

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

**DEĞİRMENDERE'NİN
YER BİLİMLERİ VE YAPI ÖZELLİKLERİNE GÖRE
CBS TABANLI DEPREM RİSK ANALİZİ**

İSMAİL TALİH GÜVEN

KOCAELİ 2016

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

DEĞİRMENDERE'NİN YER BİLİMLERİ VE YAPI
ÖZELLİKLERİNE GÖRE CBS TABANLI DEPREM
RİSK ANALİZİ

İSMAİL TALİH GÜVEN

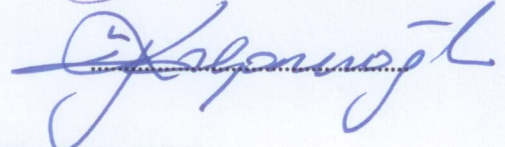
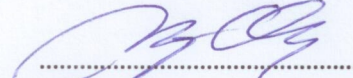
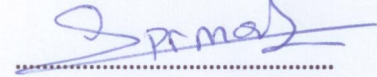
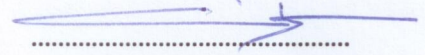
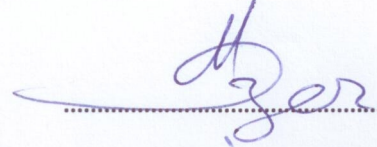
Prof.Dr. Mithat Fırat ÖZER
Danışman, Kocaeli Üniv.

Prof.Dr. Ömer Feyzi GÜRER
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniv.

Doç.Dr. Tahir Serkan IRMAK
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniv.

Prof.Dr. Nilgün OKAY
Jüri Üyesi, İTÜ

Doç.Dr. Yalçın KALYONCUOĞLU
Jüri Üyesi, SDÜ



Tezin Savunulduğu Tarih: 28.01.2016

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Dünya üzerinde meydana gelen doğal afetlere bakıldığında, özellikle depremler meydana geldikleri bölgelerde verim ve yaşanabilirlik potansiyellerini ortaya çıkarttıklarından, bu bölgeleri insan yerleşimine uygun yerler haline getirmişlerdir. Ancak bu afetlerin yıkıcı etkilerine karşı direncimizi artırmak veya önlemlerimizi almak zorundayız. Önlemlerin geliştirilmediği süreçler can ve mal kayıplarımızın giderek artmasına sebep olacaktır.

Dünyada başarılı örnekleri olan 'bütünleşik afet yönetimi' ülkemizde de uygulanmaya çalışılmaktadır. Ancak yaşadığımız tecrübeler henüz yeterli seviyeye ulaşamadığımızı göstermektedir.

Afete hazır bir toplum ve yaşanabilir kentler oluşturmak istiyorsak, afet öncesi risk değerinin ortaya konması gerekmektedir. Risk değerinin ortaya konacağı çalışmalar çok disiplinli, güncellenebilir ve yönetilebilir bir sistem üzerinde kurgulanmalıdır.

Bu çalışma, risk değerleri üzerine kurgulanan bir yöntem ve yerbilimleri verilerini içeren bir risk belirleme çalışmasıdır.

Çalışmada yardım ve desteklerini esirgemeyen tüm çalışma arkadaşlarıma, ailem ve hocam Prof. Dr. Mithat Fırat ÖZER'e yardımları ve rehberlikleri için teşekkür ederim.

Çalışma için gerekli olan veri, rapor ve haritaları paylaşımına sunan; Nüfus Vatandaşlık Genel Müdürlüğü, Gölcük Belediyesi, Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Kentsel Dönüşüm ve Gelişim Planlama Şube Müdürlüğü ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Şube Müdürlükleri'ne teşekkür ederim.

Bu çalışma, 2012 yılında başlayan ve Ocak-2015'te tamamlanan, 112M421 kodlu "Kocaeli-Gölcük-Değirmendere Beldesi Kentsel Afet Risk Yönetimine Dair Tehlike Analizinin Saptanması Projesi" başlıklı araştırma projesi kapsamında desteklenmiş ve tamamlanmıştır.

