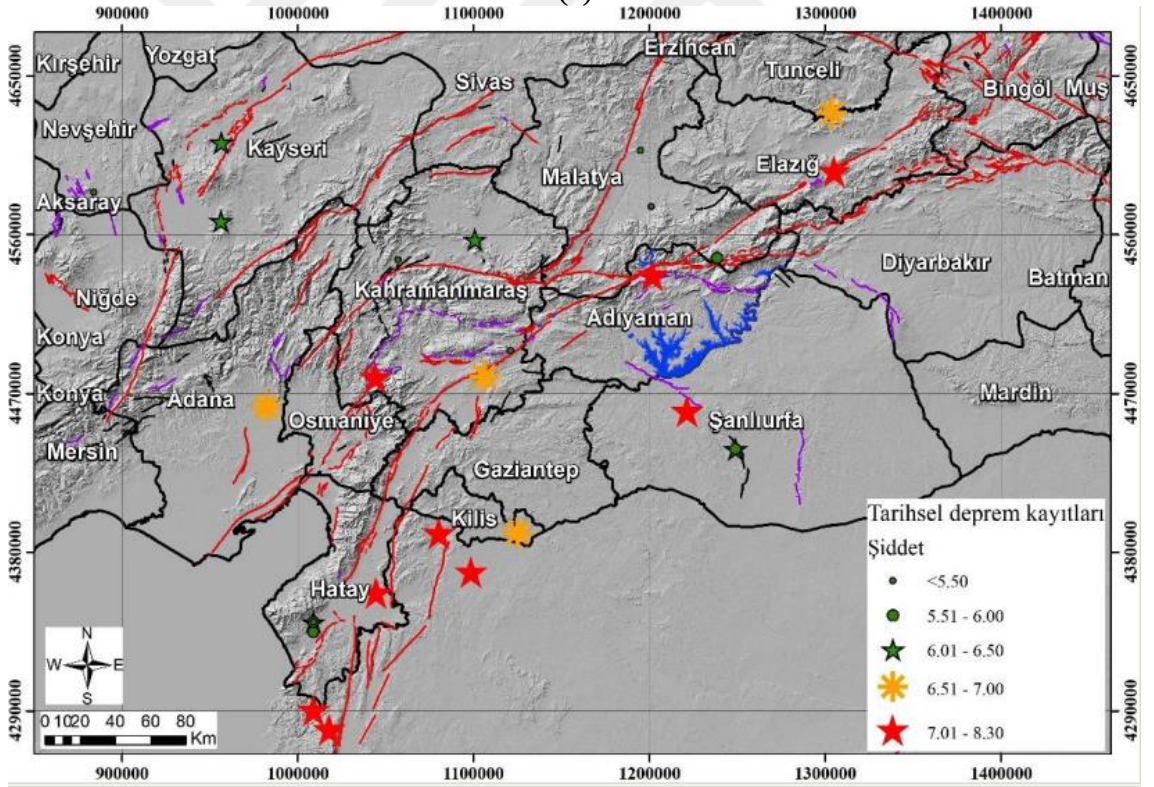
(b)

Şekil 6. Doğu Anadolu Fay hattı ve Segmentleri (a), Adıyaman ili ve çevresi aktif fay hatları (b) (Emre vd., 2013).

Bölgedeki yoğun sismik aktiviteye rağmen faylar üzerinde bulunan sismik boşluklar nedeniyle (Şekil 7) kuzeyde bulunan DAFZ, BZKK ve batıdaki ÖDFZ boyunca, önümüzdeki yüzyıl içinde farklı dönemlerde meydana gelen depremlere benzer depremlere maruz kalabileceği öngörülmüştür (İmamoğlu ve Çetin 2007; Doğruyol, 2021).



(a)



(b)

Şekil 7. Adiyaman ili ve çevresi 20 Mart 2023 tarihine kadar bölgede gerçekleşmiş olan depremler (a), Adiyaman ili ve çevresi tarihsel deprem kayıtları (b) (Baştürk, 2016; Tekin ve Akcan, 2023).

1964 yılı Sincik depremi ($M_w=6.0$) ve 02 Mart 2017 tarihli Samsat-Kızıllöz ($M_w=5.5$) depremi Adıyaman ilinin Merkez üssü olduğu depremlerdir. Adıyaman ve çevresinde bu fayda son yüzyılda gerçekleşmiş en önemli depremler: 1513 Kahramanmaraş/Pazarcık depremi, 1822 Kahramanmaraş depremi, 1866 Karlıova depremi, 1872 Antakya, 1874 Gezin depremi, 1875 Sivrice depremi, 1893 Çelikhane depremi, 1905 Pütürge depremi, 1971 Bingöl depremi, 1977 Palu depremi, 1986 Sürgü depremi, 1964 Sincik/Adıyaman, 1998 Ceyhan depremi, 2003 Bingöl, 2010 Sivrice/Elazığ, 2020 Sivrice/Elazığ, 2023 Pazarcık/Kahramanmaraş, 2023 Elbistan/Kahramanmaraş, 2023 Nurdağı/Gaziantep, 2023 İslahiye /Gaziantep, depremleri olarak sıralanabilir (Şekil 7) (Tekin ve Akcan, 2023).

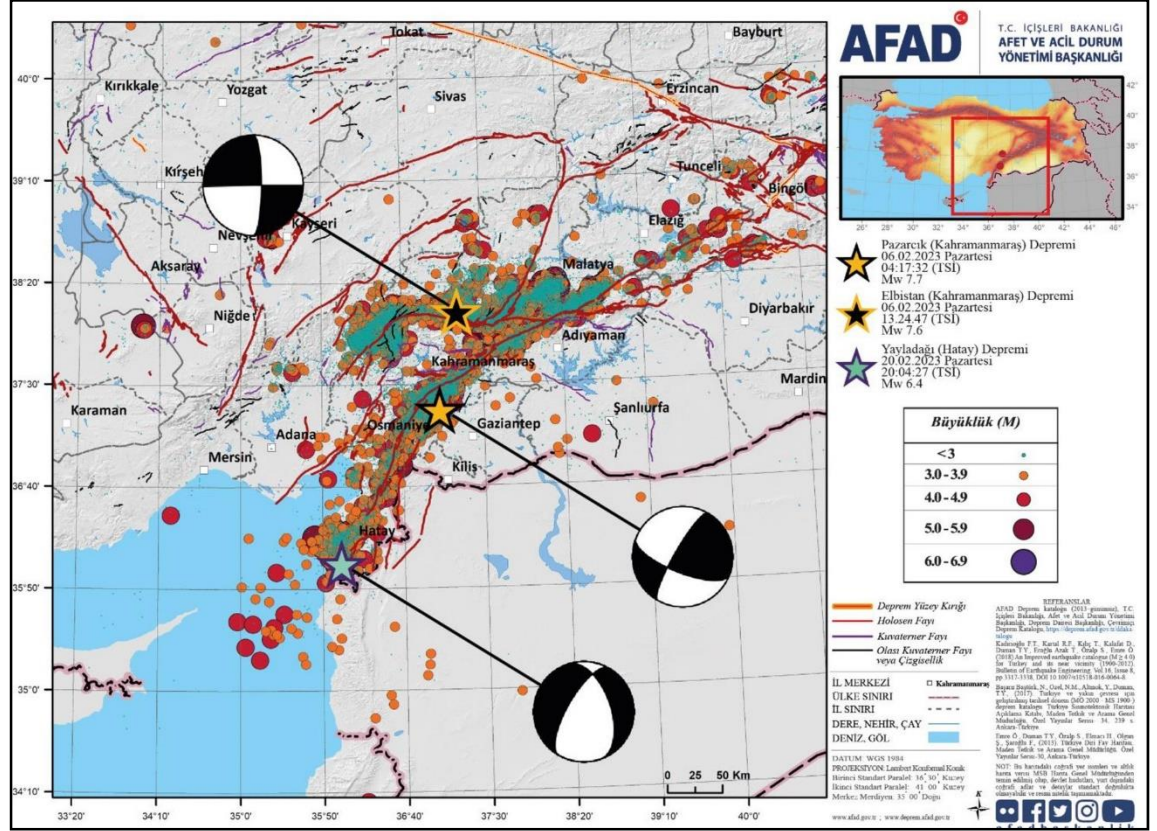
2020’de meydana gelen $M_w=6.8$ Elazığ depremi sonrasında ise yapılan çalışmalarda Doğu Anadolu Fay Zonunun gerçek sismik potansiyeli tartışılmaya başlanmış, 6 Şubat 2023 tarihli $M_w=7.7$ Kahramanmaraş-Pazarcık ve 9 saat sonraki $M_w=7.6$ Kahramanmaraş-Elbistan depremleri ise fayın etki alanı ve yıkıcılığını boyutlarını ortaya koymuştur. DAFZ üzerinde meydana gelen Pazarcık ve Elbistan depremleri yakın çevredeki Kahramanmaraş, Malatya, Gaziantep, Adıyaman, Osmaniye, Hatay il ve ilçelerinde yıkıcı etkilere sebep olmuştur. Geriye dönük alanın tarihsel verileri incelendiğinde bu depremlerde kırılan fay bölümlerinin, 500 yıldır tektonik gerilme biriktirmiş sismik boşlukların olduğunu göstermektedir (ODTÜ, 2023).

Elbistan-Kahramanmaraş depremi merkez üssü, Adıyaman ilinin yaklaşık 98 km kuzeybatısında gerçekleşmiştir. Her iki depremde DAFZ’da meydana gelmiştir. DAFZ, 24 Ocak 2020 tarihli Elazığ (Sivrice) Depremi sırasında kırılan Pütürge Segmentinden itibaren, 06 Şubat 2023 tarihli meydana gelen $M_w=7.7$ Kahramanmaraş (Pazarcık) depremi sonrasında Pazarcık, Erkenek ve Amanos Segmentlerinde yüzey kırığı meydana getirmiştir (ODTÜ, 2023).

6 Şubat 2023 tarihinde 04:17 ile 13:24 saatlerinde 9 saat ara ile iki büyük deprem gerçekleşmiştir. Kandilli Rasathanesi verilerine göre ilk depremin merkez üssü Gaziantep Sofalaca Mahallesi olup ikinci deprem merkez üssü Kahramanmaraş Ekinözü’dür. AFAD, deprem merkez üslerini Pazarcık ve Elbistan Kahramanmaraş olarak açıklamıştır. AFAD ilk deprem büyüklüğünü 7.7, ikincisini ise 7.6 olarak belirtilmiştir. Ulusal ve uluslararası kuruluşlar tarafından belirlenen depremlerin derinlik ve büyüklükleri Tablo 7’de verilmiştir. İlk depremden 10-11 dk sonra 6.6 büyüklüğünde, ikinci depremden hemen sonra 6.0 büyüklüğünde artçı depremler yaşanmıştır. 24 saatlik zaman diliminde doğada nadir bir deprem silsilesi meydana gelmiştir (Şekil 8) (AFAD, 2023b).

Tablo 7. Elbistan ve Pazarcık (Kahramanmaraş) depremlerinin özellikleri (ODTÜ, 2023)

Bölge	Kurum	Derinlik (km)	MW
Kahramanmaraş Pazarcık	AFAD	8,8	7,7
	KOERI	10	7,7
	USGS	17,9	7,8
	EMSC	10	7,7
Kahramanmaraş Elbistan	AFAD	7	7,6
	KOERI	10	7,6
	USGS	10	7,5
	EMSC	10	7,5



Şekil 8. Türkiye haritasında 6 Şubat 2023 tarihli Pazarcık ve Elbistan depremleri (AFAD, 2023a).

4.2. Olasılıksal Deprem Tehlikesinin Belirlenmesi

4.2.1. Gumbel Uç Değerler Dağılımı

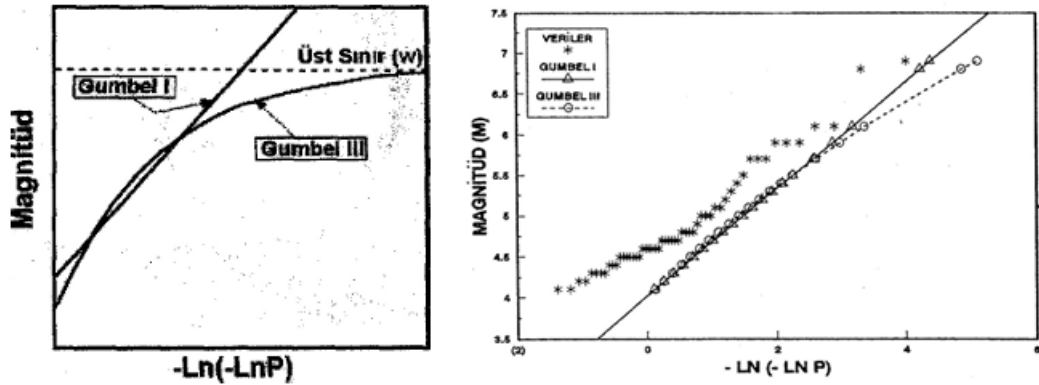
Gumbel Uç Değerleri, deprem magnitüdlerinin boyut ve zaman dağılımı genellikle iki yöntem ile verilir: (1) tüm veri kümesini kullanan yöntemler ve (2) uç değerler magnitüdünü kullanan yöntemler. Uç değerler magnitüdünü kullanan yöntemler Gumbel (1935; 1958) tarafından geliştirilen uç değerlerin istatistiksel teorisine dayanır ve pratik problemlerin (örneğin seller ve taşkınlar) yanında bilimsel problemleri çözmek içinde uygulamalarda kullanılmaktadır. Genel olarak, uç değerler teorisi belli başlı varsayımlar altında açıklanmaktadır:

- Mevcut koşulların gelecekte de hemen hemen aynı olması beklenmektedir.
- Gözlenen maksimum değerler birbirinden bağımsızdır.
- Temel dağılımdan bağımsız şekilde, uç değer dağılımı üç şekilden birini almalıdır.

Maksimum magnitüdlü deprem olasılığının uç değerler teorisi kullanılarak hesaplanması, ilk olarak Nordquist (1945) tarafından öne sürülmüştür. Bu yöntemin yer bilimlerine ilişkin uygulamaları ise ilk kez Gumbel (1958) tarafından verilmiştir. En büyük deprem magnitüdlü uygulanan Gumbel uç değerler teorisinin matematiği birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Burton, 1979).

Gumbel (1958) tarafından ortaya konulan uç değerler teorisinin avantajı, diğer yöntemlerden farklı olarak her yıl olan en büyük depremi hesaba katmasıdır. Sonuç olarak, deprem kataloğunun eksikliğinden kaynaklanabilecek hatalar en aza indirgenmiş olur ve deprem oluşumlarının istatistiksel analizinde veri eksikliği olması durumunda kullanılabilir. Depremlerin istatistiksel olarak analizinde yaygın olarak iki yaklaşım kullanılmaktadır. İlk yöntem tam süreç yöntemi olarak isimlendirilir (1. yöntem) ve Gutenberg-Richter kümülatif deprem sayısı dağılımında olduğu gibi eksiksiz olarak kabul edilen bir veri kataloğu kullanılır. İkinci yaklaşım, her yıl meydana gelen maksimum magnitüdlü depremlerden oluşan bir veri kataloğunu kullanan kısmi süreç yöntemidir (yöntem 2). Her iki yöntemin avantaj ve dezavantajları farklı araştırmacılar tarafından tartışılmıştır (Burton, 1979). Büyük hasara neden olan depremlere ilişkin sismik tehlikenin ortaya konulmasında maksimum magnitüdlü depremlerin kullanıldığı ikinci yaklaşım daha uygundur. Böyle bir model ilk olarak Gumbel (1958) tarafından tanıtılmıştır ve diğer birçok alanda olduğu gibi yer bilimi ve sismik tehlike analizlerinde de yaygın bir uygulama alanına sahiptir. Gumbel uç değerler teorisi genellikle sismik verileri önceden belirlenmiş zaman aralıklarında, maksimum magnitüd değerleri dikkate alınarak deprem verilerini hesaba katarak sınıflandırmak için sıklıkla kullanılmaktadır.

Uç noktaların örneklendiği dağılım değerleri üç ayrı asimptotik dağılımdan biri olarak tanımlanabilmektedir (Burton, 1979).



Şekil 9. Gumbel I ve Gumbel III olasılık dağılımları (Gumbel, 1958; Burton, 1979).

Gumbel uç değerlerin asimptotik dağılımları olan G^I , G^{II} ve G^{III} bağıntıları sırası ile:

$$GI(m) = \exp(-\exp(-\alpha((m - u))), \quad \alpha > 0 \quad (1)$$

$$GII(m) = \exp(-(((u - \gamma)/(m - \gamma))^k), \quad k > 0, m \geq \gamma, u > \gamma \geq 0 \quad (2)$$

$$GIII(m) = \exp(((w - m)/(w - u))^k), \quad k > 0, m \leq \omega, u \leq \omega \quad (3)$$

bağıntıları ile hesaplanmaktadır. Bu denklemlerde, m ; magnitüd, k ; kavisleşme parametresi, ω ; uç değerler aralığının üst sınırı ve u ve γ ; tekrarlanan uç değerlerin karakteristik değerleridir. Her bir dağılımda $G(m)$, m değişkeninin yıllık maksimum olasılık değeridir yani $G(m)$, m değerinin aşılmadığı yıllık olasılığı verir. Her üç durumda da u parametresi m değişkeninin karakteristik değeridir ve yıllık maksimum değer olma olasılığı $G(u)=1/e$ olan bir olasılığa sahiptir. Bağıntısı m değişkeninin her iki yönde sınırsız olduğu bir tam süreç dağılımı için geçerlidir ve u ile birlikte ikinci parametre olarak α 'ya sahiptir.

(1) Bağıntısı ise başlangıç dağılımı $m \geq \gamma$ ile sınırlandırılmış olduğunda gerçekleşir ve dolayısıyla maksimum depremler için kullanılmaz.

(2) Bağıntısı ile temsil edilen asimptotik dağılım ise tam süreç dağılımı $m \leq \omega$ ile gerçekleşir.

(3) Bağıntısı ile temsil edilen asimptotik dağılım ise tam süreç dağılımı $m \leq \omega$ ile gerçekleşir.