Proje ve tez çalışmama desteğinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederim.

Mart – 2016

İsmail Talih GÜVEN

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
TABLolar DİZİNİ.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ÖZET	ix
ABSTRACT	x
GİRİŞ.....	1
1. JEOLojİ	6
1.1. Bölgesel Jeoloji	6
1.1.1. Armutlu yarımadası.....	7
1.1.2. İzmit körfezi	9
1.2. Tektonik	10
1.2.1. Paleotektonik	10
1.2.2. Neotektonik.....	11
1.3. Stratigrafi	11
1.3.1. İnceleme alanının jeolojisi.....	12
1.3.1.1. İznik metamorfik topluluğu	15
1.3.1.2. Aslanbey formasyonu.....	16
1.3.1.3. Alüvyon.....	16
2. AFET YÖNETİMİ VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ.....	19
2.1. Afet Kavramı ve Türleri	19
2.2. Afet Yönetimi	22
2.2.1. Afet yönetiminin evreleri.....	23
2.2.2. Müdahale.....	24
2.2.3. Risk ve zarar azaltma	25
2.3. Risk ve Risk Değerlendirme	33
2.3.1. Deprem riskinin bileşenleri.....	33
2.4. Uluslararası Afet Yönetimi Politikalarındaki Gelişimler	36
2.5. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)	39
3. DEPREM RİSKİ ANALİZİ KAPSAMINDA VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ	45
3.1. Çalışma Alanı Yapı Stoğu ve CBS Ortamındaki Özellikleri.....	45
3.1.1. Yapı tehlike analizi sistemi (YTAS) ve yapı tehlike analizi fişi (YTAF).....	46
3.2. Kullanılan Veriler	48
3.2.1. Yerleşime uygunluk verileri	49
3.2.2. Hasar durum dağılımı	53
3.2.3. Yapıların faya uzaklıkları.....	55
3.2.4. Binanın faya göre asal eksen doğrultusu	57
3.2.5. Yeraltı suyu seviyesi	58
3.2.6. $V_{s(30)}$ hız dağılımı	60
3.2.7. Eğim/ tepe-yamaç etkisi.....	61
3.2.8. Mikrotremor verilerinden zemin özellikleri	63
3.2.8.1. Zemin hakim frekansı (f_0).....	63
3.2.8.2. Zemin hakim periyodu.....	63

3.2.8.3. Zemin büyümesi (A_0)	64
3.2.8.4. Zemin sınıfı	65
3.2.9. Jeolojik formasyon etkisi	68
3.2.10. Ana kaya derinliği	69
3.2.11. Yükseklik dağılımı	70
3.2.12. Demografik dağılım	71
4. ANALİTİK HİYERARŞİK SÜREÇ (AHS)	75
4.1. Tehlike Analizi Saptanmasında Kullanılacak Verilerin Ağırlıklandırılması	75
4.2. Analitik Hiyerarşik Süreç	77
4.2.1. Karar verme problemi tanımlanması (Adım 1)	78
4.2.2. Faktörler arası karşılaştırma matrisi oluşturulması (Adım 2)	78
4.2.3. Faktörlerin yüzde önem dağılımları belirlenmesi (Adım 3)	80
4.2.4. Faktör kıyaslamalarında tutarlılık ölçümü (Adım 4)	82
4.3. AHS ile Grup Kararı Verilmesi	84
4.4. Çalışma Alanı İçin Tehlike Analizi Ağırlıklarının Hesaplanması	85
5. TEHLİKE ANALİZİ SONUÇLARI VE DAĞILIMLARI	88
5.1. Jeolojik Formasyon Etkisine Göre Risk Değerlendirmesi	89
5.2. Mikrotremor Zemin Sınıfına Göre Risk Değerlendirmesi	90
5.3. Yeraltı Suyu Seviyesine Göre Risk Değerlendirmesi	92
5.4. $V_{s(30)}$ Hız Dağılımına Göre Risk Değerlendirmesi	93
5.5. Yapıların Faya Uzaklıklarına Göre Risk Değerlendirmesi	95
5.6. Binanın Faya Göre Asal Eksen Doğrultusuna Bağlı Risk Değerlendirmesi	96
5.7. Eğim/ Tepe-Yamaç Etkisine Göre Risk Değerlendirmesi	99
5.8. Yerbilimleri Toplam Tehlike Analizi Haritası	100
6. TEHLİKE ANALİZİ SONUÇLARININ AFET YÖNETİMİ UYGULAMALARI	104
6.1. Riski Yüksek Yapıların Çadır Alanlarına Uzaklıkları	105
6.2. Riski Yüksek Yapıların Kamu Yapılarına Uzaklıkları	107
6.3. Hasargörebilirliği Yüksek Yapılar, Kırılgan Nüfus ve Alan Dağılımları	110
6.4. Müdahale ve Toplanma Alanları	111
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	114
KAYNAKLAR	118
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER	126
ÖZGEÇMİŞ	127