G^{II} ve G^{III} dağılımlarının her ikisi de dağılımın eğriselliğini temsil ettiği düşünülen üçüncü bir k parametresini içerir (k artarken hem G^{II} hem de G^{III} dağılımı doğrusal tip

Gumbel dağılımına indirgenir). Kullanılan verilerde daha büyük magnitütlerde fiziksel olarak eğriselliğin olduğu durumlarda G^{III} dağılımı kullanılır. Birinci türdeki dağılımın ise en büyük yer ivmesi, hızı veya yer değiştirmesi hesaplarında kullanılması tavsiye edilir. Bu çalışmada sismik risk hesaplamasında G^I dağılımı kullanılacaktır çünkü her iki uçtan da sınırsızdır (Burton, 1979).

Hesaplama Yöntemi ve Parametre Tahminleri

Doğal olayların hemen hepsinde olduğu gibi en büyük deprem dağılımının üst sınırında belirsizlik (eksiklik) vardır ve bu dağılımın modelleme yapılırken dikkate alınması gerekir. Kullanılacak veriye göre en büyük magnitütlü deprem saptandıktan sonra dağılım bu değere göre kesilmelidir.

Teoriye göre, x magnitütlü bir depremin rastgele bir değişken olarak kümülatif dağılım fonksiyonu (CDF) aşağıdaki şekilde verilebilir:

$$F(x) = 1 - e^{-x}, \quad x \geq 0 \quad (4)$$

Olasılık teorisi ve Gumbel (1958)'e göre maksimum yıllık magnitüd $G(M_j)$ 'nin kümülatif dağılım fonksiyonu şu eşitlikle verilir:

$$G(M_j) = \exp(-e^{M_j}), \quad M_j \geq 0 \quad (5)$$

Epstein ve Lomnitz (1966), büyüklüğü bir yılda sıfırı aşan M magnitütlü depremlerin sayısı için bir Poisson dağılımının varsayılması durumunda, magnitüdün rastgele değişken dağılımlı bir kümülatif dağılım fonksiyonuna sahip olduğunu ifade etmişlerdir:

$$F(M) = 1 - e^{\beta M}, \quad M \geq 0 \quad (6)$$

Burada β bir parametredir. Dolayısıyla, maksimum yıllık magnitüd $G(M_j)$ 'nin kümülatif dağılım fonksiyonu aşağıdaki gibi verilir:

$$G(M_j) = \exp[-\alpha \exp(-\beta M_j)], \quad M_j \geq 0 \quad (7)$$

Burada $G(M_j)$; magnitüdü M_j veya daha küçük olan bir depremin bir yıl içerisindeki olasılığıdır. (7) denkleminin logaritmik formu:

$$\ln[-\ln G(M_j)] = \ln \alpha - \beta M_j, \quad M_j \geq 0 \quad (8)$$

olarak yazılabilir. Bu ifade Gutenberg ve Richter (1944) ile aynı formdadır ve depremlerin magnitüd dağılımı ile ilişkilidir. Deprem oluşumlarının en yaygın tanımı Gutenberg-Richter (G-R) yasası ile verilir. Sismik tehlike analizlerinde en yaygın olarak kullanılan parametreler Gutenberg ve Richter (1944) tarafından verilen magnitüd-deprem sayısı ilişkisi ile verilen a ve b parametreleridir:

$$\log N_m = a_m - bM \quad (9)$$

Burada N ; magnitüdü M olan depremlerin verilen bir zaman periyodu ve bölgedeki beklenen sayısını, m indisi verinin sahip olduğu yılların sayısını gösterir. b -değeri bir bölgedeki gerilme değişimi, ortamdaki çatlak yoğunluğu ve mekanik özellikler gibi birçok faktöre bağlı olarak değişir (Mogi, 1967; Scholz, 1968). a_m -değeri bölgenin depremselliğine, rapor edilen olayların zaman aralığına ve ayrıca deprem episantrlarının oluşturduğu yüzey alanına bağlı bir parametredir.

G-R ilişkisindeki a ve b parametreleri α ve β ile ilişkili olarak yazılacak olursa:

$$\alpha = \frac{\ln a}{\ln 10}, \quad \beta = \frac{\ln b}{\ln 10} \quad (10)$$

şeklinde yazılabilir. Eğer bu ifadeler (8) denkleminde yerine konulursa aşağıdaki gibi olur:

$$\log[-\ln G(M_j)] = \alpha - bM_j, \quad M_j \geq 0 \quad (11)$$

Bu ifade G^I dağılımının matematiksel açıklamasıdır. Geçmiş yıllara ait kataloglarda bir yıllık uç değerlere sahip olmak zordur (özellikle 20. yüzyıl başları için).

Bu nedenle kataloglar k -yıllık ($k=2, 3, 4, \dots$) uçlara bölünür ve bu da aşağıdaki denklemde a_k ile temsil edilir.

Bu durumda bir yıllık uç değer a_1 , bilinen ilişkiden hesaplanır ve burada $k \geq 2$ 'dir:

$$\alpha_1 = \alpha_k - \log k \quad (12)$$

M_j magnitüdünün basit olarak n ardışık yıllar boyunca k uç magnitüdü olduğu ve artan boyuta göre sıralandığı varsayılın. j . gözlemin nokta olasılık değerinin çizimi Gringorten (1963) denklemi ile hesaplanır:

$$G(M_j) = (j - 0,44)/(n + 12) \quad (13)$$

Burada j ; sıra ve n ; gözlemlerin sayısıdır. (13) denklemi, uç değerler G^I ve G^{III} uç değerler asimtotik dağılımları için en uygun ifadedir (Burton, 1979). Magnitüdü M 'ye eşit veya ondan büyük olan bir depremin oluşumu için beklenen zaman ortalama geri dönüşüm periyodu T_m olarak tanımlanır ve aşağıdaki gibi verilir:

$$T_m = 10^{bM} / 10^{a_1} \quad (14)$$

Bu ifade depremselliğin bir ölçüsü olarak kabul edilir. Depremselliğin ölçüsü olarak diğer ifadeler göz önüne alındığında, depremsellik çalışmalarında a_m değeri genellikle bir yıl ile ifade edilir:

$$a_1 = a_m - \log T \quad (15)$$

Burada m ; veri setinin kapsadığı tüm zaman aralığıdır. (15) denkleminde dolayı (16) denklemi:

$$\log N = a_1 - bM, \quad (16)$$

haline dönüşür. Burada M ; depremlerin magnitüdü ve N ; magnitüdü M 'ye eşit veya ondan büyük olan depremlerin yıllık beklenen sayısıdır. T zaman periyodunda (yıl olarak) bir bölgede meydana gelen en muhtemel maksimum magnitüd M_t aşağıdaki ilişki ile verilir:

$$M_t = (a_1 + \log t) / b \quad (17)$$

Bu ifadede $t=1$ yıl için $M_1=a/b$ olur. Bu ifade model (mod) magnitüd olarak adlandırılır ve bir yıl için en muhtemel maksimum magnitüdü temsil eder (Curtis, 1973).

t zaman periyodunda (yıl olarak) magnitüdü M 'ye eşit ve ondan büyük olan bir depremin oluşumu için olasılık R_t aşağıdaki denklem ile verilir:

$$P_t = 1 - \exp(-10^{a_1 - bM_t}) \quad (18)$$

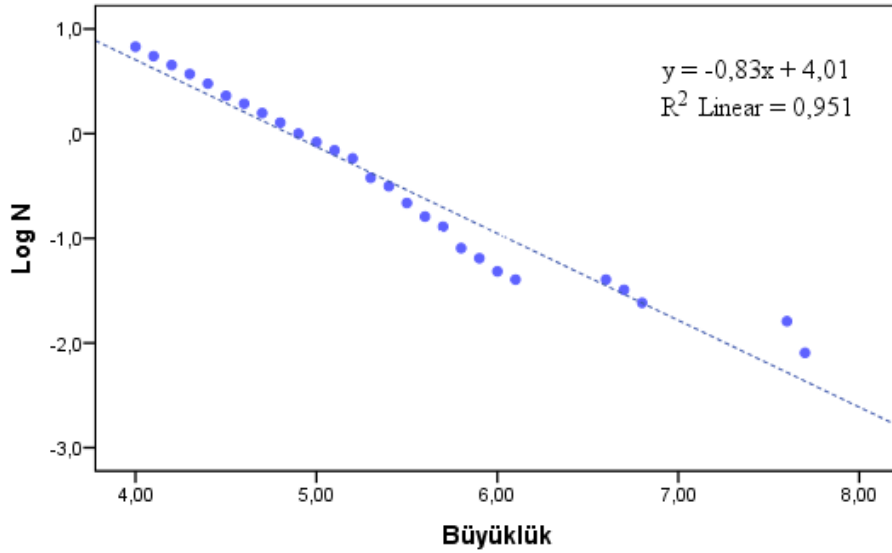
4.2.3. Bulgular Ve Tartışma

Adıyaman ili merkezinden 200 km yarıçap olarak oluşturulan çalışma alanında 1900-2023 yılları arası $M_w \geq 4$ büyüklüğündeki tüm depremler Ek-1 tablosunda verilmiştir. (26.10.2023 tarihine kadar olan depremler eklenmiştir). Sonuç olarak 123 yıllık periyot için doğrusal regresyon analizinde kullanılmak üzere 1014 adet deprem verisi bulunmuştur. Ek-1’de deprem büyüklüğüne (M_w) bağlı olarak en büyük deprem adetleri verilmektedir. Tablo 8’de M_w ; depremin büyüklüğü, N_k ; kümülatif adedi, N ; en büyük depremlerin adedi, N_s ; M ve M' ’den büyük deprem adedi oranı, $\log N_s$; 10 tabanına göre logaritma değerleri verilmiştir. N_k (kümülatif deprem adedi) değerinin incelenen zaman periyoduna 1 eklenip ($123+1=124$) bölünmesi ile N_s değerleri hesaplanmıştır.

Tablo 8. 1900-2023 yılları arası en büyük deprem adetleri

M_w	N	N_k	N_s	$\log N_s$
4.0	176	838	6,7581	0,8298
4.1	156	682	5,5000	0,7404
4.2	122	560	4,5161	0,6548
4.3	100	460	3,7097	0,5693
4.4	88	372	3,0000	0,4771
4.5	87	285	2,2984	0,3614
4.6	45	240	1,9355	0,2868
4.7	45	195	1,5726	0,1966
4.8	37	158	1,2742	0,1052
4.9	34	124	1,0000	0,0000
5.0	21	103	0,8306	-0,0806
5.1	17	86	0,6935	-0,1589
5.2	14	72	0,5806	-0,2361
5.3	25	47	0,3790	-0,4213
5.4	8	39	0,3145	-0,5024
5.5	12	27	0,2177	-0,6621
5.6	7	20	0,1613	-0,7924
5.7	4	16	0,1290	-0,8893
5.8	6	10	0,0806	-1,0934
5.9	2	8	0,0645	-1,1903
6.0	2	6	0,0484	-1,3153
6.1	1	5	0,0403	-1,3945
6.6	1	5	0,0403	-1,3945
6.7	1	4	0,0323	-1,4914
6.8	1	3	0,0242	-1,6163
7.6	1	2	0,0161	-1,7924
7.7	1	1	0,0081	-2,0934

Tablo 8’den alınan verilerle SPSS programı kullanılarak basit regresyon analizi yapılmıştır. Deprem büyüklüğü ve frekansı arasında bulunan doğrusal ilişki incelenmiştir. En küçük kareler metodu uygulanarak a ve b parametreleri bulunmuştur. Şekil 10’da $R^2=0.951$ düzeyinde korelasyon katsayısı ile değişkenler arası kuvvetli ilişki belirlenmiştir.



Şekil 10. Deprem sayısı-magnitüd ilişkisi ($a=4.01$, $b= 0.83$)

Regresyon doğrusu denklemini ise; $\log N = 4.01 - 0.83M$ olarak bulunmuştur. Çalışma alanının depremselliğini belirten a ve b parametreleri kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\log N = a_1 - bM$$

$$T_m = 10^{bM} / 10^{a_1}$$

$$P_t = 1 - \exp(-10^{a_1 - bM_t})$$

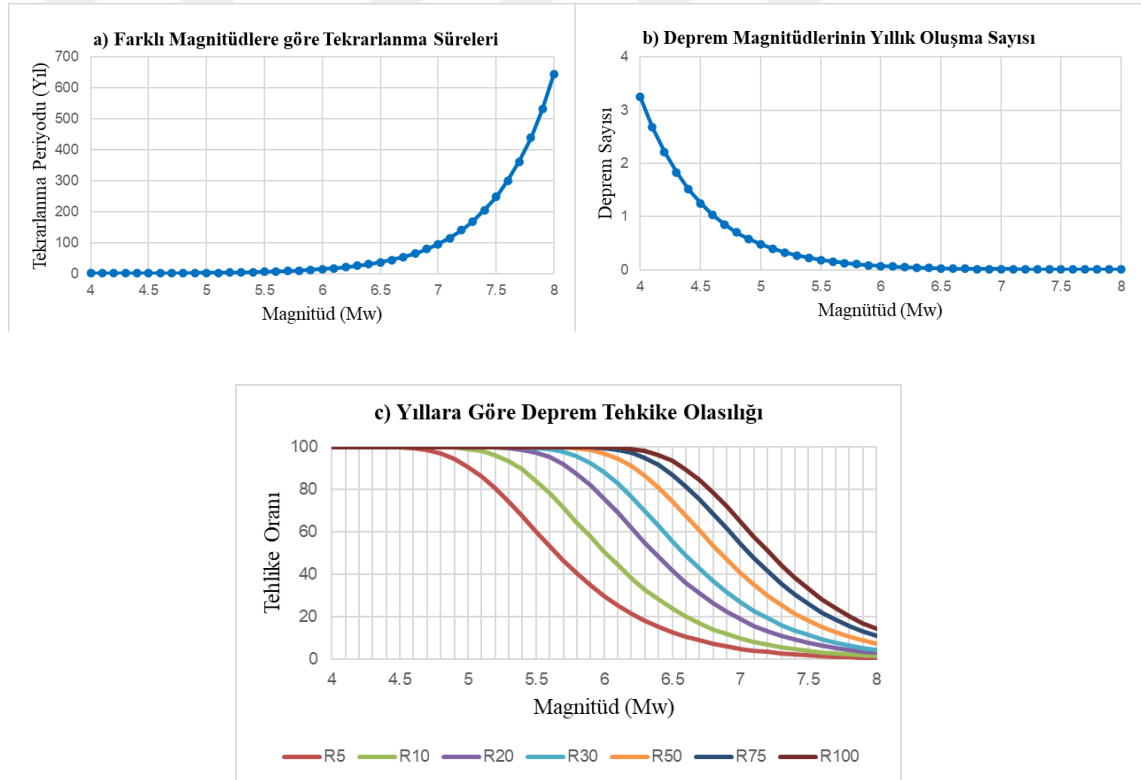
Gumbel dağılımı ile Tablo 9’da $N(M)$; bir yılda oluşan M_w ve üzeri büyüklükteki deprem sayısını, R5 - R10 - R20 - R50 - R75 ve R100; 5-10-20-30-50-75 ve 100 yıllık zaman aralıklarında M_w büyüklüğündeki depremlerin meydana gelme riski R_t ve T_m tekrarlanma periyodu olarak verilmiştir. Yıllara göre çalışma alanında oluşan farklı magnitüd değerlerindeki depremlerin ortaya çıkma olasılıkları ve tekrarlanma periyotları hesaplanmıştır.

Tablo 9. Gumbel dağılımı ile farklı yıl aralıklarında hesaplanan sismik tehlike (R_t) ve tekrarlanma periyotları (T_m)

M _w	n(M)	Yıllara Göre Sismik Risk							T _m (yıl)
		R5	R10	R20	R30	R50	R75	R100	
4.0	3.2453	100	100	100	100	100	100	100	0.3
4.1	2.6807	100	100	100	100	100	100	100	0.4
4.2	2.2144	100	100	100	100	100	100	100	0.45
4.3	1.8292	100	100	100	100	100	100	100	0.5
4.4	1.5109	100	100	100	100	100	100	100	0.6
4.5	1.2481	100	100	100	100	100	100	100	0.8
4.6	1.0310	99	100	100	100	100	100	100	1
4.7	0.8516	99	100	100	100	100	100	100	1.2
4.8	0.7035	97	100	100	100	100	100	100	1.4
4.9	0.5811	95	100	100	100	100	100	100	1.7
5.0	0.4800	91	99	100	100	100	100	100	2
5.1	0.3965	86	98	100	100	100	100	100	2.5
5.2	0.3275	81	96	100	100	100	100	100	3
5.3	0.2706	74	93	100	100	100	100	100	3.7
5.4	0.2235	67	89	99	100	100	100	100	4.5
5.5	0.1846	60	84	98	100	100	100	100	5.4
5.6	0.1525	53	78	95	99	100	100	100	6.5
5.7	0.1260	47	72	92	98	100	100	100	8
5.8	0.1041	41	65	88	96	99	100	100	9.6
5.9	0.0860	35	58	82	92	99	100	100	11.6
6.0	0.0710	30	51	76	88	97	100	100	14
6.1	0.0586	25	44	69	83	95	99	100	17
6.2	0.0484	22	38	62	77	91	97	99	20.6
6.3	0.0400	18	33	55	70	86	95	98	25
6.4	0.0331	15	28	48	63	81	92	96	30
6.5	0.0273	13	24	42	56	74	87	93	36.6
6.6	0.0226	11	20	36	49	68	82	90	44
6.7	0.0186	9	17	31	43	61	75	84	53.6
6.8	0.0154	7	14	26	37	54	68	79	65
6.9	0.0127	6	12	22	32	47	61	72	78.6
7.0	0.0105	5	10	19	27	41	55	65	95
7.1	0.0087	4	8	16	23	35	48	58	115
7.2	0.0072	4	7	13	19	30	42	51	140
7.3	0.0059	3	6	11	16	26	36	45	169
7.4	0.0049	2	5	9	14	22	31	39	205
7.5	0.0040	2	4	8	11	18	26	33	248
7.6	0.0033	2	3	6	10	15	22	28	300
7.7	0.0028	1	3	5	8	13	19	24	362
7.8	0.0023	1	2	4	7	11	16	20	439
7.9	0.0019	1	2	4	5	9	13	17	532
8.0	0.0016	1	2	3	5	7	11	14	644

Gumbel uç değerler dağılımına göre $M_w=6.0$, $M_w=6.5$, $M_w=7.0$, $M_w=7.7$ büyüklüklerinde depremlerin tekrarlanma periyodları 14 yıl, 36.6 yıl, 95 yıl ve 362 yıldır. 5, 10, 30 ve 50 yıl içinde oluşma olasılıkları ise sırasıyla; $M_w=6.0$ için %30, %51, %88, %97, $M_w=6.5$ için %13, %24, %56, %74 ve $M_w=7.0$ için %5, %10, %27, %41, $M_w=7.7$ için %1, %2, %8, %13 olarak hesaplanmıştır. Farklı magnitüdlere göre tekrarlanma süreleri, depremlerin yıllık oluşma sayıları ve yıllara göre deprem tehlike olasılığı Şekil 11’de grafik olarak verilmiştir.

06.02.2023 tarihinde $M_w=7.7$ Pazarcık depremi ve 9 saat sonra $M_w=7.6$ Elbistan depremi gerçekleşmiştir. Deprem kayıtları incelendiğinde DAFZ’nin en son 1114 ve 1513 depremlerinde kırıldığı ve yaklaşık 500 yıldır sismik boşluk içerisinde olduğu bilinmektedir. $M_w=7.6$ olan bir depremin tekrarlanma periyodu 300 yıl, $M_w=7.7$ büyüklüğündeki bir depremin ise 362 yıl olarak hesaplanmıştır.



Şekil 11. Gumbel uç değerler yöntemine göre dağılımlar (a. Tekrarlanma Periyodu-Büyüklük, b. Yıllık oluşma olasılıkları-Büyüklük, c. Tehlike Oranı-Büyüklük)

Aydın vd. (2013) tarafından yürütülen çalışmada, Adıyaman istatistiksel deprem tehlike analizi, $M_w=3.0$, $M_w=4.0$, $M_w=5.0$ ve üzeri deprem verileri kullanılarak ayrı ayrı hesaplanmıştır. Analizde deprem riskini belirlemek için Gama, Üstel (Exponential), Lognormal ve Weibull dağılımları kullanılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre veri setine en uygun dağılımlar Lognormal ve Weibull dağılım modelleri olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada 1900-2013 yılları arası $M_w \geq 3.0$ bir depremin olma olasılığı %98'den fazla ve $M_w \geq 4.0$ bir depremin ise %73'den fazla olduğu belirlenmiştir. 4500 gün içerisinde $M_w \geq 5.0$ bir depremin olma olasılığı ise %90'dan fazla olduğu sonucuna varılmıştır. 2013 yılında yapılan bu çalışmada, 4500 gün (12.5 yıl) sonrası için belirlenen risk değeri ile Gumbel bağlantısı yapılan çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Aktuğ vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada DAFZ'de bulunan farklı segmentler üzerindeki yüksek coğrafi çözünürlük, kayma hızları, dağılım ve duyarlılıktaki jeodezik ölçümler elde edilmiştir. Deprem büyüklük değeri GPS verilerinin toplanıp analiziyle belirlenen kayma hızlarına göre hesaplanmıştır. DAFZ üzerindeki Palu-Sincik segmentinde kayma miktarı 1.82 m ve deprem potansiyeli $M_w=7.5$, Çelikhan-Türkoğlu segmentinde kayma eksikliği 5.16 m ve $M_w=7.7$ olarak belirlenmiştir.

Yalçın ve Sabah (2018), deprem öncesi risklerin belirlenmesi adına deprem aktivitesinin yoğun olduğu Adıyaman ili için CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) tabanlı Analitik Hiyerarşi ve Bulanık Mantık Prosesi yöntemlerini kullanarak deprem tehlikesi analizi yapmışlardır. CBS ortamına Adıyaman il ve ilçelerinde deprem açısından tehlike oluşturacak jeolojik yapılar aktarılmış ve değerlendirilmiştir. Sayısallaştırılan veriler Analitik Hiyerarşi ve Bulanık Mantık Prosesi yöntemleri kullanılarak karşılaştırılmıştır. Kullanılan iki yöntemde de Adıyaman ilçeleri için deprem riskinin Çelikhan, Gölbaşı ve Adıyaman Merkezde yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

Sevimli (2022), Adıyaman ve yakın çevresi için Weibull dağılım modeli kullanarak istatistiksel deprem risk analizi hazırlamıştır. 1900-2021 yılları arası deprem verisi kullanılarak risk analizi yapılmıştır. Çalışmada 3, 4 ve 5 büyüklüğündeki depremlerin ardışık oluş zamanları ve olasılıkları belirlenmiştir. Weibull dağılım modeline göre; 500 gün içerisinde $M_w=3 \geq$ bir depremin olma olasılığı %99'dan fazla ve $M_w=4 \geq$ bir depremin ise %87'den fazla olduğu sonucuna varılmıştır. 4750 gün (14 yıl) içerisinde $M_w=5 \geq$ bir depremin olma olasılığı ise %93 olarak hesaplanmıştır. Bu yöntemde ile elde edilen sonuçlarda Gumbel bağlantısı ile yapılan çalışmayı destekleyen niteliktedir.

AFAD (2022), Adıyaman için yayınladığı 2021 yılı İRAP raporunda Poisson dağılımı kullanarak olası bir deprem senaryosu hazırlanmıştır. Rapora göre 434 deprem verisi kullanılarak Adıyaman ili için deprem riski ve tekrarlanma periyodlarını hesaplamıştır. Poisson dağılımı kullanılarak yapılan deprem tehlike analizinde, 20 yılda $M_w=5 \geq$ depremlerin oluşma olasılığının %91, $M_w=6.10 \geq$ depremlerin ise bölgede olma olasılığı 100 yıl da bir olarak hesaplanmıştır.

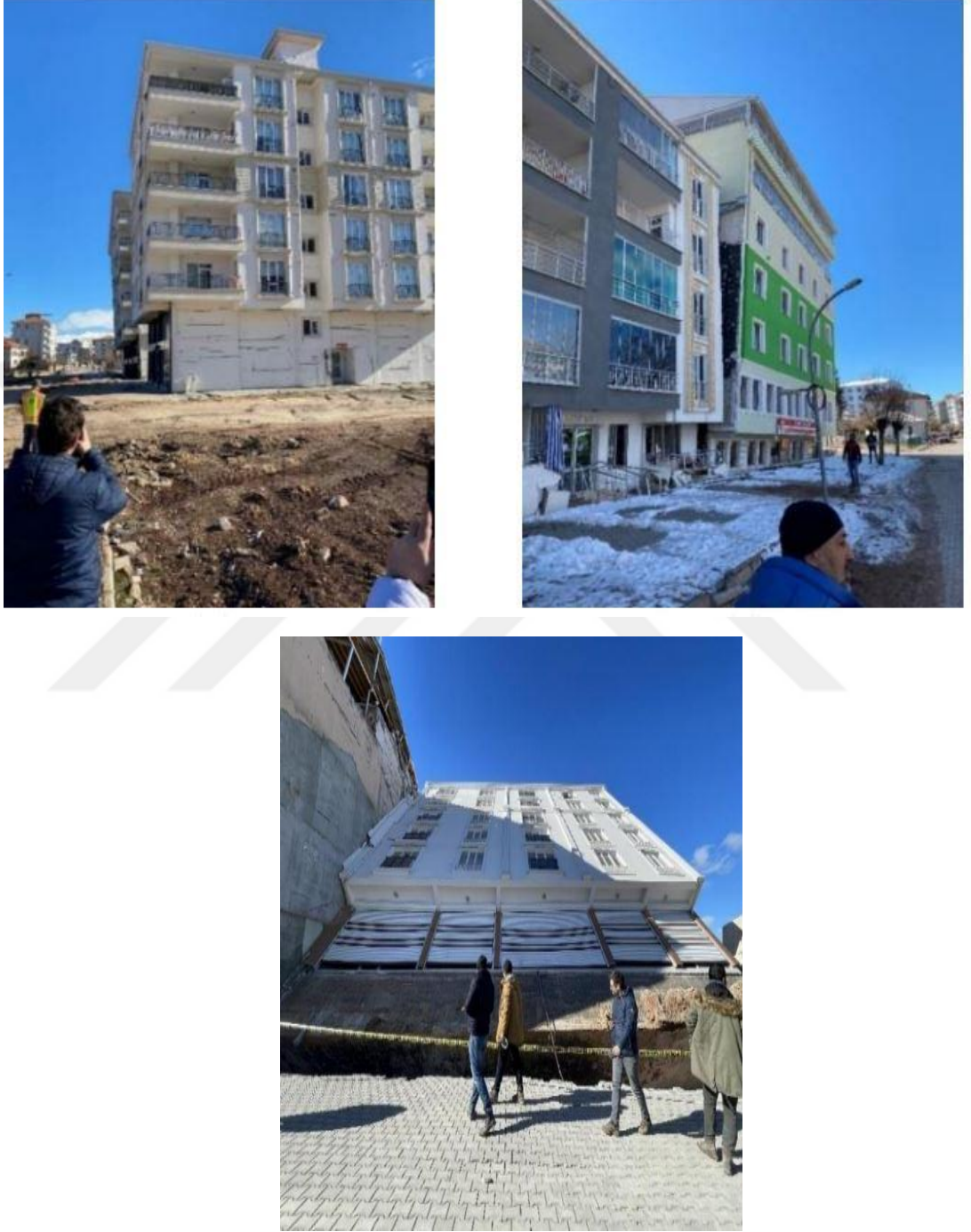
Mw=4.0 ve Mw=4.5 arası depremlerin 5 ve 10 yılda bir olma olasılığı sırasıyla %75 ve %91 olarak hesaplanmıştır. 2023 Kahramanmaraş depremleri öncesinde Adıyaman için hazırlanan bu deprem raporu bölgede yaşanan yıkıcı deprem öncesi hazırlanmış gerçeğe en yakın senaryodur. Poisson dağılımı ile Adıyaman ve yakın çevresinde gerçekleşmiş 434 deprem verisi kullanılarak hazırlanan bu rapor ile Adıyaman'ın 200 km yarıçap mesafesindeki alan içinde 1014 deprem verisini kullanılarak hazırlanan Gumbel uç değerler bağlantısı karşılaştırıldığında iki analiz sonucunun birbirine yakın olduğu belirlenmiştir. Ayrıca raporda Mw=5.5 Samsat merkezli ve Mw=7.4 Gölbaşı merkezli olmak üzere iki ayrı deprem senaryosu bulunmaktadır.

Birinci deprem senaryosuna göre 19 Mart 2023 tarihli, Mw=5.5 büyüklüğünde bir deprem olasılığın belirtildiği senaryo için; Samsat ilçesi ve civarındaki diğer ilçelerde yapıların yıkılacağı, alt yapının (içme suyu hatları vb.) zarar göreceği ve sıvılaşma olasılığı (alüvyon zemin) ile yıkıcı etkinin artacağı yönünde değerlendirmeler yapılmıştır. Rapora göre bu büyüklükteki bir depremin afete dönüşmesindeki temel nedenler; İzin almadan binalarda yapılan değişiklikler (kolon, kiriş vb. sistemsel müdahaleler), yavaş işleyen kentsel dönüşüm ve karar vericilerin imar planlaması yapılırken yeni yapılaşmaya açılacak alanlarda imara esas etütlerin sonuçları değerlendirilmeden bölgeyi imara açmalarıdır.

Rapora göre ikinci senaryoda 19 Mart 2023 tarihli Mw=7.4 büyüklüğündeki bir depremin yıkıcı etkisini arttıran durumlar için şu ifadeler yer verilmiştir; Yerleşim alanlarında bitişik nizamda mühendislik hizmeti almamış denetimsiz yapıların olması, zemin etütleri yapılmayan bölgeler ve kötü zemine göre uygun şekilde yapılmayan binaların olması, etüt raporunda riskli alan olarak belirlenen bölgeler için yüksek katlı yapılaşma vb. birçok sorundan bahsedilmiştir.

Adıyaman'da enkaz haline gelmiş yapılar incelendiğinde; üst üste sandviç şekline gelmiş katlar, yana tarafa doğru yatmış ve kısmen de olsa dönerek göçme durumunda olan binalar olduğu gözlenmektedir. Deprem sonrası sismik zemin sıvılaşması nedeniyle Adıyaman'ın Gölbaşı ilçesinde birden fazla bina temelinde taşıma gücü yenilmeleri ve aşırı zemin oturmaları tespit edilmiştir (1-2 cm'den 80 cm'ye kadar oturma miktarı değişmektedir). Sıvılaşma kaynaklı olarak Gölbaşı'nda bulunan bir yapı taşıma gücü kapasitesinin aşılması nedeniyle devrilmiştir. 80 cm Radye temel kalınlığı ölçülen binanın, ilk depremde sonra 15-20 derece yan yattığı, ikinci deprem sonrası 35 derece dönmeye maruz kalmasıyla da arka bina üzerine yaslandığı tespit edilmiştir (Şekil 12). Konutlar her ne kadar dayanıklı olursa olsun jeofizik etütlerin yapılmaması temel oluşan ağır hasara ve yıkıma yol açmaktadır (ODTÜ, 2023).

Şehir ve bölge planlamasında imara açılacak alanların gerekli zemin etütlerinin yapılması ve tüm yapıların yönetmeliklere uygun şekilde inşa edilmesi depremlerde hasarın boyutunu etkilemektedir.



Şekil 12. Temel sistemlerinin sismik davranışı (Gölbaşı / Adıyaman) (ODTÜ, 2023).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

İki aşamalı olarak yürütülen bu çalışmada ilk olarak Şehir ve Bölge Planlamanın önemi, planlama süreci ve diğer meslek disiplinlerinin sürece katılımı incelenmiştir. Kent planlaması yapılırken, deprem ve diğer doğal afetlerin olumsuz etkilerinin azaltılması için başvurulacak alanlardan olan jeofiziğin, çeşitli kullanım alanları araştırılarak sürece olan katkısı örnek uygulamalarla değerlendirilmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında, jeofizik bilimin araştırma konusu olan depremsellik Adıyaman ili özelinde hesaplanmıştır. Adıyaman merkezli 200 kilometrelik dairesel bir alanda meydana gelen deprem verileri kullanılarak deprem tehlike analizi yapılmıştır.

06.02.2023 tarihinde, Adıyaman ilinin 114 km uzaklığında Mw=7.7 Pazarcık-Kahramanmaraş merkezli bir deprem meydana gelmiştir. İlk depremden 9 saat sonra ise Mw=7.6 Elbistan-Kahramanmaraş merkezli ikinci deprem meydana gelmiştir. İkinci deprem, Adıyaman ilinin yaklaşık 98 km kuzeybatısında yer almaktadır. Bu iki depremin merkez üssü Adıyaman olmasa da alanın çevresindeki fay hatları nedeniyle ciddi yıkımlara ve can kayıplarına neden olmuştur. Depremlerde sonra önemli artçı sarsıntılar devam ederken 28.10.2023 tarihi itibarı ile 10 ilde 13,5 milyon kişinin etkilendiği ve toplam can kaybının yaklaşık olarak 50 bin 758 olduğu, 90 bin 609 binanın ise yıkık veya ağır hasarlı olduğu belirlenmiştir (AFAD, 2023a). Hasar boyutunun bu derece büyük olmasının en önemli nedeni afetlere dirençli kentlerin kurulmamasıdır. Adıyaman'da yapılan ilk incelemelerde, kentteki zayıf ve eski yapıların gelişmeye uygun olmayan zeminler üzerinde bulunduğu belirlenmiştir. Bu durum son 50-60 yılda mevcut yerleşim alanlarında, hızlı şehirleşme süreci ile beraber alınan yanlış yer seçimi kararlarının olduğunu ortaya koymaktadır.

Şehir ve bölge planlama bir sürecin bütünüdür, devamlılık esastır. İyileştirme sürecinden sosyal ve teknik altyapıdan ekonomik kalkınmaya, zemin koşullarından kültürel toplumun devamlılığına kadar birçok farklı koşul alt ve üst ölçekli planlarla birlikte değerlendirilmeli, jeolojik, jeofizik ve jeoteknik etütler mutlaka yapılmalıdır.

Adıyaman'da öncelikli olarak revize edilecek imar planı için kentsel kullanımlarda yapısal hasar tespiti ve yapı stoku oluşturulması, zemin sıvılaşma, fay kırılması, zemin deformasyonları gibi önemli etütlerin yapılması ve altlık verilerinin güncellenmesi gerekmektedir.

Bunun yanı sıra alanın;

- Sismoteknik yapısı, jeolojisi ve saha gözlemleri yapılması (detaylı saha keşif bilgileri),
- Yer hareketleri kaydının alınması ve işlenmesi,
- Sismolojik yapının incelenmesi,
- Alandaki tüm binaların denetlenmesi, yapı stoklarının güncellenmesi,
- Ulaştırma sisteminde mevcut durumunun incelenmesi (otoyollar, demiryolları, tüneller, köprüler vb.),
- Yapı temellerinin, zemin sıvılaşmaların ve teknik altyapı elemanlarının incelenmesi,
- Tarihi yapıların durumu ve kaya düşmesi gibi olası durumların tespit edilmesi gibi incelemeler yapılmalıdır.
- Deprem yönetmeliğine uyulmaması, yerleşime uygun olmayan alanların imara açılması (tarım arazileri, fay hatları vb.), zemin etütlerinin yapılmaması (jeolojik, jeofizik, jeoteknik etütler), binaların yapı kalitesi ve en önemlisi denetimsizlik yaşanan afetin büyük bir felakete dönüşmesine yol açmıştır.

Afete dirençli kentlerin temelinde depreme dayanıklı yapılar yer almaktadır. Şehir ve bölge planlamada, imar planları hazırlık ve onay sürecini takip etmesi gereken en önemli adım denetimdir. Özellikle imar aflarının getirdiği yüksek risk, durumu sonuçlarıyla ortaya koymaktadır. İmar affı ya da imar barışı adı altında hiçbir bilimsel temele dayandırılmayan, mühendislik hizmet ve denetimi almadan yasallaşmış uygulamalara son verilmelidir. Deprem sonrası yeniden yapılanma sürecinde kent dinamikleri ve şehircilik ilkeleri gözetilerek doğal eşikler esas alınmalı, güvenli ve sürdürülebilir mekânsal planlama yapılmalıdır. Kaynak yaratmak adına parçacıl, bölücü mevcut yerleşimin dokusunu bozan yaklaşımlara son verilip, iyileştirme ve kalkınma planları bir an önce hayata geçirilmelidir.