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	Çalışma alanı	6
Şekil 1.2.	Doğu Marmara Bölgesi'nin sadeleştirilmiş jeoloji haritası	7
Şekil 1.3.	Doğu Marmara Bölgesi'nin ana morfotektonik üniteleri	8
Şekil 1.4.	Armutlu Yarımadası'nın topoğrafik konumu	9
Şekil 1.5.	İzmit Körfezi'nin batimetrik haritası ve KAFZ'ye ait kuzey kol.....	10
Şekil 1.6.	Kiper (2002) tarafından hazırlanan jeoloji haritası.....	12
Şekil 1.7.	Özalaybey ve diğ. (2008) tarafından hazırlanan jeoloji haritası	13
Şekil 1.8.	Maden Tetkik Arama Kurumu tarafından hazırlanan jeoloji haritası	13
Şekil 1.9.	Konak (2002) tarafından hazırlanan jeoloji haritası	14
Şekil 1.10.	Kocaeli-Değirmendere bölgesinin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti	14
Şekil 1.11.	Çalışma alanı jeoloji haritası	15
Şekil 1.12.	Çalışma alanı fotoğraf indeksi.....	17
Şekil 1.13.	Sırasıyla çalışma alanının jeolojik birim fotoğrafları	18
Şekil 2.1.	Tehlikeler ve türleri	20
Şekil 2.2.	Afet yönetimi döngüsü	22
Şekil 2.3.	Modern afet yönetim sistemi	24
Şekil 2.4.	Afet yönetimi zarar azaltmaevreleri.....	25
Şekil 2.5.	Depremlerden etkilenen kişi sayısı ve magnitüd arasındaki ilişki	27
Şekil 2.6.	a) Yüksek Riskli Afet-Topluluk-Çevre İlişkisi, b) Düşük Riskli Afet-Topluluk-Çevre İlişkisi.....	33
Şekil 2.7.	Kavramsal deprem risk analizi faktörleri	34
Şekil 2.8.	Risk kavramı ve bileşenleri	35
Şekil 2.9.	Konumsal veri işleme ve CBS ilişkisi	40
Şekil 2.10.	Bilgisayarda CBS ortamında veri toplama ve tabaka görünümü	42
Şekil 2.11.	Çalışmadaki CBS tabaka yapısı	43
Şekil 3.1.	a) Yapı Tehlike Analizi Sistemi (YTAS), b) Yapı Tehlike Analizi Fişi (YTAF)	47
Şekil 3.2.	Çalışma sınırlarında yerleşime uygunluk haritası.....	51
Şekil 3.3.	Bir yapının farklı yerleşime uygunluk sınıfları ile çakışması örneği	52
Şekil 3.4.	Yapı öznitelik bilgisi olarak yerleşime uygunluk haritası	53
Şekil 3.5.	Mahalle bazında toplam hasar dağılımı	55
Şekil 3.6.	17/08/1999 Depremi yüzey kırığının çalışma alanı yapı stoğuna göre konumu	56
Şekil 3.7.	Tam doğrultu atımlı faylanmada yatay birim yük dağılımı	57
Şekil 3.8.	Yapının uzun ekseninin faya göre konum haritası.....	58
Şekil 3.9.	Yeraltı su seviyesi haritası	59
Şekil 3.10.	YAS belirlendiği sondaj noktaları dağılımı	60
Şekil 3.11.	$V_{s(30)}$ hız dağılımları	61
Şekil 3.12.	Eğim sınıflama dağılımı	62
Şekil 3.13.	Mikrotremorden elde edilen zemin hakim frekansları	63
Şekil 3.14.	Mikrotremorden elde edilen zemin hakim periyot değerleri	64
Şekil 3.15.	Mikrotremorden elde edilen zemin büyütme değerleri.....	65