Adıyaman ve çevresi gibi deprem riski olan bir bölgenin yerleşime uygunluk çalışmasına jeofizik yöntemlerin dahil edilmesi olası yıkımın boyutunu ve alanını sınırlandırır. Özellikle deprem sonrası yıkım sınırının belirlenerek yapı stoklarının güncellenmesi daha hız ve ekonomik kazanç sağlayacaktır. Ağır hasar almış kentte, Gumbel yöntemi ile 5 yıl içerisinde $M_w=6$ büyüklüğünde bir depremin olma %30 hesaplanmıştır. Bu depremden önce yıkılması gereken binalar, yıkım sınırı içinde risk derecelerine göre önceliklendirilmelidir.

Mevcut yapı stoku oluşturularak depreme dayanıklı ve dayanıksız yapılar tespit edilmelidir. Ağır hasarlı binalar kontrollü yıkılmalıdır. Zemin etütleri ve diğer analizleri tamamlanan binalarda yapı envanteri oluşturulmalı hasar durumuna göre güçlendirilme yapılmalıdır (ODTÜ, 2023).

Bu alan için $4.0 \leq M_w \leq 7.0$ büyüklüğündeki depremler yaygın depremselliği ifade etmektedir. Çalışmada kullanılan Gumbel uç değerler dağılımı, farklı büyüklükteki depremlerin tekrarlanma periyotlarını analiz etmektedir. Gumbel uç değer dağılımına göre $M_w:7.0$ büyüklüğünde bir depremin 50 yıl içinde olma olasılığı %41 olarak belirlenmiştir. Bu doğrultuda uzun vadede küresel farkındalık ve beraberindeki hareketlerin yanı sıra, afet risklerinin azaltılması için ileriye doğru atılacak somut adımlara ve planlara ihtiyaç vardır. Deprem Master Planı (DMP) ve Ulaşım Master Planı hazırlanmalıdır. Olası deprem senaryolarıyla deprem sonrası için ulaşım güzergahları belirlenmelidir.

Deprem ve diğer doğal afet risklerini bir arada ele alabilecek süreç yürütülmeli, jeofizik yöntem ve uygulamalarından faydalanılmaktadır. Yeni ve mevcut yerleşim alanı olarak planlanan bölgelerde ise deprem yönetmeliği uygulanmalıdır (Kaynak, t.y.). Depremin neden olabileceği yerel tehlikelere karşı yeni imara açılacak bir alanda özetle yapılması gereken çalışmalar;

1. Olası deprem şiddeti hesaplanmalıdır.
2. Oluşabilecek depremlerin derinlik, tekrarlama süresi, fayın şekli, zaman, neden olabileceği yer hareketi belirlenmelidir.
3. Depremin büyüklüğü ile incelenen alan arasındaki mesafeye bağlı olarak kullanılacak azalım ilişkileri incelenmelidir.
4. Geçmiş depremler hakkında bilgi, yüzey çatlaklarının oluşup oluşmadığı, yerleri ve bölgenin jeolojisi haritalanmalıdır.
5. Alanın mikro ve makro ölçekte bölgeleme çalışmaları yapılmalıdır.
6. Alanın yeraltı yapısının sismik kırılma ve yansımalarının, elektrik özdirenç yöntemi gibi jeofizik yöntemlerle modellenmelidir.
7. En az 30 metre derinliğe kadar toprak altı katmanlarındaki S dalga hızını ve yeraltı suyunun derinliği tespit edilmelidir.
8. Sıvılaşma, farklı oturma, yanal yayılma olasılığı yüksek olan alanları belirlenmelidir.
9. Alanın tsunami, baraj çökmesi gibi ek tehlikelerden etkilenip etkilenmeyeceği tespit edilmelidir (Oktay, 2008).

Sonuç olarak bu çalışmada, Gumbel uç değerler dağılımı ile bölgenin depremselliği hesaplanmış olup, tekrar yıkıcı bir depremin gerçekleşme olasılığı bilimsel verilerle ortaya konmuştur. Şehir ve bölge planlamada jeofizik yöntemlerin kullanımı kentleri deprem güvenli dolayısıyla can güvenli hale getirmektedir. 06.02.2023 tarihli yaşanan deprem ve hasarın boyutundan da anlaşılacağı üzere Adıyaman için güncellenecek olan imar planların da jeofizik yöntemlerin kullanılmasının oldukça önemli olduğu sonucuna varılmıştır. 2023 depremi sonrası Adıyaman'ın depremselliğini belirlemedeki amaç hasar almış kentte $M_w=4$ büyüklüğündeki bir depremin bile yıkıcı etkisi gözlemlenirken afet sonrası planlamada bilimsel veriler doğrultusunda olası deprem tehlikesine dikkat çekmektir.



KAYNAKÇA

- AFAD, (2006). T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı, Yerbilimsel Verilerin Planlamaya Entegrasyonu, 24 Mart 2022 tarihinde, https://www.academia.edu/15447502/Yerbilimsel_Verilerin_Planlamaya_Entegrasyonu adresinden erişildi.
- AFAD, (2018). T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı, Deprem Araştırma Dairesi, Deprem Bölgeleri Haritası, 20 Haziran 2023 tarihinde <https://www.afad.gov.tr/turkiye-deprem-tehlike-haritasi> adresinden erişildi.
- AFAD, (2019). T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, 29 Haziran 2023 tarihinde <https://www.afad.gov.tr/turkiye-bina-deprem-yonetmeligi> adresinden erişildi.
- AFAD, (2022). T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı, Adıyaman Valiliği İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü İRAP Raporu, 11 Kasım 2023 tarihinde, <https://adiyaman.afad.gov.tr/kurumlar/adiyaman.afad/adiyaman-irap.pdf> adresinden erişilmiştir.
- AFAD, (2023a). T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı, 06 Şubat 2023 Pazarcık-Elbistan Kahramanmaraş (Mw:7.7-Mw:7.6) Depremleri Raporu, 15 Haziran 2023 tarihinde, https://deprem.afad.gov.tr/assets/pdf/Kahramanmaras%20%20Depremleri_%20On%20Degerlendirme%20Raporu.pdf adresinden erişilmiştir.
- AFAD, (2023b). T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı, 10 Mart 2022 tarihinde, <https://deprem.afad.gov.tr/last-earthquakes.html> adresinden erişildi.
- AFAD, (2023c). T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı, 6 Aralık 2023 tarihinde, <https://tdth.afad.gov.tr/TDTH/main.xhtml> adresinden erişildi.
- Akdemir, İ. O. (2015). The Geographic Information in Urban Planning: The Application of Elazığ, *Fırat Üniversitesi Harput Araştırmaları Dergisi*, 2(1), 57-59.
- Aksoy, E., İnceöz, M. ve Koçyiğit, A., (2007). Lake Hazar Basin: a Negative Flower Structure on the East Anatolian Fault System (EAFS), SE Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 16, 319-338.
- Aktuğ, B., Özener, H., Doğru, A., Turgut, B., Halıcıoğlu, K., Sabuncu, A., Yılmaz, O. ve Havazlı, E. (2015). Doğu Anadolu Fay Sistemi Kayma Hızları ve Deprem Potansiyelinin Jeodezik Yöntemlerle Belirlenmesi, 15. Harita Bilimsel Teknik Kurultayı.

- Anastasiadis, A., Raptakis, D. ve Pitilakis, K., (2001). Thessaloniki's Detailed Microzoning: Subsurface Structure as Basis for Site Response Analysis, *Pure and Applied Geophysics*, 158, 2597-2633.
- Anonim, (2010). Planlama Sürecinin Aşamaları [PDF belgesi]. 20 Ocak 2022 tarihinde, https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/27326/mod_resource/content/0/NOT%2012.pdf adresinden erişildi.
- Anonim, (2017). Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği İstatistiksel Sismoloji Ders Notları [PDF belgesi]. 02 Nisan 2022 tarihinde https://www.ktu.edu.tr/dosyalar/jeofizik_3f5f5.pdf adresinden erişildi.
- Anonim, (2022). Arkeolojik Yöntemler: GPR Jeoradar, 21 Mart 2022 tarihinde <http://www.arkeojeofizik.com/jeoradar.php> adresinden erişildi.
- Aydın, M., İnan, U.İ., Zorlu, K., Servi, T. ve Günaydın, O. (2013). Adıyaman İlinin İstatistiksel Deprem Risk Analizi, Doğrudan Faaliyet Destek Programı (TRC1/13/DFD/3027), 16-42.
- Balamir, M. (2000). *Kadercı Toplumun Yeniden Üretimi: Türkiye Afetler ve İmar Mevzuatının İrdelenmesi*, K. Emine (Der.), İstanbul Mimarlar Odası Yayınları, 100-125.
- Balamir, M. (2002). *Kentsel Risk Yönetimi ve Kentlerin Depreme Hazırlanması*, Kentlerin Depreme Hazırlanması ve İstanbul Gerçeği Sempozyumu Kitabı, TMMOB Mimarlar Odası Yayını, İstanbul, 17-36.
- Barka, A. ve Er, A. (2002). *Depremi Bekleyen Şehir İstanbul*, OM Yayınevi, 55-57.
- Baştürk, N., Özel, N.M., Altınok, Y. ve Duman, T.Y., (2016). *Türkiye ve Yakın Çevresi için Geliştirilmiş Tarihsel Dönem (MÖ 2000- MS 1900) Deprem Katalogu*, Türkiye Sismotektonik Haritası Açıklama Kitabı, MTA Özel Yayınlar Serisi, 35, 249.
- Bilge, S. ve Atıcı, N. (2013). Yüksek Yapıların; İzmir Yüksek Yapı Yönetmeliği ve Yeni Kent Merkezi'nde Yapılacak Yüksek Binalar İçin Hazırlanan Teknik Önermeler Açısından Değerlendirilmesi, 12 Haziran 2023 tarihinde, <http://www.tmmobizmir.org/> adresinden erişildi.
- Bour, M., Fouissac D., Dominique P. ve Martin C., (1998). On the use of microtremor recordings in seismic microzonation, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 17, 465-474.
- Burton, P. W. (1979). Seismic risk in Southern Europe through to India examined using Gumbel's third distribution of extreme values, *Geophys. J. R. astr. Soc.*, 59, 249-280.

- Canbay, M. (2014). Çevre Sorunları ve Jeofizik Mühendisliğindeki Yeri, 28 Nisan 2022 tarihinde, <https://i-sem.info/PastConferences/ISEM2014/ISEM2014/papers/A11-ISEM2014ID133.pdf> adresinden erişildi.
- Cezayirli, G. (1994). Afet Etkilerinin Önlenmesinde Şehir Plancılarının Rolü, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı ile Belediyeler, 23(8), 38-42.
- Celep, Z. ve Kumbasar, N. (1996). *Yapı Dinamiği Ve Deprem Mühendisliğine Giriş*, İstanbul Sema Matbaacılık, 126-129.
- Cornell, A. (1968). Engineering Seismic Risk Analysis, Bulletin of the Seismological Society of America, 58(5), 1583-1606.
- Curtis, J. W. (1973). A magnitude domain study of the seismicity of Papua, New Guinea and the Solomon islands, *B. Seismol. Soc. Am.*, 63, 787–806.
- Çevikbilen G., Hatipoğlu M. ve İyisan R. (2008). *Afet Bölgelerinde Yapısal Hasarın Azaltılmasında Yerel Zemin Koşullarının Önemi ve Zemin İnceleme Yöntemleri*, Jica Türkiye Ofisi Yayınları, İsmat Matbaacılık, 143-47.
- ÇŞB, (2008). Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Düzeni Planlarına Dair Yönetmelik, 24 Mart 2022 tarihinde <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2008/11/20081111-8.htm> adresinden erişildi.
- ÇŞB, (2014a). Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Türkiye Habitat III Ulusal Raporu 2014, [PDF belgesi], 17 Şubat 2022 tarihinde <https://habitat.csb.gov.tr/habitat-iii-turkiye-ulusal-raporu-i-5737> adresinden erişildi.
- ÇŞB, (2014b). Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği, 24 Mart 2022 tarihinde, <https://www.mevzuat.gov.tr/File/GeneratePdfmevzuatNo=19788&mevzuatTur=KurulurVeKurulusYonetmeli&mevzuatTertip=5> adresinden erişildi.
- Dedebali, Z. (2007). *Balıkesir İli Burhaniye İlçesi Ören Mevkiindeki Arkeolojik Kalıntıların Jeofizik Yöntemlerle Tespiti, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, (274856).*
- Doğruyol, M. (2021). Siirt İli Deprem Tehlike Analizi, Artvin Çoruh Üniversitesi Doğal Afetler Uygulama ve Araştırma Merkezi, *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 7(1), 90-158.
- Duman, T.Y. ve Emre, Ö., (2013). The East Anatolian Fault: geometry segmentation and jog characteristics, *Geol. Soc. Lond., Spec. Publ.*, 372.

- Ekinci, Y. L., Çevik, A. ve Dölek, İ. (2022). Malazgirt Savaş Alanının Tespiti Kapsamında Elektrik Öz direnç Tomografi Çalışmaları, *Kültürel Miras Araştırmaları*, 3(2), 50-55.
- Elmas, F. (2020). Magnitüd Türleri, 20 Ekim 2023 tarihinde <https://www.fikrielmas.com.tr/magnitud-turleri/> adresinden erişildi.
- Emre, Ö., Duman, T.Y., Özalp, S., Elmacı, H., Olgun, Ş. ve Şaroğlu, F., (2013). Açıklamalı Türkiye Diri Fay Haritası, Ölçek 1:1.250.000, *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 147, Ankara.
- Emre, Ö., Duman, T.Y., Özalp, S., Şaroğlu, F., Olgun, Ş., Elmacı, H. and Çan, T., (2018). Active fault database of Turkey. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 16 (8), 3229-3275.
- Epstein B. ve Lomnitz C. (1966). A model for the occurrence of large earthquakes *Nature*, 211, 954–956.
- Erdik, M., Durukal, E., Siyahi, B., Fahjan, Y., Medyan, K., Demircioğlu, M. ve Akman, H. (2003). Depreme dayanıklı Yapı Tasarımında Deprem Yer Hareketlerinin Belirlenmesi, Beşinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul.
- Erdik, M., Demircioğlu M., Şeşetyan K. ve Durukal E., (2006). Ulaştırma Bakanlığı Demiryolları, Limanlar Ve Hava meydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü Kıyı Yapıları, Demiryolları ve Havameydanları İnşaatları Deprem Teknik Yönetmeliği İçin Deprem Tehlikesi Belirlemesi, Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, İstanbul, 45.
- Erdin, H. E. (2010). Kentsel Teknik Altyapı Sorunlarının Belirlenmesine İlişkin Bir Yaklaşım Örnek Alan: İzmir Tire Belediyesi, *Planlama*, 56-57.
- Ergin, M., Ozalaybey, S., Aktar, M. ve Yalçın, M, N., (2004). Site Amplification at Avcılar, İstanbul, *Tectonophysics*, 391, 335-346.
- Ersoy, M. (2005). Türkiye'de Kent Planlamasının Güncel Sorunları, (Problems of Urban Planning Practise in Turkey), GATA Halk Sağlığı ABD tarafından hazırlanan Kongrede sunulan bildiri, Kızılcahamam, 2-3.
- Ersoy, M. (2007). *Kentsel Planlama Kuramları*, İmge Kitabevi, Ankara, 3-9.
- Gençoğlu, S. ve Ayhan, E., (1974). İzmit İli Mikrobölgeleme Etüdünde Yapılan Mikrotremor Çalışması, *Deprem Araştırma Enst. Bul.*, 5, 28-51.
- Giresun Belediyesi, (2021). Jeoradar Sistemi Çalışmaları, 21 Eylül 2023 tarihinde <https://giresun.bel.tr/haber/jeoradar-sistemi-calismalara-buyuk-kolaylik-getirdi-1593> adresinden erişildi.

- Gumbel, E.J., (1935). Les valeurs extremes des distributions statistiques. Annales de l'Institut Henri Poincaré, 5 (2), 115–158.
- Gumbel, E.J., (1958). Statistics of extremes, Columbia University Press, N.Y., U.S.A.
- Gutenberg, R. ve Richter, C. F. (1944). Frequency of earthquakes in California, *B. Seismol. Soc. Am.*, 34, 185–188.
- Gürer, A. (2011). MTA' dan Düünden Bugüne Jeofizik Kara Sismik Çalışmalar, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeofizik Etütleri Dairesi Ankara, 121-125.
- Gringorten, I. I. (1963). A plotting rule for extreme probabilistic paper, *J. Geophys. Res.*, 68, 813–814.
- Harvey D., (2010). Elazığ Şehrinin Gelişmesi, *F.Ü. Sosyal Bilimler Dergisi*, 9 (1), 129-154.
- Herece, H. ve Akay, E. (1992). Karlıova-Çelikhan Arasında Doğı Anadolu Fayı, Türkiye 9. Petrol Kongresi, 361-372.
- İlgen, Ş. H. (1999). Urban risk. (Ed. Emine M. Komut). Urban Settlements and Natural Disasters, UIA, Chamber of Architects of Turkey, proceedings of UIA Region II Workshop, 15-18.
- İmamoğlu, M. ve Çetin, E., (2007). Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Yakın Yöresinin Depremselliği, *DÜ Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9, 93-123.
- İnce, G. Ç. (2005). *Sismik bölgeleme ve İstanbul'un deprem zararlarının tahmini*, Yayımlanmamış doktora tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- İSMEP, (2014a). İstanbul Sismik Riskin Azaltılması ve Acil Durum Hazırlık Projesi, Afete Dirençli Şehir Planlama ve Yapılaşma [PDF belgesi]. 12 Haziran 2022 tarihinde <https://www.ipkb.gov.tr/> adresinden erişildi.
- İSMEP, (2014b). İstanbul Sismik Riskin Azaltılması ve Acil Durum Hazırlık Projesi, Kentsel Risklerin Azaltılması [PDF belgesi]. 15 Haziran 2022 tarihinde <https://www.ipkb.gov.tr/> adresinden erişildi.
- ISSMFE, (1993). Manual for zonation on seismic geotechnical hazards, published by Japanese Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering.
- JICA, (2008). T.C. İçişleri Bakanlığı Japonya Uluslararası İşbirliği Ajansı, Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri, 2, 5-18.
- Kadioğlu, M. (2003). *Kentsel Yerleşmelerde Riski Arttıran Faktörler ve Tali Tehlikeler*, TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi Yayını, 71-82.
- Kalabalık, H. (2009). *İmar Hukuku Dersleri*, Seçkin Yayınları, Ankara, 36-45.
- Karancı, A. N. (1999). 17 Ağustos 1999 Öncesi Durum: Psikoloji ve Depremler, *Türk Psikoloji Bülteni*, 15, 41–46.

- Karabulut, S. (2005). *Büyükçekmece İlçesinde Mikrotremor Verileriyle Mikrobölgeleme Çalışmaları, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, (198524).*
- Kasapoğlu, A. ve Ecevit, M. (2001). *Deprem Sösyolojik Araştırması, Sösyoloji Derneği Yayınları, Ankara, 1-8.*
- Kaynak, U. (t.y.). *Neden Zemin Etütlerinde Jeofizik Olmalı ?*, 10 Nisan 2022 tarihinde http://www.yerdurumu.org/makaleler/documents/neden_zemin_etudlerinde_jeofizik.asp adresinden erişildi.
- Kayın, S. (2010). *Akmonia Antik Kentinde (Banaz-Uşak) Bir Jeofizik Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, 66, (283748).*
- Kayın, S. (2019). *Van Gölü Civarının (Doğu Anadolu) Tektonik Gelişiminin Ve Deformasyonunun Paleomanyetik Çalışmalar İle İncelenmesi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 204, (546894).*
- Kayın ve İşseven, (2018). Paleomagnetism of the Karlıova Triple Junction and surrounding area, Eastern Anatolia. 7. International Earth Science Colloquium on the Aegean Region, İzmir, Türkiye.
- Keleş, R. (1990). *Kentleşme Politikası, İmge Kitabevi, Ankara, 19-21.*
- Keleş, R. (1993). *Kent ve Siyaset Üzerine Yazılar (1975-1992), İstanbul IULA-EMME Uluslararası Yerel Yönetimler Birliği Doğu Akdeniz ve Ortadoğu Bölge Teşkilatı Yayını, Kent Basımevi, 58.*
- Kıranşan, E. ve Çiftçi, E. (2021). Kentsel Planlamada Jeofizik Mühendisliğinin Gerekliliği, TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, 25 Mart 2022 tarihinde http://olcuistanbul.org/index.php?sx=2021_nisan_62.php adresinden erişildi.
- KOERI, (2017). Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute, 25 Ekim 2023 tarihinde <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/deprem-bilgileri/genel-bilgiler/> adresinden erişildi.
- KOERI, (2023). Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute, 19 Ekim 2023 tarihinde <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/zeqdb/> adresinden erişildi.
- Koşaroğlu S., Taştan E. ve Bilim, F. (2016). Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Binasının Yer Radarı GPR Yöntemi ile Hasarsız İncelenmesi, 5(1), 77-85.
- Kramer, S. L. (1996). Geotechnical Earthquake Engineering. New Jersey, Prentice Hall, 654-680.

- Kurt, B., Kadioğlu, S. ve Ekincioğlu, E. (2009). Yer radarı yöntemi ile gömülü boruların konum, büyüklük ve fiziksel özellikleri ile belirlenmesi, *HÜ Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Dergisi*, 30, 45-57.
- Küçükduvan, S. (2019). *Patara antik kenti, yeraltındaki, roma villalarının jeofizik (elektrik öz direnç yöntemi tomografi tekniği ve yer radarı) ile belirlenmesi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Edirne.
- Kütükcüoğlu, H., Koşaroğlu, S. ve Bilim, F. (2021). Su Borusu Hatlarında Sızıntı tespitinde Yer Radarı Yöntemi Uygulaması (GPR), *Mühendislik Bilimleri ve Araştırma Dergisi*, 3(2), 235-244.
- Mckenzie, D. (1972). Active tectonics of the Mediterranean region, *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society*, 30(2), 109-185.
- Mengi, A. ve İşçioğlu, D. (2018). *Küreselleşme Sürecinde Yerel Hizmet Yerel Siyaset*, Ankara Üniversitesi Ernst Reuter İskan ve Şehircilik Uygulama ve Araştırma Merkezi Yayınları, 22, 231-235.
- Merchler, R. (2005), Cost-Benefit Analysis of Natural Disaster Risk Management in Developing Countries, Manual, GTZ, 5-6.
- MFA, (2019). Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı, Ülkemizin Taraf Olduğu Başlıca Çevre Anlaşmaları [PDF belgesi]. 21 Şubat 2022 tarihinde <http://www.mfa.gov.tr/data/DISPOLITIKA/Anlasmalar.pdf> adresinden erişildi.
- Mogi, K. (1967). Regional variation of aftershock activity, B. Earthquake Res. Inst. Univ. Tokyo, 46, 175–203.
- Nalbant, S., McCloskey, J., Steacy, S. ve Barka, A. (2002). Stree Accumulation and Increased Seismic Risk Eastern Turkey, *Earth and Planetary Science Letters*, 195, 291-298.
- Nordquist, J.M. (1945). Theory of Largest Values Applied to Earthquake Magnitudes. *Transactions American Geophysical Union*, 26, 29-31.
- ODTÜ, (2023). 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş-Pazarcık Mw=7.7 ve Elbistan Mw=7.6 Depremleri Ön Değerlendirme Raporu [PDF belgesi]. 10 Haziran 2023 tarihinde, https://www.researchgate.net/publication/369094858_2023_Kahramanmaras-Pazarcik_ve_Elbistan_Depremleri_Raporu_ODTU_DMAM adresinden erişildi.
- Oktay, E. (2008). Mikrobölgeleme Çalışmaları ve Afet Senaryoları, Afet Zararlarını Azaltmanın İlkeleri, JICA Türkiye Ofisi, 2, 73-75.
- Olgun, F. (2006). *Çarpık Kentleşmenin Deprem Riski Açısından Bursa Soğanlı Bölgesi Örneğinde İncelenmesi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa.

- Öncül, N. ve Alparslan, N. (2014). Batman İli Gültepe Mahallesi Yeraltı Yapısının Sismik Ve Elektrik Öz direnç Yöntemleri İle İncelenmesi, *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 4(1), 31.
- Özerdem, A. ve Barakat, S. (2000). After The Marmara Earthquake: Lessons for Avoiding Shortcuts to Disasters, *Third World Quarterly*, 3, 425-439.
- Özcep, F. (2016). Kentleşme ve Afet riskleri, İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi, Acil Yardım Ve Afet Yönetimi Lisans Tamamlama Programı, 26 Temmuz 2022 tarihinde <https://www.scribd.com/document/569703142/kvar> adresinden erişildi.
- Özdağ, Ö. C., Akgün, M., Pamuk, E. ve Kırnıç, E. (2016). Zeminlerin Deprem-Zemin-Yapı Ortak Davranışı Kapsamında Jeofizik Yöntemlerle İncelenmesi: Balçova/İzmir Örneği, 654-655.
- Özdemir, S. ve Ersoy, M (2017). *Planlama Kuramları*, Ö.B.Ö.Sarı, N.Uzun (der), Kent Planlama, İmge Kitabevi, Ankara, 127-164.
- Öztaş, T. (2012). Planlama Disiplininde Zorunlu Yeni Odak: Kentsel Jeoloji, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, Haber Bülteni, 22, Ankara.
- Öztekin, D. Erten, B., İlter, T. ve Demirarslan, D. (2003). *Yapı Denetimi ve Afetler Konusunda Ülkemizde Çıkan Yasa ve Yönetmeliklerin İrdelenmesi*, Kocaeli Deprem Sempozyumu, Sempozyum Bildiriler Kitabı, 1, 371-375.
- Öztürk, S., Peker, Y., Sarı, M. ve Pehlivan, L. (2021). Estimation of ground types in different districts of Gümüşhane province based on the ambient vibrations H/V measurements, *Sigma J. Eng. Nat. Sci.*, 39(4), 374-391.
- Peker, E. ve Orhan, E. (2021). Mekânsal Planlamada Deprem Riski ve İklim Krizini Birlikte Ele Almak, 31(2), 288-301.
- Serdar, İ. (2004). Deprem İle Birlikte Yaşamak, *Türkiye Mühendislik Haberleri*, 433(5), 60-61.
- Sevilgen, V. (2006). *Deprem Şiddet Dağılımının İnternet İletişim Sistemi İle Saptanması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, (505031404).*
- Sevimli, U. İ. (2022). Adıyaman ve Civarının İstatistiksel Deprem Risk Analizi, *Geosound (Yerbilimleri) Dergisi*, 56 (1), 62-80.
- Şaroğlu, F., Emre, O. ve Kuşçu, I., (1992a). The East Anatolian Fault Zone of Turkey. Special Issue, *Annales Tectonicae* 6, 99-125.
- Şaroğlu, F., Emre, O. ve Kuşçu, I., (1992b). Active Fault Map of Turkey, 2 Sheets, General Directorate of Mineral Research and Exploration MTA, Ankara.

- Şengezer, B. ve Sayın, B. (1999). Deprem Bölgelerinde Arazi Kullanım İlkeleri, 215, 70-79.
- Şengezer, B. ve Kansu, H. (1999). Afet Zararlarını Azaltma Amacına Yönelik İmar Mevzuatının İncelenmesi ve Kurumsal Yapının Düzeltilmesine İlişkin Bir Model Önerisi, İstanbul, 2-3.
- Şengün, H. (2007). *Afet Yönetimi Sistemi ve Marmara Depremi Sonrasında Yaşanan Sorunlar, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, (218129).*
- Scholz, C. H. (1968). The frequency-magnitude relation of microfracturing in rock and its relation to earthquakes, *B. Seism. Soc. Am.*, 58, 399-415.
- Taymaz, T., Ganas, A., Çevikbilen, S., Vera, F., Eken, T., Erman, C., Keleş, D., Kapetanidis, V., Valkaniotis, S., Karasante, I., Tsironi, V., Gaebler, P., Melgar, D. ve Ocalan, T., (2021). Source Mechanism and Rupture Process of the 24 January 2020 Mw 6.7 Doğanlı-Sivrice Earthquake obtained from Seismological Waveform Analysis and Space Geodetic Observations on the East Anatolian Fault Zone (Turkey), *Tectonophysics*, 804, doi.org/10.1016/j.tecto.2021.228745.
- Tekin, S. ve Akcan, S. (2023). 6 Şubat 2023 Tarihinde (Mw=7.7. ve Mw=7.6) Gerçekleşen Depremler İle İlgili Değerlendirmeler ve İlk Analiz Sonuçları, *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 5(2), 60-69.
- Tezer, A. (2001). Acil Durum Yönetimi İlkeleri, İstanbul Teknik Üniversitesi Afet Yönetim Merkezi, İstanbul.
- TMMOB, (2007). *Doğal Afetler Ve Kent Planlama Yer Bilimleri İlişkisi*, TMMOB Şehir Plancıları Odası Yayını, 2775, 57-60.
- Topal, O. (2019). Türkiye Toplu Ulaşım Sisteminde Elektrikli Otobüsler, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 15, 156-158.
- TUİK, (2023). Türkiye İstatistik Kurumu, Kent-Kır Nüfus İstatistikleri [PDF belgesi]. 29 Aralık 2023 tarihinde <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Kent-Kir-Nufus-Istatistikleri-2022-49755> adresinden alınmıştır.
- Uyanık, O. ve Çatlıoğlu, B. (2014). Elektrik Özdirenç ve Sismik Kırılma Yöntemlerinden Heyelan Geometrisinin Belirlenmesi, *SDU Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 18, 22-29.
- Uzunçubuk, L. (2005). *Yerleşim Yerlerinde Afet Ve Risk Yönetimi, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, (187060).*
- Yavaş, H. (2005). *Doğal Afetler Yönüyle Türkiye’de Belediyelerde Kriz Yönetimi*, Orion Yayınevi, 1, Ankara, 24-28.

- Yalçın, C. ve Sabah, L. (2018). Cbs Tabanlı Bulanık Mantık Ve Ahp Yöntemleri Kullanılarak Adıyaman İlçelerinin Deprem Tehlike Analizinin Oluşturulması, *Araştırma Makalesi Adıyaman Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 5(8), 101-113.
- Yıldız, R. (2012). *Kavramsal bir sistem olarak planlama*. (M. Ersoy Ed.), Kentsel Planlama, Ansiklopedik Sözlük, Ninova Yayınları, İstanbul, 182-183.
- Yıldırım, E. ve Yılmaz, S. (2021). Afyonkarahisar-Emirdağ (Karaağaç) Yeraltı Suyu Potansiyelinin Elektrik Özdirenç Tomografi Yöntemi İle Araştırılması, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 9(4), 1267 – 1275.
- Yılmazoğlu, U. (2015). *Muğla İli'nin Olasılıksal Deprem Tehlike Analizi ve Tek Boyutlu Dinamik Analiz İle Yerel Zemin Davranışının İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi, Aksaray, (398717).
- Yüksel, F. A. ve Çekilmez, M. (2021). Aydın, Karpzlu, Alinda Antik Kentinde Tarihi Çevrenin Korunması Çalışmalarında Arkeojeofizik Çalışmaları, *European Journal of Science and Technology*, 31, 454-460.

EKLER

Ek 1. 1900-2023 arası Adıyaman il merkezinden 200 km yarıçaplı alanı kapsayan $M_w:4.0 \geq$ depremler (KOERI, 2023).

No	Mw	Lokasyon	No	Mw	Lokasyon
1	4.1	Nurhak (Kahramanmaraş)	508	4.4	Bahceli- (Kahramanmaraş)
2	5.0	Seyitüşağı-Yeşilyurt (Malatya)	509	4.0	Turkoglu (Kahramanmaraş)
3	4.8	Kırkısrak-Sarız (Kayseri)	510	4.7	Suriye
4	4.0	Goksun (Kahramanmaraş)	511	4.3	Golbagı-Celikhan (Adıyaman)
5	4.1	Goksun (Kahramanmaraş)	512	4.2	Pazarcık (Kahramanmaraş)
6	4.0	Yukarıcoplu-Golbası (Adıyaman)	513	5.4	Ikızkuyu-Nurdagı (Gaziantep)
7	4.1	Ikızce-Yesilyurt (Malatya)	514	4.4	Pazarcık (Kahramanmaraş)
8	4.2	Fatih- (Malatya)	515	4.0	Elbistan (Kahramanmaraş)
9	4.9	Ikızce-Yesilyurt (Malatya)	516	4.9	Islahiye (Gaziantep)
10	4.1	Elbistan (Kahramanmaraş)	517	4.0	Araban (Gaziantep)
11	5.2	Ikızce-Yesilyurt (Malatya)	518	4.4	Tanısık- (Malatya)
12	4.3	Yesilyurt (Malatya)	519	4.7	Golbagı-Celikhan (Adıyaman)
13	4.0	Goksun (Kahramanmaraş)	520	5.5	Dogansehir (Malatya)
14	4.3	Puturge (Malatya)	521	4.9	Pazarcık (Kahramanmaraş)
15	4.1	Nurhak (Kahramanmaraş)	522	5.3	Agalarobası-Islahiye (Gaziantep)
16	4.0	Saimbeyli (Adana)	523	4.3	Zıncırlı-Islahiye (Gaziantep)
17	4.0	Ulukoy- (Malatya)	524	4.9	Pazarcık (Kahramanmaraş)
18	4.0	Goksun (Kahramanmaraş)	525	4.4	Koruhuyugu-Hassa (Hatay)
19	4.0	Nurhak (Kahramanmaraş)	526	4.7	Kavaklıdere-Puturge (Malatya)
20	4.2	Goksun (Kahramanmaraş)	527	5.1	Dogansehir (Malatya)
21	4.0	Sıvrice (Elazığ)	528	4.6	Sarıkaya- (Adıyaman)
22	4.2	Esilyurt (Malatya)	529	4.0	Mımar Sinan- (Kahramanmaraş)
23	4.7	Kurucaova- (Kahramanmaraş)	530	5.6	Yarpuz- (Osmaniye)
24	4.0	Goksun (Kahramanmaraş)	531	4.3	Baglıcay-Gurun (Sivas)
25	4.5	Gozene-Yesilyurt (Malatya)	532	6.6	Belpınar-Nurdagı (Gaziantep)
26	4.0	Topallar-Saimbeyli (Adana)	533	5.6	Kıriskal-Nurdagı (Gaziantep)
27	4.5	Sogutlu-Puturge (Malatya)	534	4.5	Komurler-Nurdagı (Gaziantep)
28	4.0	Caglayançerit (Kahramanmaraş)	535	7.6	Elbistan (Kahramanmaraş)
29	4.0	Goksun (Kahramanmaraş)	536	4.2	Ellek-Duzıcı (Osmaniye)
30	4.1	Saimbeyli (Adana)	537	4.9	Gunbalı-Sıvrice (Elazığ)
31	4.0	Topallar-Saimbeyli (Adana)	538	4.0	Kavaklıdere-Puturge (Malatya)
32	4.2	Andırın (Kahramanmaraş)	539	4.0	Ormanıcı-Puturge (Malatya)
33	4.5	Goksun (Kahramanmaraş)	540	4.2	Pazarcık (Kahramanmaraş)
34	4.1	Cungus (Diyarbakır)	541	4.4	Pazarcık (Kahramanmaraş)
35	4.3	Eskikarahisar-Ulas (Sivas)	542	4.0	Kalaba-Sıvrice (Elazığ)
36	4.0	Caybası-Darende (Malatya)	543	5.0	Kızıyusuflu-Kadirli (Osmaniye)
37	4.0	Serince-Sincik (Adıyaman)	544	4.3	Kocalar- (Kahramanmaraş)
38	4.1	Goksun (Kahramanmaraş)	545	4.3	Turkoglu (Kahramanmaraş)
39	4.3	Topallar-Saimbeyli (Adana)	546	4.7	Karapınar-Hekimhan (Malatya)
40	4.7	Goksun (Kahramanmaraş)	547	4.1	Karakose-Sincik (Adıyaman)
41	4.8	Aksaagac-Saimbeyli (Adana)	548	5.2	Camlıdere-Puturge (Malatya)
42	4.0	Kepez-Akcağag (Malatya)	549	4.3	Yesilyayla-Celikhan (Adıyaman)
43	4.3	Goksun (Kahramanmaraş)	550	4.1	Senova-Kovancılar (Elazığ)
44	4.0	Arikonak-Sincik (Adıyaman)	551	5.0	Bolukkaya-Puturge (Malatya)
45	4.6	Topallar-Saimbeyli (Adana)	552	4.4	Ellek-Duzıcı (Osmaniye)
46	4.7	Salkonak-Yesilyurt (Malatya)	553	4.0	Asagıkuyulu-Erganı (Diyarbakır)