Şekil 3.16. Mikrotremorden elde edilen zemin sınıfları	66
Şekil 3.17. Mikrotremorden elde edilen eklenmiş zemin sınıflaması haritası	67
Şekil 3.18. Jeolojik Formasyon dağılımı	68
Şekil 3.19. Jeolojik formasyon dağılımı	69
Şekil 3.20. Ana kaya derinliği dağılım haritası	70
Şekil 3.21. Yükseklik dağılım haritası	71
Şekil 3.22. Yapılardaki demografik dağılım	72
Şekil 3.23. Mahalle bazında nüfus dağılımı	73
Şekil 3.24. Mahalle bazında nüfus dağılım haritası	74
Şekil 4.1. AHS yöntemi akış şeması.....	78
Şekil 4.2. AHS uygulaması için kullanılan program arayüzü	86
Şekil 4.3. Tehlike analizi hesaplanmasına etki edecek olan faktörlerin ağırlık dağılımı	87
Şekil 5.1. Çalışma alanı yapı stoğu	88
Şekil 5.2. Jeolojik formasyon TAK değerleri dağılımı	89
Şekil 5.3. Mikrotremor zemin sınıfı TAK değerleri dağılımı	90
Şekil 5.4. Yeraltı su seviyesi TAK değerleri dağılımı.....	92
Şekil 5.5. $V_{s(30)}$ TAK değerleri dağılımı	94
Şekil 5.6. KAFZ'ye uzaklık TAK değerleri dağılımı.....	95
Şekil 5.7. Tam doğrultu atımlı faylanmada yatay yük dağılımı	97
Şekil 5.8. KAFZ'ye göre yönlendirme TAK değerleri dağılımı	98
Şekil 5.9. Eğim/Tepe-Yamaç TAK değerleri dağılımı.....	99
Şekil 5.10. Toplam tehlike analizi haritası.....	101
Şekil 5.11. Toplam TAK değerleri % 50 üzerinde olma durumu dağılımı	102
Şekil 6.1. Yapı üretimi bilgi akış şeması	104
Şekil 6.2. Hasargörebilirliği yüksek yapıların çadır alanına uzaklık dağılımı	105
Şekil 6.3. Çadır alanlarına uzaklıkların, yapı, hane ve demografik dağılımları.....	107
Şekil 6.4. Hasargörebilirliği yüksek yapıların kamu yapılarına uzaklık dağılımı	108
Şekil 6.5. Kamu yapılarına uzaklıkların, yapı, hane ve demografik dağılımları.....	109
Şekil 6.6. Mahalle bazında kişi başına düşen birim alan dağılımı	110
Şekil 6.7. Hasargörebilirliği yüksek yapıların toplam kırılğan nüfus dağılımı	110
Şekil 6.8. Denizden müdahale için önerilen liman alanları	112
Şekil 6.9. Hasargörebilirliği yüksek yapılar ve acil toplanma alanı dağılımı.....	112

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1.1.	Yapıların jeolojik birimler üzerindeki dağılımları	16
Tablo 2.1.	Afet türüne göre olay sayıları ve etkilenen kişi dağılımları.....	21
Tablo 2.2.	Afet türlerine göre etkilenen yerleşim birimi sayısı	21
Tablo 2.2.	Afetlere ilişkin olarak 1923 yılından sonra çıkarılan yasaların listesi	29
Tablo 2.3.	1999 depremlerinden sonra çıkartılan kanun ve kurulan kurumlar	30
Tablo 2.4.	17 Ağustos 1999 depreminden sonra çıkarılan yasa, yönetmelik vb. gibi mevzuat listesi	30
Tablo 3.1.	Yapı tehlike analizinde kullanılan veriler ve açıklamaları.....	48
Tablo 3.2.	Yerleşime uygunluk sınıflamalarına göre binaların mahalle ölçeğinde dağılımları	51
Tablo 3.3.	Proje alanındaki yapıların mahalle ölçeğinde hasar dağılımı.....	54
Tablo 3.4.	Faya uzaklık-Risk oranı tablosu	56
Tablo 3.5.	Faya göre yönlenme-Risk oranı tablosu.....	58
Tablo 3.6.	YAS durumu-Risk oranı tablosu.....	59
Tablo 3.7.	S Dalgası hız dağılımına göre zemin sınıflaması ve risk oranı	61
Tablo 3.8.	Eğim miktarı ve risk oranları	62
Tablo 3.9.	Zemin gruplarının özellikleri	66
Tablo 3.10.	Yerel zemin sınıfları	67
Tablo 3.11.	Mikrotremorden elde edilen zemin sınıflamaları ve risk oranları.....	67
Tablo 3.12.	Jeolojik birimler, açıklamaları ve risk oranları.....	68
Tablo 3.13.	Ana kaya derinliği ve yapı adedi ilişkisi	69
Tablo 3.14.	Yükseklik ve yapı adedi ilişkisi	70
Tablo 3.15.	Konut sayıları ve demografik dağılım	73
Tablo 4.1.	Yapı tehlike analizinde kullanılan kriterleri	76
Tablo 4.2.	Ağırlıklandırmaları hesaplanacak olan veri gurubu	77
Tablo 4.3.	Karşılaştırmada kullanılan önem dereceleri tablosu	79
Tablo 4.4.	Örnek karşılaştırma matrisi	80
Tablo 4.5.	Rastgele değer indeksi (RI) değerleri.....	84
Tablo 4.6.	Tehlike analizinde kullanılacak olan kriterlerin ağırlıkları	86
Tablo 5.1.	Tehlike analizinde kullanılacak olan kriterlerin ağırlıkları	88
Tablo 5.2.	Jeolojik birimler TAK değerleri ve riske maruz kalan nüfus dağılımı	90
Tablo 5.3.	Mikrotremor zemin sınıfı TAK değerleri ve riske maruz kalan nüfus dağılımı.....	91
Tablo 5.4.	YAS TAK değeri ve riske maruz kalan nüfus dağılımı	92
Tablo 5.5.	$V_{s(30)}$ Hız Dağılımı sınıflaması TAK değerleri ve riske maruz kalan nüfus dağılımı.....	94
Tablo 5.6.	Faya uzaklık TAK değeri ve riske maruz kalan nüfus dağılımı	96
Tablo 5.7.	KAFZ'ye göre yönlenme TAK değeri ve riske maruz kalan nüfus dağılımı.....	98
Tablo 5.8.	Eğim miktarı TAK değerleri ve riske maruz kalan nüfus dağılımı.....	99
Tablo 6.9.	Toplam TAK değerleri ve riske maruz kalan nüfus dağılımı	100
Tablo 5.10.	Hasargörebilirliği yüksek yapılardaki nüfus dağılımı	101

Tablo 5.11. Hasargörebilirliği yüksek yapılardaki mahalle bazında riske maruz kalan nüfus dağılımı	102
Tablo 6.1. Hasargörebilirliği yüksek yapıların çadır alanlarına uzaklıkları ve etkilenen nüfus dağılımı	106
Tablo 6.2. Kamu yapılarının nitelikleri.....	107
Tablo 6.3. Hasargörebilirliği yüksek yapıların kamu yapılarına uzaklıkları ve etkilenen nüfus dağılımı	108
Tablo 6.4. Mahalle bazında kişi başına düşen birim alan.....	111
Tablo 6.5. Acil toplanma alanlarının mahalle bazında dağılımı	113