47	4.0	Cukurhisar- (Kahramanmaras)	554	4.1	Tekevler-Maden (Elazığ)
48	4.7	Goksun (Kahramanmaras)	555	4.3	Kosepinari-Kadirli (Osmaniye)
49	4.1	Goksun (Kahramanmaras)	556	4.2	Kokpinar-Puturge (Malatya)
50	5.1	Goksun (Kahramanmaras)	557	4.3	Kalaba-Sivrice (Elazığ)
51	4.3	Arıkonak-Sincik (Adıyaman)	558	5.6	Kavaktepe- (Elazığ)
52	4.3	Kepez-Akcadag (Malatya)	559	4.1	Kavaktepe- (Elazığ)
53	4.9	Goksun (Kahramanmaras)	560	4.9	Sogutlu-Puturge (Malatya)
54	4.2	Kızıloren-Gurun (Sivas)	561	4.4	Akyazi-Yazihan (Malatya)
55	4.5	Goksun (Kahramanmaras)	562	4.0	Sahilkoy-Puturge (Malatya)
56	4.1	Topallar-Saimbeyli (Adana)	563	4.3	Basmezra-Puturge (Malatya)
57	4.0	Nurhak (Kahramanmaras)	564	4.3	Alihan-Puturge (Malatya)
58	4.0	Sogutlu-Puturge (Malatya)	565	4.1	Basmezra-Puturge (Malatya)
59	4.0	Kokpinar-Puturge (Malatya)	566	4.5	Yazica-Puturge (Malatya)
60	4.5	Alincik-Sivrice (Elazığ)	567	4.8	Yazica-Puturge (Malatya)
61	4.1	Goksun (Kahramanmaras)	568	4.1	Korme-Puturge (Malatya)
62	4.0	Kucuknacar- (Kahramanmaras)	569	4.8	Pazarcik-Puturge (Malatya)
63	4.2	Goksun (Kahramanmaras)	570	4.5	Pazarcik-Puturge (Malatya)
64	4.2	Goksun (Kahramanmaras)	571	4.0	Ormanici-Puturge (Malatya)
65	4.3	Narli-Sincik (Adıyaman)	572	5.7	Alihan-Puturge (Malatya)
66	4.2	Afsin (Kahramanmaras)	573	4.0	Akyazi-Yazihan (Malatya)
67	4.1	Begre-Dogansehir (Malatya)	574	4.0	Andirin (Kahramanmaras)
68	4.3	Gunedogru-Dogansehir (Malatya)	575	4.0	Ulukoy- (Malatya)
69	4.2	Goksun (Kahramanmaras)	576	4.1	Ulukoy- (Malatya)
70	4.0	Kavaklıdere-Puturge (Malatya)	577	4.3	Bahceli- (Sanliurfa)
71	4.0	Resulusagi-Akcadag (Malatya)	578	5.3	Balpinari-Puturge (Malatya)
72	4.6	Agabey-Islahiye (Gaziantep)	579	4.0	Kemaliye (Erzincan)
73	4.2	Dongel- (Kahramanmaras)	580	4.0	Tarlatepe-Sivrice
74	4.1	Goksun (Kahramanmaras)	581	4.3	Yedipinar-Sivrice (Elazığ)
75	4.6	Goksun (Kahramanmaras)	582	5.2	Kalaba-Sivrice (Elazığ)
76	4.1	Oluklu-Yesilyurt (Malatya)	583	4.0	Plajkoy-Maden (Elazığ)
77	4.0	Andirin (Kahramanmaras)	584	4.0	Gafarli-Sumbas (Osmaniye)
78	4.7	Goksun (Kahramanmaras)	585	4.1	Sivrice (Elazığ)
79	4.1	Goksun (Kahramanmaras)	586	4.0	Ormeli-Puturge (Malatya)
80	4.5	Ekinozu (Kahramanmaras)	587	4.5	Kurkkoy-Sivrice (Elazığ)
81	4.1	Goksun (Kahramanmaras)	588	4.5	Esenlik-Puturge (Malatya)
82	4.3	Nurhak (Kahramanmaras)	589	5.1	Karsiyaka-Puturge (Malatya)
83	4.8	Goksun (Kahramanmaras)	590	4.6	Akseki-Sivrice (Elazığ)
84	4.2	Goksun (Kahramanmaras)	591	4.6	Kalaba-Sivrice (Elazığ)
85	5.3	Goksun (Kahramanmaras)	592	4.3	Yedipinar-Sivrice (Elazığ)
86	4.4	Tekir- (Kahramanmaras)	593	4.8	Guneykoy-Sivrice (Elazığ)
87	4.5	Gozene-Yesilyurt (Malatya)	594	4.0	Kavakkoy-Sivrice (Elazığ)
88	4.0	Elbistan (Kahramanmaras)	595	4.0	Kilickaya-Sivrice (Elazığ)
89	4.1	Inderesi-Bahce (Osmaniye)	596	4.5	Kavakkoy-Sivrice (Elazığ)
90	4.3	Ekinozu (Kahramanmaras)	597	4.0	Akseki-Sivrice (Elazığ)
91	4.3	Goksun (Kahramanmaras)	598	4.5	Karsiyaka-Puturge (Malatya)
92	4.5	Goksun (Kahramanmaras)	599	4.0	Yazica-Puturge (Malatya)
93	4.2	Andirin (Kahramanmaras)	600	4.1	Kamislik-Sivrice (Elazığ)
94	4.6	Yiricek-Goksun (Kahramanmaras)	601	5.1	Kilickaya-Sivrice (Elazığ)
95	4.1	Dongel- (Kahramanmaras)	602	4.6	Ormanici-Puturge (Malatya)
96	4.1	Goksun (Kahramanmaras)	603	4.0	Bolukkaya-Puturge (Malatya)
97	4.0	Kullar-Nurhak (Kahramanmaras)	604	4.3	Bekcitepe-Sivrice (Elazığ)
98	4.0	Dervişli- (Osmaniye)	605	4.3	Cevrimtas-Sivrice (Elazığ)
99	4.0	Gecitli-Sincik (Adıyaman)	606	4.3	Kavalli-Sivrice (Elazığ)
100	4.9	Umutlu-Nurhak (Kahramanmaras)	607	4.3	Kavakkoy-Sivrice (Elazığ)

101	4.7	Ekinozu (Kahramanmaraş)	608	4.0	Cevrimtas-Sivrice (Elazığ)
102	4.2	Gecitli-Sıncık (Adıyaman)	609	4.3	Uslu-Sivrice (Elazığ)
103	4.4	Hassa (Hatay)	610	4.1	Dedeyolu-Sivrice (Elazığ)
104	4.5	Basmezra-Puturge (Malatya)	611	4.6	Pazarcık-Puturge (Malatya)
105	4.8	Yazıcı-Puturge (Malatya)	612	4.0	Dedeyolu-Sivrice (Elazığ)
106	4.3	Göksun (Kahramanmaraş)	613	4.1	Kamistas- (Malatya)
107	4.0	Nurhak (Kahramanmaraş)	614	4.6	Gelindere-Sivrice (Elazığ)
108	4.1	Karaköse-Sıncık (Adıyaman)	615	4.4	Caykoy-Puturge (Malatya)
109	4.0	Atakoy-Nurdagi (Gaziantep)	616	4.3	Gozeli-Sivrice (Elazığ)
110	4.6	Sahinbeyler-Sıncık (Adıyaman)	617	4.2	Yalındamlar- (Elazığ)
111	4.5	Yuva-Gurun (Sivas)	618	4.5	Yedipınar-Sivrice (Elazığ)
112	4.5	Andırın (Kahramanmaraş)	619	6.7	Kalaba-Sivrice (Elazığ)
113	4.2	Elbistan (Kahramanmaraş)	620	5.1	Topalusagi-Sivrice (Elazığ)
114	4.0	Göksun (Kahramanmaraş)	621	4.3	Sularbası-Ilic (Erzincan)
115	4.0	Erkenek-Dogansehir (Malatya)	622	4.5	Hekimhan (Malatya)
116	4.0	Kaledibi-Hani (Diyarbakır)	623	4.2	Arguvan (Malatya)
117	4.4	Koseusagi-Celikhan (Adıyaman)	624	5.3	Uslu-Sivrice (Elazığ)
118	4.1	Guzelm-Tufanbeyli (Adana)	625	4.2	Yurektasi-Arguvan (Malatya)
119	4.0	Cevrepinar- (Kahramanmaraş)	626	4.0	Hakverdi-Arguvan (Malatya)
120	5.1	Dongel- (Kahramanmaraş)	627	4.7	Yurektasi-Arguvan (Malatya)
121	4.2	Pazarcık (Kahramanmaraş)	628	4.4	Yurektasi-Arguvan (Malatya)
122	4.2	Meryemusagi-Tut (Adıyaman)	629	4.1	Yurektasi-Arguvan (Malatya)
123	4.2	Kurtul-Ekinozu (Kahramanmaraş)	630	4.1	Yagca-Hekimhan (Malatya)
124	4.0	Cevrepinar- (Kahramanmaraş)	631	4.1	Cayyaka-Ilic (Erzincan)
125	4.6	Cukurhisar- (Kahramanmaraş)	632	4.2	Bozyayla-Ilic (Erzincan)
126	4.1	Andırın (Kahramanmaraş)	633	4.8	Caglayancerit (Kahramanmaraş)
127	4.1	Yesilyurt (Malatya)	634	4.8	Guzelyurt-Duzici (Osmaniye)
128	4.1	Nurhak (Kahramanmaraş)	635	4.5	Andırın (Kahramanmaraş)
129	5.5	Kozluk-Yesilyurt (Malatya)	636	4.0	Caglayancerit (Kahramanmaraş)
130	4.4	Ekinozu (Kahramanmaraş)	637	4.2	Bugdayhuyuk- (Sanliurfa)
131	5.1	Golbası (Adıyaman)	638	5.4	Kırmacı-Samsat (Adıyaman)
132	4.0	Göksun (Kahramanmaraş)	639	4.2	Karsiyaka-Puturge (Malatya)
133	4.6	Ekinozu (Kahramanmaraş)	640	4.1	Serintepe-Sehitkamil (Gaziantep)
134	4.2	Elbistan (Kahramanmaraş)	641	4.4	Pazarcık (Kahramanmaraş)
135	4.0	Ekinozu (Kahramanmaraş)	642	4.1	Boztepe-Yazihan (Malatya)
136	4.8	Puturge (Malatya)	643	4.2	Samsat (Adıyaman)
137	4.7	Yuva-Gurun (Sivas)	644	4.2	Elbistan (Kahramanmaraş)
138	4.1	Göksun (Kahramanmaraş)	645	4.0	Kovancılar (Elazığ)
139	4.5	Dogansehir (Malatya)	646	4.1	Kırmacı-Samsat (Adıyaman)
140	4.1	Pazarcık (Kahramanmaraş)	647	4.2	Kırmacı-Samsat (Adıyaman)
141	4.1	Celikhan (Adıyaman)	648	4.1	Yarimbag-Samsat (Adıyaman)
142	4.4	Dogansehir (Malatya)	649	4.4	Samsat (Adıyaman)
143	4.6	Cukurkoy-Hani (Diyarbakır)	650	4.0	Ovacık-Samsat (Adıyaman)
144	4.1	Elbistan (Kahramanmaraş)	651	5.7	Kasımkuyu- (Sanliurfa)
145	4.0	Göksun (Kahramanmaraş)	652	4.0	Yesilpinar-Hekimhan (Malatya)
146	4.0	Gelincik-Dicle (Diyarbakır)	653	4.5	Fethiye-Yazihan (Malatya)
147	4.3	Kavaklıdere-Puturge (Malatya)	654	4.0	Gundeger-Musabeyli (Kilis)
148	4.1	Ulutas-Puturge (Malatya)	655	4.0	Sapanozu-Hassa (Hatay)
149	4.4	Nurhak (Kahramanmaraş)	656	4.0	Sarıbalta-Cemisgezdek (Tunceli)
150	4.5	Karacabag-Palu (Elazığ)	657	4.1	Sarıköz-Hekimhan (Malatya)
151	4.5	Karacabag-Palu (Elazığ)	658	4.6	Dursunlu-Hekimhan (Malatya)
152	4.7	Göksun (Kahramanmaraş)	659	5.1	Dursunlu-Hekimhan (Malatya)
153	4.6	Umutkaya-Palu (Elazığ)	660	4.2	Kızık-Arguvan (Malatya)
154	4.5	Kasıl-Palu (Elazığ)	661	4.1	Ornekkoy-Puturge (Malatya)

155	4.9	Yarıntepe-Palu (Elazığ)	662	4.2	Pazarcık (Kahramanmaraş)
156	4.5	Balpinarı-Puturge (Malatya)	663	4.1	Andırın (Kahramanmaraş)
157	4.1	Turkoglu (Kahramanmaraş)	664	4.0	Andırın (Kahramanmaraş)
158	4.8	Seyitusağı-Yesilyurt (Malatya)	665	4.4	Durmuslar-Nurdağı (Gaziantep)
159	4.0	Kartal- (Kahramanmaraş)	666	4.3	Sahinler-Kemaliye (Erzincan)
160	4.0	Pazarcık (Kahramanmaraş)	667	4.3	Senyurt-Ulas (Sivas)
161	4.6	Kıriskal-Nurdağı (Gaziantep)	668	4.1	Tekederesi-Puturge (Malatya)
162	4.3	Kıriskal-Nurdağı (Gaziantep)	669	4.5	Andırın (Kahramanmaraş)
163	4.6	Beypınarı-Saimbeyli (Adana)	670	4.4	Kızıusuflu-Kadirli (Osmaniye)
164	4.1	Akbez-Hassa (Hatay)	671	4.0	Surek-Sıvrice (Elazığ)
165	5.3	Goksun (Kahramanmaraş)	672	4.1	Kayabağları-Sıvrice (Elazığ)
166	4.3	Pınarbası-Celikhan (Adıyaman)	673	4.2	Ekinozu (Kahramanmaraş)
167	4.0	Goksun (Kahramanmaraş)	674	4.0	Yelken-Gurun (Sivas)
168	4.1	Ekinozu (Kahramanmaraş)	675	4.0	Pazarcık (Kahramanmaraş)
169	4.1	Yesilyurt (Malatya)	676	4.0	Pazarcık (Kahramanmaraş)
170	4.0	Goksun (Kahramanmaraş)	677	4.3	Pazarcık (Kahramanmaraş)
171	4.6	Gedikyolu- (Elazığ)	678	4.3	Kaslıca-Tut (Adıyaman)
172	4.4	Goksun (Kahramanmaraş)	679	4.7	Akatepe-Tut (Adıyaman)
173	4.1	Atalar-Yesilyurt (Malatya)	680	4.1	Cercioglu-Duzici (Osmaniye)
174	4.0	Pazarcık (Kahramanmaraş)	681	4.0	Dutluca-Bozova (Sanlıurfa)
175	4.0	Hekimhan (Malatya)	682	4.4	Pazarcık (Kahramanmaraş)
176	4.0	Doganşehir (Malatya)	683	4.9	Pazarcık (Kahramanmaraş)
177	4.1	Nurhak (Kahramanmaraş)	684	4.5	Pazarcık (Kahramanmaraş)
178	4.9	Doganşehir (Malatya)	685	4.6	Pazarcık (Kahramanmaraş)
179	4.4	Gecitli-Sincik (Adıyaman)	686	4.1	Pazarcık (Kahramanmaraş)
180	4.5	Goksun (Kahramanmaraş)	687	5.1	Pazarcık (Kahramanmaraş)
181	4.0	Kavaklıdere-Puturge (Malatya)	688	4.1	Pazarcık (Kahramanmaraş)
182	4.0	Isikli-Yesilyurt (Malatya)	689	5.0	Andırın (Kahramanmaraş)
183	4.7	Goksun (Kahramanmaraş)	690	4.5	Tekederesi-Puturge (Malatya)
184	4.4	Goksun (Kahramanmaraş)	691	4.3	Kozlubag-Musabeyli (Kilis)
185	4.4	Tiyek-Hassa (Hatay)	692	4.8	Cukurkaya-Darende (Malatya)
186	4.6	Gunpınar-Darende (Malatya)	693	4.1	Bahceli- (Sanlıurfa)
187	4.1	Ekinozu (Kahramanmaraş)	694	4.4	Gulbahce-Kemah (Erzincan)
188	4.0	Goksun (Kahramanmaraş)	695	4.2	Karaca-Kemah (Erzincan)
189	4.9	Goksun (Kahramanmaraş)	696	4.2	Andırın (Kahramanmaraş)
190	4.1	Alihan-Puturge (Malatya)	697	4.4	Kumyazi-Maden (Elazığ)
191	4.1	Topallar-Saimbeyli (Adana)	698	5.4	Kartaldere-Maden (Elazığ)
192	4.4	Gecitli-Sincik (Adıyaman)	699	4.2	Dedeyolu-Sıvrice (Elazığ)
193	4.0	Nurhak (Kahramanmaraş)	700	4.5	Alıbozlu-Duzici (Osmaniye)
194	4.7	Kayabası-İslahiye (Gaziantep)	701	4.8	Esencik-Puturge (Malatya)
195	4.7	Goksun (Kahramanmaraş)	702	4.1	Esenli-Sumbas (Osmaniye)
196	4.0	Pazarcık (Kahramanmaraş)	703	5.1	Kovancılar (Elazığ)
197	4.9	Turkoglu (Kahramanmaraş)	704	4.1	Yemisdere-Cemisgezek (Tunceli)
198	5.3	Iğdır-Hekimhan (Malatya)	705	4.1	Beyhan-Palu (Elazığ)
199	4.1	Sucati-Doganşehir (Malatya)	706	4.2	Beyhan-Palu (Elazığ)
200	4.2	Cukurhisar- (Kahramanmaraş)	707	4.0	Kovancılar (Elazığ)
201	4.6	Celikhan (Adıyaman)	708	4.7	Demirci-Kovancılar (Elazığ)
202	4.0	Pınarbası-Celikhan (Adıyaman)	709	4.1	Beyhan-Palu (Elazığ)
203	4.2	Yesemek-İslahiye (Gaziantep)	710	5.3	Kovancılar (Elazığ)
204	4.0	Atalar-Yesilyurt (Malatya)	711	5.2	Kovancılar (Elazığ)
205	4.3	Nurhak (Kahramanmaraş)	712	4.9	Kovancılar (Elazığ)
206	4.2	Mestan- (Adıyaman)	713	4.6	Kovancılar (Elazığ)
207	4.0	Huseyinli-Sincik (Adıyaman)	714	5.6	Kovancılar (Elazığ)
208	4.2	Goksun (Kahramanmaraş)	715	4.4	Kovancılar (Elazığ)

209	4.3	Meryemusagi-Tut (Adiyaman)	716	6.1	Kovancilar (Elazig)
210	4.4	Sahilkoy-Puturge (Malatya)	717	4.3	Beyhan-Palu (Elazig)
211	4.5	Goksun (Kahramanmaras)	718	4.1	Kovancilar (Elazig)
212	4.1	Goksun (Kahramanmaras)	719	4.7	Erikli-Divrigi (Sivas)
213	4.7	Igdir-Hekimhan (Malatya)	720	4.5	Puturge (Malatya)
214	4.3	Goksun (Kahramanmaras)	721	4.6	Karatas (Osmaniye)
215	4.5	Goksun (Kahramanmaras)	722	4.3	Kasimkuyu (Sanliurfa)
216	4.1	Pinarbası-Celikhan (Adiyaman)	723	5.1	Kirmacık-Samsat (Adiyaman)
217	4.5	Ikizkuyu-Nurdagi (Gaziantep)	724	4.4	Yesilova-Golbası (Adiyaman)
218	4.2	Goksun (Kahramanmaras)	725	4.0	Cavdar-Ulas (Sivas)
219	4.0	Kavak- (Adiyaman)	726	4.0	Boyalık-Ilıc (Erzincan)
220	4.2	Yagızatlı-Celikhan (Adiyaman)	727	4.2	Besen- (Kahramanmaras)
221	4.0	Pazarcık (Kahramanmaras)	728	4.4	Karamanlı- (Kahramanmaras)
222	4.0	Ortulu-Maden (Elazig)	729	4.6	Elbistan (Kahramanmaras)
223	4.0	Arıkonak-Sincik (Adiyaman)	730	4.2	Cilesiz-Ilıc (Erzincan)
224	4.1	Ulukoy- (Malatya)	731	4.1	Dikmen-Sivrice (Elazig)
225	4.8	Goksun (Kahramanmaras)	732	4.3	Cataldut-Cungus (Diyarbakır)
226	4.0	Gorgu-Yesilyurt (Malatya)	733	4.1	Yesildere-Puturge (Malatya)
227	4.2	Atalar-Yesilyurt (Malatya)	734	4.8	Dogansu-Sivrice (Elazig)
228	4.4	Yalinkaya-Yesilyurt (Malatya)	735	4.2	Kayapınar-Sivrice (Elazig)
229	4.1	Turkoglu (Kahramanmaras)	736	4.9	Hacilar-Sivrice (Elazig)
230	4.0	Nurhak (Kahramanmaras)	737	5.9	Albayrak-Cungus (Diyarbakır)
231	4.1	Karakose-Sincik (Adiyaman)	738	4.4	Kavakkoy-Sivrice (Elazig)
232	5.0	Atalar-Yesilyurt (Malatya)	739	4.2	Kamışlık-Sivrice (Elazig)
233	4.5	Atalar-Yesilyurt (Malatya)	740	5.5	Tarlatepe-Sivrice (Elazig)
234	4.4	Sahinkayası- (Kahramanmaras)	741	4.0	Yesildere-Puturge (Malatya)
235	4.0	Kadirusagi-Yesilyurt (Malatya)	742	4.0	Kovancilar (Elazig)
236	4.2	Colaklar-Islahiye (Gaziantep)	743	4.8	Beyhan-Palu (Elazig)
237	4.2	Kıriskal-Nurdagi (Gaziantep)	744	4.2	Yandere-Puturge (Malatya)
238	4.0	Goksun (Kahramanmaras)	745	4.0	Elmasuyu-Sivrice (Elazig)
239	4.0	Baltası-Palu (Elazig)	746	4.2	Pinarbası-Celikhan (Adiyaman)
240	4.2	Dogansehir (Malatya)	747	4.0	Altınova- (Kahramanmaras)
241	4.2	Kucuklu-Dogansehir (Malatya)	748	4.1	Irmac-Kangal (Sivas)
242	4.4	Kıriskal-Nurdagi (Gaziantep)	749	4.3	Guneykoy-Sivrice (Elazig)
243	4.6	Kozluk-Puturge (Malatya)	750	5.3	Bolukkaya-Puturge (Malatya)
244	4.0	Dogansehir (Malatya)	751	4.0	Esencik-Puturge (Malatya)
245	4.1	Goksun (Kahramanmaras)	752	4.5	Alaca- (Elazig)
246	4.8	Islahiye (Gaziantep)	753	4.0	Korukkoy- (Elazig)
247	4.2	Tekederesi-Puturge (Malatya)	754	4.3	Corekli-Ilıc (Erzincan)
248	4.1	Kapıdere-Dogansehir (Malatya)	755	4.1	Kurkkoy-Sivrice (Elazig)
249	4.3	Nurhak (Kahramanmaras)	756	4.1	Dereboynu-Sivrice (Elazig)
250	4.1	Kadirusagi-Yesilyurt (Malatya)	757	4.2	Kavakkoy-Sivrice (Elazig)
251	4.1	Goksun (Kahramanmaras)	758	4.5	Yedipınar-Sivrice (Elazig)
252	4.1	Ulukoy- (Malatya)	759	4.3	Uslu-Sivrice (Elazig)
253	4.0	Goksun (Kahramanmaras)	760	5.9	Dogansu-Sivrice (Elazig)
254	4.1	Arıkonak-Sincik (Adiyaman)	761	4.0	Dogansu-Sivrice (Elazig)
255	4.5	Karabahsılı-Golbası (Adiyaman)	762	4.0	Gafarlı-Sumbas (Osmaniye)
256	4.2	Dedeyolu-Sivrice (Elazig)	763	4.5	Sehsuvar- (Elazig)
257	4.1	Seytüsagi-Yesilyurt (Malatya)	764	4.0	Yenigun-Kadırlı (Osmaniye)
258	4.0	Gorgu-Yesilyurt (Malatya)	765	4.2	Andırın (Kahramanmaras)
259	4.0	Goksun (Kahramanmaras)	766	5.0	Celikhan (Adiyaman)
260	4.1	Pazarcık (Kahramanmaras)	767	4.7	Koldere-Doganyol (Malatya)
261	4.2	Ekinozu (Kahramanmaras)	768	4.0	Ilıc (Erzincan)
262	4.3	Dongel- (Kahramanmaras)	769	4.2	Karatas- (Osmaniye)

263	4.2	Ekinozu (Kahramanmaraş)	770	4.6	Cayozu-Dıvrığı (Sivas)
264	4.3	Gecitli-Sıncık (Adıyaman)	771	4.2	Andırın (Kahramanmaraş)
265	4.3	Goksun (Kahramanmaraş)	772	4.0	Ormeli-Puturge (Malatya)
266	5.0	Nurhak (Kahramanmaraş)	773	4.4	Puturge (Malatya)
267	4.0	Yalınkaya-Yesilyurt (Malatya)	774	4.2	Ormeli-Puturge (Malatya)
268	4.1	Goksun (Kahramanmaraş)	775	5.6	Topalusagi-Sivrice (Elazığ)
269	4.8	Govdeli-Dogansehir (Malatya)	776	4.3	Kavak- (Adıyaman)
270	5.5	Govdeli-Dogansehir (Malatya)	777	5.0	Andırın (Kahramanmaraş)
271	4.3	Polat-Dogansehir (Malatya)	778	4.6	Izci-Celikhan (Adıyaman)
272	4.4	Kartalkoy-Nurdagi (Gaziantep)	779	4.0	Yiginli-Sehitkamil (Gaziantep)
273	4.1	Fındikkoy-Dogansehir (Malatya)	780	4.3	Sahilkoy-Puturge (Malatya)
274	5.3	Goksun (Kahramanmaraş)	781	4.3	Asagiturunoba-Ovacık (Tunceli)
275	4.0	Karanlıkdere-Dogansehir (Malatya)	782	4.8	Gumus-Duzıcı (Osmaniye)
276	4.1	Yesilyayla-Celikhan (Adıyaman)	783	4.5	Bagcı-Siverek (Sanliurfa)
277	4.4	Goksun (Kahramanmaraş)	784	5.2	Kumarlı- (Osmaniye)
278	4.1	Kapıdere-Dogansehir (Malatya)	785	4.4	Ucdegirmenler-Palu (Elazığ)
279	4.1	Kartal- (Kahramanmaraş)	786	4.0	Oluklu-Duzıcı (Osmaniye)
280	4.1	Kozdere-Islahiye (Gaziantep)	787	5.5	Arsanlı- (Osmaniye)
281	4.4	Uzunkoy- (Adıyaman)	788	4.2	Cakirkas-Kovancilar (Elazığ)
282	4.0	Goksun (Kahramanmaraş)	789	4.0	Elbistan (Kahramanmaraş)
283	4.9	Nurhak (Kahramanmaraş)	790	4.2	Gokcepelit-Cungus (Diyarbakır)
284	4.0	Sahinkayasi- (Kahramanmaraş)	791	4.7	Karacalar- (Osmaniye)
285	4.2	Goksun (Kahramanmaraş)	792	4.5	Bukardı-Aricak (Elazığ)
286	4.7	Yesilbayır-Palu (Elazığ)	793	4.6	Nohutlu-Puturge (Malatya)
287	4.5	Goksun (Kahramanmaraş)	794	4.4	Nohutlu-Puturge (Malatya)
288	5.2	Goksun (Kahramanmaraş)	795	4.2	Pazarcık (Kahramanmaraş)
289	4.1	Goksun (Kahramanmaraş)	796	4.5	Caglayancerit(Kahramanmaraş)
290	4.0	Goksun (Kahramanmaraş)	797	4.1	Elbistanlı-Kadirli (Osmaniye)
291	4.0	Begre-Dogansehir (Malatya)	798	4.1	Kavakkoy-Kovancilar (Elazığ)
292	4.0	Elbistan (Kahramanmaraş)	799	4.1	Kale (Malatya)
293	5.0	Goksun (Kahramanmaraş)	800	4.0	Pirsultanlı-Duzıcı (Osmaniye)
294	5.0	Pazarcık (Kahramanmaraş)	801	4.5	Kırmacık-Samsat (Adıyaman)
295	4.1	Goksun (Kahramanmaraş)	802	4.4	Yastica-Musabeyli (Kilis)
296	4.1	Goksun (Kahramanmaraş)	803	4.7	Kavaktepe- (Elazığ)
297	4.0	Polat-Dogansehir (Malatya)	804	4.0	Tekpinar- (Adıyaman)
298	4.5	Seyitusağı-Yesilyurt (Malatya)	805	5.1	Gezey-Dıvrığı (Sivas)
299	4.0	Nurhak (Kahramanmaraş)	806	4.1	Kurkkoy-Sivrice (Elazığ)
300	4.1	Elbistan (Kahramanmaraş)	807	4.0	Alancık-Sıncık (Adıyaman)
301	4.0	Sahinkayasi- (Kahramanmaraş)	808	4.1	Karsıbaglar-Ergani (Diyarbakır)
302	4.4	Dongel- (Kahramanmaraş)	809	4.1	Kovancilar (Elazığ)
303	4.7	Kusdogan-Yesilyurt (Malatya)	810	4.5	Sarıbugday-Kovancilar (Elazığ)
304	5.4	Aksu-Sıncık (Adıyaman)	811	4.1	Aydınpinar-Kahta (Adıyaman)
305	4.0	Sogutlu-Puturge (Malatya)	812	4.1	Karatepe-Kadirli (Osmaniye)
306	4.4	Nurhak (Kahramanmaraş)	813	4.1	Yeniceli-Islahiye (Gaziantep)
307	4.5	Elbistan (Kahramanmaraş)	814	4.0	Gumussu-Doganyol (Malatya)
308	5.5	Tekederesi-Puturge (Malatya)	815	4.9	Topalusagi-Sivrice (Elazığ)
309	4.7	Darıca-Akcadag (Malatya)	816	4.4	Kokpinar-Puturge (Malatya)
310	4.5	Goksun (Kahramanmaraş)	817	4.0	Akpınar- (Adıyaman)
311	4.2	Seyitusağı-Yesilyurt (Malatya)	818	4.0	Yedipınar-Sivrice (Elazığ)
312	4.1	Nurhak (Kahramanmaraş)	819	4.0	Yamackoy-Puturge (Malatya)
313	4.4	Akbez-Hassa (Hatay)	820	4.1	Handere-Cungus (Diyarbakır)
314	4.2	Nurhak (Kahramanmaraş)	821	4.1	Uslu-Sivrice (Elazığ)
315	4.3	Kuzucak- (Kahramanmaraş)	822	4.0	Beypınar-Gurun (Sivas)
316	4.1	Yalınkaya-Yesilyurt (Malatya)	823	4.2	Orencik-Dogansehir (Malatya)

317	4.1	Cataltepe-Golbası (Adıyaman)	824	4.1	Dogansehir (Malatya)
318	4.2	Besenli- (Kahramanmaras)	825	4.0	Türkiye-Suriye Sınır Bölgesi
319	5.6	Cataltepe-Golbası (Adıyaman)	826	4.1	Kurkkoy-Sivrice (Elazığ)
320	5.1	Kapidere-Dogansehir (Malatya)	827	4.1	Yenigun-Kadirli (Osmaniye)
321	4.8	Goksun (Kahramanmaras)	828	4.1	Karincakoy-Kovancilar (Elazığ)
322	4.2	Goksun (Kahramanmaras)	829	4.0	Cevizdere- (Elazığ)
323	4.3	Gunpınar-Darende (Malatya)	830	4.3	Asagıcamurcu-Zara (Sivas)
324	4.1	Turkoglu (Kahramanmaras)	831	4.0	Sarpınagzi- (Osmaniye)
325	4.1	Dogansehir (Malatya)	832	4.1	Beyhan-Palu (Elazığ)
326	4.2	Goksun (Kahramanmaras)	833	4.6	Senova-Kovancilar (Elazığ)
327	4.0	Goksun (Kahramanmaras)	834	4.2	Uslu-Sivrice (Elazığ)
328	4.2	Nurhak (Kahramanmaras)	835	4.3	Kavakkoy-Sivrice (Elazığ)
329	4.0	Yesilova-Golbası (Adıyaman)	836	4.4	Hacıagalar- (Kahramanmaras)
330	4.4	Goksun (Kahramanmaras)	837	4.3	Komurculer-Cermik (Diyarbakır)
331	4.2	Bekirusagi-Akcadag (Malatya)	838	4.7	Sivrice (Elazığ)
332	4.4	Nurhak (Kahramanmaras)	839	4.4	Ambar- (Tunceli)
333	4.4	Duruldu- (Malatya)	840	4.0	Andırın (Kahramanmaras)
334	4.0	Pazarcık (Kahramanmaras)	841	4.3	Gozluce-Puturge (Malatya)
335	5.1	Goksun (Kahramanmaras)	842	4.5	Sogutludere-Kadirli (Osmaniye)
336	4.0	Goksun (Kahramanmaras)	843	4.5	Konurtepe-Siverek (Sanlıurfa)
337	5.1	Ekinozu (Kahramanmaras)	844	4.5	Mezretli-Kadirli (Osmaniye)
338	4.2	Goksun (Kahramanmaras)	845	4.7	Telusagi-Puturge (Malatya)
339	4.4	Goksun (Kahramanmaras)	846	4.2	Kılaglı- (Kahramanmaras)
340	5.1	Kozluk-Yesilyurt (Malatya)	847	4.3	Topalusagi-Maden (Elazığ)
341	4.9	Goksun (Kahramanmaras)	848	4.4	Cavdar-Sarız (Kayseri)
342	4.5	Karapınar-Akcadag (Malatya)	849	4.2	Tulluce-Nurdagi (Gaziantep)
343	5.4	Pazarcık (Kahramanmaras)	850	4.8	Dagbası-Siverek (Sanlıurfa)
344	4.1	Pınarbası-Celikhan (Adıyaman)	851	5.0	Yalıngeze-İlci (Erzincan)
345	4.4	Karsiyaka-Puturge (Malatya)	852	4.4	Narlı-Sincik (Adıyaman)
346	4.4	Goksun (Kahramanmaras)	853	4.0	Kumlutarla-Baskil (Elazığ)
347	4.3	Begre-Dogansehir (Malatya)	854	4.3	Igdebel-Tufanbeyli (Adana)
348	4.8	Elbistan (Kahramanmaras)	855	4.2	Onsen- (Kahramanmaras)
349	4.4	Goksun (Kahramanmaras)	856	5.0	Gulluce-Palu (Elazığ)
350	4.2	Salkonak-Yesilyurt (Malatya)	857	4.4	Geris-Nazimiye (Tunceli)
351	4.7	Guzelkoy-Dogansehir (Malatya)	858	4.3	Azaplı-Kadirli (Osmaniye)
352	4.4	Pazarcık (Kahramanmaras)	859	4.7	Andırın (Kahramanmaras)
353	4.3	Ekinozu (Kahramanmaras)	860	5.2	Mezretli-Kadirli (Osmaniye)
354	4.1	Kertmen- (Kahramanmaras)	861	4.2	Dallıkavak-Sarız (Kayseri)
355	4.4	Kırızlıyurt-Tufanbeyli (Adana)	862	4.6	Yalıngeze-İlci (Erzincan)
356	4.1	Elbistan (Kahramanmaras)	863	4.2	Sucati- (Kahramanmaras)
357	4.3	Seyitusağı-Yesilyurt (Malatya)	864	4.4	Andırın (Kahramanmaras)
358	4.1	Golbagı-Celikhan (Adıyaman)	865	4.3	Cermik (Diyarbakır)
359	4.0	Tekir- (Kahramanmaras)	866	4.1	Koclu-Kadirli (Osmaniye)
360	4.3	Ulukoy- (Malatya)	867	4.2	Yesildere-Kovancilar (Elazığ)
361	5.2	Goksun (Kahramanmaras)	868	4.1	Pazarcık-Puturge (Malatya)
362	4.5	Goksun (Kahramanmaras)	869	4.4	Cataltepe-Golbası (Adıyaman)
363	4.6	Dedeyazı-Dogansehir (Malatya)	870	4.1	Karatas- (Osmaniye)
364	4.0	Afsin (Kahramanmaras)	871	4.3	Bogazkaya-Kahta (Adıyaman)
365	4.7	Islahiye (Gaziantep)	872	4.7	Beloren-Golbası (Adıyaman)
366	4.6	Goksun (Kahramanmaras)	873	4.0	Ekinozu (Kahramanmaras)
367	4.1	Goksun (Kahramanmaras)	874	4.7	Cungus (Diyarbakır)
368	4.2	Elbistan (Kahramanmaras)	875	4.1	Gonen-Gerger (Adıyaman)
369	4.4	Nurhak (Kahramanmaras)	876	4.6	Kucuklu-Dogansehir (Malatya)
370	4.1	Afsin (Kahramanmaras)	877	4.5	Boyno-Sehitkamil (Gaziantep)