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ϕ	: İçsel sürtünme açısı, (°)
A_0	: Zemin büyütmesi
C	: Kohezyon, (MPa)
CR	: Tutarlılık oranı, (%)
f_0	: Zemin hakim frekansı, (Hz)
km	: Kilometre
m	: Metre
RQD	: Kaya zeminler için kalite değeri, (%)
sn	: Saniye
T_0	: Zemin hakim periyodu, (sn)
V_s	: Kesme dalgası hızı, (m/sn)
$V_{s(30)}$: Otuz metredeki kesme dalgası hızı, (m/sn)

Kısaltmalar

AHS	: Analitik Hiyerarşik Süreç
AJE	: Ayrıntılı Jeoteknik Etüd
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
CI	: Tutarlılık Göstergesi
NVİ	: Nüfus Vatandaşlık Genel Müdürlüğü
ÖA	: Önlemler Alan
Pm	: Pamukova Metakumtaşı
Qal	: Alüvyon
Qal-1	: Alüvyon: Az çakıllı, Kil, Siltli Kil, Kum
Qal-2	: Genç Alüvyon: Kil, Silt, Kum, Çakıl
RI	: Rastgele Değer İndeksi
T_a	: Arslanbey Formasyonu
TAK	: Tehlike Analizi Katsayısı
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
UA	: Uygun Alan
UOA	: Uygun Olmayan Alan
YAS	: Yeraltı Su Seviyesi
YTAF	: Yapı Tehlike Analizi Fişi
YTAS	: Yapı Tehlike Analizi Sistemi

DEĞİRMENDERE'NİN YER BİLİMLERİ VE YAPI ÖZELLİKLERİNE GÖRE CBS TABANLI DEPREM RİSK ANALİZİ

ÖZET

Bu çalışmada, Değirmendere beldesinde, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) temelli, depreme yönelik afet yönetimi zarar azaltma amacıyla bir sistem geliştirilmiştir.

Geliştirilen sistem için öncelikle bölgede yapılmış olan çalışmalar, 17 Ağustos 1999 depreminde bölgede oluşan zararlar ve sebepleri incelenmiş ve bölgede depremde yapıları etkileyen yerbilimleri verilerine dayanarak risk oranları ve yerbilimleri verilerinin alt kategorilerinin etki oranlarına göre alt risk oranları belirlenmiştir.

Bölgenin depreme yönelik tehlike analizinin yapmakta kullanılan bu verilerin CBS ortamında değerlendirilebilmesi için Analitik Hiyerarşik Süreç (AHS) yöntemi ile ağırlıklandırılması yapılmıştır. Analiz birimi olarak 'alan' ı esas alan diğer CBS çalışmalardan farklı olarak, tüm veriler, yapı birimlerinin öznelik değeri olarak CBS ortamına aktarılmıştır.

Bölgede yaşayan nüfus ile ilgili demografik bilgiler Nüfus Vatandaşlık Genel Müdürlüğü'nden elde edilmiş ve yine yapılara ait veri olarak CBS ortamına aktarılmıştır.

Sonrasında da CBS ortamında tehlike analizleri yapılarak bölgedeki riskli yapılar ve risk oranları belirlenmiştir. Diğer afet yönetimi çalışmalarından farklı olarak, riskli yapılarda yaşayan nüfus verileri de değerlendirilmiş ve bunlara yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Afet Yönetimi, Analitik Hiyerarşik Süreç (AHS), Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Tehlike Analizi, Zarar Azaltma.

THE GIS-BASED EARTHQUAKE RISK ANALYSIS OF DEĞIRMENDERE IN RESPECT TO EARTH SCIENCES AND BUILDING PROPERTIES

ABSTRACT

In this study, a system is developed within Geographical Information Systems (GIS) with the aim of hazard mitigation of earthquakes in Değirmendere for disaster management.

Initially, former studies conducted in the region have been examined; the damages during the earthquake on August 17, 1999 and their reasons have been investigated. Regarding the earth sciences data that affect buildings during an earthquake ratios of risk and in relation to degree of affect of sub-categories of these data to buildings during an earthquake have been identified.

In order to be able to evaluate the risk analysis of the region for earthquakes within GIS, the weighting of these data have been realized with the method of Analytic Hierarchy Process (AHP).

In contrast to other GIS studies which take regions as basic mapping unit, all data have been transferred into GIS medium as a attribute value for building entities.

Demographic information on the residents of the region have been obtained from the General Directorate of Civil Registration and Nationality, and transferred into GIS medium as another value for each building.

Afterwards, risk analyses have been conducted in GIS Medium, and the buildings under risk and their ratios have been determined. As a contrast to other studies of disaster management, demographic data of the population living in buildings under risk have also been evaluated and suggestions have been made for these cases.

Keywords: Disaster Management, Analytic Hierarchy Process (AHP), Geographical Information Systems (GIS), Risk Analysis, Hazard Mitigation.

GİRİŞ

İnsanlar tarih boyunca doğal olaylarla karşılaşmışlardır. Toplulukların sosyo-ekonomik ve teknolojik gelişmişlik düzeylerine bağlı olarak olaylarla başa çıkmaya biçimleri başarısızlıkla sonuçlandığında, bu doğal olaylar afetlere dönüşmüştür (Acerer, 1999).

Aletsel dönem olarak tanımlanan 1900'lü yıllardan günümüze kadar Türkiye'de büyüklükleri 5,0-7,9 arasında olan 116 adet deprem meydana gelmiştir (URL-1). Bu rakamlara göre ülkemiz her yıl bir büyük deprem yaşamaktadır.

Afetlerin yerini, zamanını ve etki derecesini önceden belirleyebilmek ve tamamen ortadan kaldırmak mümkün değil ise de hazırlıklı olmak ve afetleri minimum zararlarla atlattak hedeflenmelidir (Aksaraylı, 2005).

Yaşadığımız tüm afet tecrübelerine rağmen, toplum olarak deprem gibi tekrarlanan bir afet karşısında bile zararın azaltılmasına yönelik bir duyarlılık ve hassasiyet gösteremiyoruz. Yaşadığımız depremlerde yaklaşık 600.000 civarında yapı hasar görmüş, 85.000 kişi hayatını kaybetmiştir. Sadece 17 Ağustos depreminde ki maddi kaybın 6 milyar US \$ ila 10 milyar US \$ arası olduğu belirtilmektedir.

Depremler yarattıkları can ve mal kayıplarının yanında bölgesel sorunlara da sebep olmaktadır. Deprem sonrası yaşanan ekonomik kayıplar, deprem bölgesindeki fiziksel hasarlar depremi hissedenden insanlardaki sosyo-psikolojik tahribatlar ve deprem sonrası yaşanan göçler bunlardan bazılarıdır. Güç koşullarda yarattığımız ekonomik ve sosyal değerler saniyeler içinde kaybedebilmektedir.

Meydana gelen deprem veya diğer afetler karşısında ülke olarak hem can kaybı hem de mal kayıplarımızın oranı çok yüksek olmaktadır. Yaşanan tecrübeler, afet sonrası karışıklık ve zamanında müdahale edememekten kaynaklanan zararların, afet nedeniyle oluşan zararlardan daha fazla olabileceğini göstermiştir (Aksaraylı, 2005).

Ülkemizde “Afet Yönetimi” çalışmaları son on yılda hız kazanmakla birlikte, karşılaşılan afetlerde yapılan uygulamalar istenen düzeyden çok uzakta olduğumuzu göstermektedir.

Son zamanlarda yaşanan felaketlerden edinilen tecrübelerle göre, afet sonrası acil yardımların yanı sıra, afet öncesinde yapılacak çalışmalarla oluşacak her türlü kaybın azaltılması yönünde çalışmalar yapılmalıdır.