371	5.3	Goksun (Kahramanmaras)	878	5.0	Sehitkamil (Gaziantep)
372	4.4	Yalinca-Doganyol (Malatya)	879	4.1	Feke (Adana)
373	4.8	Turkoglu (Kahramanmaras)	880	4.5	Ekinozu (Kahramanmaras)
374	4.2	Cukurkisa-Tufanbeyli (Adana)	881	4.0	Hacibudak- (Kahramanmaras)
375	4.7	Goksun (Kahramanmaras)	882	4.3	Guzelkoy-Dogansehir (Malatya)
376	4.4	Afsin (Kahramanmaras)	883	4.3	Resadiye-Dogansehir (Malatya)
377	4.1	Goksun (Kahramanmaras)	884	4.4	Savakli-Dogansehir (Malatya)
378	4.0	Elbistan (Kahramanmaras)	885	4.4	Hudutkoy-Dogansehir (Malatya)
379	4.2	Govdeli-Dogansehir (Malatya)	886	4.4	Resadiye-Dogansehir (Malatya)
380	4.1	Findikoy-Dogansehir (Malatya)	887	5.6	Savakli-Dogansehir (Malatya)
381	5.5	Gorgu-Yesilyurt (Malatya)	888	4.2	Hudutkoy-Dogansehir (Malatya)
382	5.2	Kolkoy-Akcadag (Malatya)	889	4.0	Surgu-Dogansehir (Malatya)
383	4.1	Nurhak (Kahramanmaras)	890	4.1	Hudutkoy-Dogansehir (Malatya)
384	4.5	Findikoy-Dogansehir (Malatya)	891	4.6	Sogut-Dogansehir (Malatya)
385	4.1	Dedeyazi-Dogansehir (Malatya)	892	4.2	Findikoy-Dogansehir (Malatya)
386	4.4	Aksu-Sincik (Adiyaman)	893	5.8	Kadili-Dogansehir (Malatya)
387	4.2	Cavuslu-Dogansehir (Malatya)	894	4.5	Incirli-Nurdagi (Gaziantep)
388	4.7	Goksun (Kahramanmaras)	895	4.2	Yazygmuru-Cungus (Diyarbakir)
389	4.8	Akbez-Hassa (Hatay)	896	4.1	Bogurtlen-Yazihan (Malatya)
390	4.2	Pazarcik (Kahramanmaras)	897	4.1	Gemicci-Baskil (Elazig)
391	4.1	Seyitusağı-Yesilyurt (Malatya)	898	4.3	Arslanli- (Osmaniye)
392	4.0	Nurhak (Kahramanmaras)	899	4.3	Atma-Ilic (Erzincan)
393	4.1	Turkoglu (Kahramanmaras)	900	4.6	Yagca-Hekimhan (Malatya)
394	4.1	Cermik (Diyarbakir)	901	4.4	Gozene-Yesilyurt (Malatya)
395	4.6	Nurhak (Kahramanmaras)	902	4.2	Topalusagi-Sivrice (Elazig)
396	4.3	Goksun (Kahramanmaras)	903	4.5	Serefli- (Adiyaman)
397	4.1	Goksun (Kahramanmaras)	904	4.2	Dikili-Hekimhan (Malatya)
398	4.2	Duruldu- (Malatya)	905	4.0	Cakmakduzu-Divrıgi (Sivas)
399	5.1	Govdeli-Dogansehir (Malatya)	906	4.1	Karatas- (Osmaniye)
400	5.3	Elbistan (Kahramanmaras)	907	4.5	Dagarasi-Erganı (Diyarbakir)
401	4.2	Govdeli-Dogansehir (Malatya)	908	4.3	Kayalar-Gurun (Sivas)
402	4.2	Caykoy-Puturge (Malatya)	909	4.3	Kayalar-Gurun (Sivas)
403	4.0	Afsin (Kahramanmaras)	910	4.5	Dogansehir (Malatya)
404	4.9	Goksun (Kahramanmaras)	911	5.0	Serince-Sincik (Adiyaman)
405	4.1	Kurucaova-Dogansehir (Malatya)	912	4.2	Gokcepelit-Cungus (Diyarbakir)
406	4.3	Goksun (Kahramanmaras)	913	4.5	Catbahce-Sincik (Adiyaman)
407	4.5	Goksun (Kahramanmaras)	914	4.0	Bulanık- (Kahramanmaras)
408	4.0	Saimbeyli (Adana)	915	4.2	Esenli-Sumbas (Osmaniye)
409	4.7	Govdeli-Dogansehir (Malatya)	916	4.1	Yazibası- (Adiyaman)
410	4.3	Nurhak (Kahramanmaras)	917	4.9	Sagirlı-Maden (Elazig)
411	4.2	Nurhak (Kahramanmaras)	918	4.1	Gokbelen-Keban (Elazig)
412	4.4	Elbistan (Kahramanmaras)	919	4.7	Koclu-Kadirli (Osmaniye)
413	4.6	Goksun (Kahramanmaras)	920	4.5	Plajkoy-Maden (Elazig)
414	4.5	Afsin (Kahramanmaras)	921	4.0	Goksun (Kahramanmaras)
415	4.3	Goksun (Kahramanmaras)	922	4.2	Dayoluk-Sariz (Kayseri)
416	4.6	Goksun (Kahramanmaras)	923	5.0	Nurhak (Kahramanmaras)
417	4.8	Akcabel-Golbası (Adiyaman)	924	4.5	Deliler-Bozova (Sanliurfa)
418	4.8	Gunduzbey-Yesilyurt (Malatya)	925	4.1	Karagol-Celikhan (Adiyaman)
419	4.0	Gecitli-Sincik (Adiyaman)	926	4.2	Huseyinli-Sincik (Adiyaman)
420	4.3	Goksun (Kahramanmaras)	927	4.5	Catbahce-Sincik (Adiyaman)
421	4.0	Nurhak (Kahramanmaras)	928	4.6	Kayadere-Puturge (Malatya)
422	4.9	Nurhak (Kahramanmaras)	929	4.4	Kirkpınar-Nurdagi (Gaziantep)
423	4.2	Goksun (Kahramanmaras)	930	4.7	Mehedinli-Kadirli (Osmaniye)
424	6.0	Goksun (Kahramanmaras)	931	4.3	Kayaonu-Palu (Elazig)

425	4.9	Begre-Dogansehir (Malatya)	932	4.5	Karaman-Kovancilar (Elazig)
426	4.2	Goksun (Kahramanmaras)	933	4.3	Sahinkayasi- (Kahramanmaras)
427	4.1	Dedeyazi-Dogansehir (Malatya)	934	5.0	Kayahisar-Aricak (Elazig)
428	4.5	Goksun (Kahramanmaras)	935	4.4	Soylu-Hani (Diyarbakir)
429	4.5	Duruldu- (Malatya)	936	4.3	Baltaci-Dicle (Diyarbakir)
430	4.4	Goksun (Kahramanmaras)	937	4.0	Hamzalar-Golbası (Adiyaman)
431	4.5	Nurhak (Kahramanmaras)	938	4.5	Ucacak-Aricak (Elazig)
432	4.1	Elbistan (Kahramanmaras)	939	5.2	Tepe-Dicle (Diyarbakir)
433	4.4	Dedekoy-Akcadag (Malatya)	940	4.2	Tepe-Dicle (Diyarbakir)
434	4.7	Pinarbası-Celikhan (Adiyaman)	941	4.5	Elbistan (Kahramanmaras)
435	4.3	Goksun (Kahramanmaras)	942	4.8	Celikhan (Adiyaman)
436	4.1	Goksun (Kahramanmaras)	943	4.3	Yusufizzettin-Kadirli (Osmaniye)
437	4.8	Elbistan (Kahramanmaras)	944	4.4	Buklumlu-Keban (Elazig)
438	4.8	Goksun (Kahramanmaras)	945	4.8	Korpe- (Elazig)
439	4.2	Goksun (Kahramanmaras)	946	4.5	Cankara-Golbası (Adiyaman)
440	4.2	Nurhak (Kahramanmaras)	947	5.0	Kayalar-Maden (Elazig)
441	4.2	Cavuslu-Dogansehir (Malatya)	948	5.3	Toplamalar-Nurdagi (Gaziantep)
442	4.3	Nurhak (Kahramanmaras)	949	4.9	Mesthuyuk-Nurdagi (Gaziantep)
443	5.8	Sucati-Dogansehir (Malatya)	950	5.3	Icerisu-Nurdagi (Gaziantep)
444	4.4	Elbistan (Kahramanmaras)	951	4.8	Sakcagoze-Nurdagi (Gaziantep)
445	4.4	Goksun (Kahramanmaras)	952	4.8	Turkoglu (Kahramanmaras)
446	4.5	Afsin (Kahramanmaras)	953	5.3	Durmuslar-Nurdagi (Gaziantep)
447	4.4	Dedeyazi-Dogansehir (Malatya)	954	4.3	Konurat-Pertek (Tunceli)
448	4.2	Elbistan (Kahramanmaras)	955	4.5	Halilbeyli-Saimbeyli (Adana)
449	5.8	Cavuslu-Dogansehir (Malatya)	956	4.9	Afsin (Kahramanmaras)
450	5.4	Ekinozu (Kahramanmaras)	957	4.6	Celikhan (Adiyaman)
451	4.8	Goksun (Kahramanmaras)	958	5.4	Atma-Kemah (Erzincan)
452	5.7	Malatya (Malatya)	959	4.5	Kockonagi-Maden (Elazig)
453	7.7	Pazarcik (Kahramanmaras)	960	5.0	Karahalka-Pinarbası (Kayseri)
454	4.2	Salkonak-Yesilyurt (Malatya)	961	4.1	Erdogan-Gurun (Sivas)
455	4.2	Konurat-Pertek (Tunceli)	962	4.5	Bogrudelik-Gurun (Sivas)
456	4.0	Canakci-Kale (Malatya)	963	4.3	Goksun (Kahramanmaras)
457	4.7	Turkoglu (Kahramanmaras)	964	5.3	Catbahce-Sincik (Adiyaman)
458	4.9	Kullu- (Osmaniye)	965	4.8	Celikhan (Adiyaman)
459	4.4	Campinar-Celikhan (Adiyaman)	966	4.9	Catbahce-Sincik (Adiyaman)
460	4.0	Kapili-Dortyol (Hatay)	967	5.0	Sofular-Kadirli (Osmaniye)
461	4.5	Salkonak-Yesilyurt (Malatya)	968	4.9	Karakutuk-Kadirli (Osmaniye)
462	4.6	Kartal- (Kahramanmaras)	969	4.7	Karatepe-Kadirli (Osmaniye)
463	4.2	Ucgoze-Yesilyurt (Malatya)	970	4.9	Karakose-Sincik (Adiyaman)
464	4.2	Erkenek-Dogansehir (Malatya)	971	5.2	Telusagi-Puturge (Malatya)
465	4.1	Surgu-Dogansehir (Malatya)	972	4.5	Celikhan (Adiyaman)
466	4.0	Pazarcik (Kahramanmaras)	973	4.7	Duztas-Derik (Mardin)
467	4.2	Turkoglu (Kahramanmaras)	974	4.4	Aksu-Sincik (Adiyaman)
468	4.3	Kartal- (Kahramanmaras)	975	5.0	Hasanlı-Sincik (Adiyaman)
469	4.9	Caglayancerit (Kahramanmaras)	976	6.0	Aksu-Sincik (Adiyaman)
470	4.0	Dogansehir (Malatya)	977	4.3	Sirmaliya-Genc (Bingol)
471	4.0	Golbagi-Celikhan (Adiyaman)	978	5.3	Yesildere-Puturge (Malatya)
472	4.4	Pazarcik (Kahramanmaras)	979	4.6	Sularbası-Alacakaya (Elazig)
473	4.1	Turkoglu (Kahramanmaras)	980	4.9	Yesilyayla-Arapgir (Malatya)
474	4.4	Karagol-Celikhan (Adiyaman)	981	4.3	Elbistan (Kahramanmaras)
475	4.2	Kurucaova-Dogansehir (Malatya)	982	5.3	Bulutoglu- (Kahramanmaras)
476	4.3	Guzelkoy-Dogansehir (Malatya)	983	4.7	Karacayir-Kuluncak (Malatya)
477	4.3	Campinar-Celikhan (Adiyaman)	984	4.3	Mermerli-Kemah (Erzincan)
478	4.4	Celikhan (Adiyaman)	985	4.8	Esencik-Puturge (Malatya)

479	4.0	Tasdamlar-Celikhan (Adiyaman)	986	4.9	Topagac-Kovancilar (Elazig)
480	4.2	Karabahsili-Golbası (Adiyaman)	987	4.7	Celikhan (Adiyaman)
481	4.1	Balikalan-Nurdagi (Gaziantep)	988	5.3	Akbayir-Sahinbey (Gaziantep)
482	4.5	Karabahsili-Golbası (Adiyaman)	989	4.4	Andirin (Kahramanmaras)
483	4.4	Kapıcam- (Kahramanmaras)	990	5.4	Ucpinar-Cungus (Diyarbakir)
484	4.5	Meydankoy-Golbası (Adiyaman)	991	5.3	Kozluk-Yesilyurt (Malatya)
485	4.5	Turkoglu (Kahramanmaras)	992	5.5	Gokce-Doganyol (Malatya)
486	4.2	Pazarcık (Kahramanmaras)	993	5.3	Gozebasi- (Elazig)
487	5.0	Arıkonak-Sincik (Adiyaman)	994	5.8	Gunduzbey-Yesilyurt (Malatya)
488	4.5	Halkacayırı- (Kahramanmaras)	995	5.2	Sogutlutepe-Pertek (Tunceli)
489	4.0	Aksu-Sincik (Adiyaman)	996	4.5	Kaledibi-Divrigi (Sivas)
490	4.2	Islahiye (Gaziantep)	997	4.7	Kaledibi-Divrigi (Sivas)
491	4.2	Savran-Golbası (Adiyaman)	998	4.9	Cimenlik-Hekimhan (Malatya)
492	4.4	Nurhak (Kahramanmaras)	999	5.3	Narhiova-Akcakale (Sanliurfa)
493	4.0	Kıriskal-Nurdagi (Gaziantep)	1000	5.3	Akcaoren-Hilvan (Sanliurfa)
494	4.9	Tanısık (Malatya)	1001	4.8	Celikhan (Adiyaman)
495	4.1	Pazarcık (Kahramanmaras)	1002	5.3	Salur-Siverek (Sanliurfa)
496	4.6	Gecitli-Sincik (Adiyaman)	1003	5.2	Hasanlı-Sincik (Adiyaman)
497	4.1	Sarayova-Hasanbeyli (Osmaniye)	1004	5.2	Yoncali-Ovacık (Tunceli)
498	4.3	Dogansehir (Malatya)	1005	5.3	Cevizdere- (Elazig)
499	4.2	Gecitli-Sincik (Adiyaman)	1006	5.5	Ekinozu (Kahramanmaras)
500	4.5	Karagol-Celikhan (Adiyaman)	1007	5.5	Catli-Siverek (Sanliurfa)
501	4.3	Dogansehir (Malatya)	1008	5.3	Celikhan (Adiyaman)
502	4.9	Ulukoy- (Malatya)	1009	5.5	Hamzali-Karakocan (Elazig)
503	4.2	Gulumusagi- (Malatya)	1010	5.8	Yarhisar-Kangal (Sivas)
504	4.4	Yenikonak-Ovacık (Tunceli)	1011	5.5	Afsar- (Kahramanmaras)
505	4.8	Pazarcık (Kahramanmaras)	1012	5.7	Payamduzu-Cemisgezek (Tunceli)
506	4.0	Salkonak-Yesilyurt (Malatya)	1013	5.8	Payamduzu-Cemisgezek (Tunceli)
507	4.6	Atakoy-Nurdagi (Gaziantep)	1014	6.8	Cemisgezek (Tunceli)

ÖZGEÇMİŞ

Rezzan ERDOĞAN, ilköğretim ve lise eğitimini Batman’da tamamladı. 2020 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümünden mezun oldu. Aynı sene içinde Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliğinde Yüksek Lisans eğitime başladı. 2020 yılından itibaren özel sektörde Şehir plancısı olarak çalışmaktadır.