Afet yönetimi ve özellikle zarar azaltma çalışmaları, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) gibi veri yönetiminin ve güncellenmesinin yapılabileceği, çok disiplinli sorgulama ve bilgi girişlerinin düzenlenebileceği bir sistemin desteği ile başarıya ulaşacaktır.

Ülkemizde yapılmış olan afet yönetimi çalışmaları incelendiğinde; Aksaraylı (2005), afet yönetim sistemi için CBS ağ yapısı önerisinde bulunmuş ve İzmir örneği için model çalışma yapılmıştır; İnce (2005), Eminönü ve Fatih ilçeleri için mikrobölgeleme haritası hazırlanmış ve geçmişte meydana gelen hasarlar ile karşılaştırılmıştır; Şengün (2007), 17 Ağustos 199 depreminden sonraki afet yönetimi çalışmaları değerlendirilmiş, afet sonrası yaşanan sorunlar araştırılmıştır; Akyel (2007), kamu yöneticilerine uygulanan anket sonucunda karşılaşılan sorunlara yönelik öneriler geliştirilmiştir; Tüzün (2008), olası bir deprem için betonarme yapıların hasar görülebilirlik analiz yöntemi geliştirilmiştir; Karaman (2008), risk yönetimi ve kayıp analizi için HAZTURK programı geliştirilmiş ve yapı riskleri hesaplanmıştır; Gündüz (2008), mevcut afet yönetim sistemi değerlendirilerek yaşanan sorunlara karşı yeni bir model geliştirilmiştir; Aşıkoğlu Şahin (2009), afete duyarlı planlama çalışmaları için öneriler getirilmiştir; Akın (2009), Tokat Erbaa için planlamaya yönelik mikrobölgeleme haritası yapılmıştır; Türk (2009), CBS tabanlı afet bilgi sistemi oluşturulmuş, Erbaa ilçesi için örnek çalışma yapılmıştır; Turan (2009), Yalova ili için yapılmış olan jeoteknik çalışmalar değerlendirilerek yapıların depremselliği incelenmiştir; Balyemez (2010), Türkiye koşullarına özgü, somut ve uygulanabilir kentsel yenileme için katılım modeli geliştirilmiştir; Gerdan (2010), Kocaeli Üniversitesi için afet ve acil durum yönetimi sistemi oluşturmuştur; Kolat (2010), Bursa ili Yenişehir ilçesi için zemin özellikleri CBS ortamına aktararak düzenli alan değerlendirmesi yapılmıştır; Sarı (2011), Afet sonrası kayıpları azaltabilmek amacıyla alternatif tahliye yolları önerilmiştir; Avdan (2011) Eskişehir ili için yerbilimleri verilerine göre mikrobölgeleme değerlendirmesi yapılarak riskli alanlara yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde, CBS tabanlı alansal tehlike bölgeleme çalışmaları bulunmakla birlikte, bu tehlikenin yapılara aktarıldığı ve yapıların hasargörebilirliğinin ortaya konduğu bir çalışma görülmemektedir.

Bu çalışma, görülen bu eksiklik üzerine kurgulanmış, yapıların hasar görebilirliğinin ortaya konduğu ve yapılarda yaşayan kişilerin risklerinin değerlendirildiği, afet öncesi risk yönetimi ve afet sonrası kriz yönetimi için önerilerde bulunan CBS tabanlı bir sistem tasarlanmıştır.

Afet anında ve sonrasında karşılaştığımız durumlar, hem toplum hem de yönetim açısından hazırlıksız yakalandığımızı açıkça göstermektedir.

Bu tez çalışmasının amacı, izlenen yöntem ve veri yönetimi sayesinde Değirmendere'de olası bir deprem karşısında risklerin önceden tespit edilmesi ve tespit edilen risklere karşı alınabilecek önlemleri belirlemektir.

Çalışma sonunda elde edilen yapı üzerindeki risk değerleri demografik dağılım ile birlikte analiz edilerek olası deprem karşısında etkilenecek nüfus belirlenmiştir.

Oluşturulan bu sistem sayesinde; olası bir depremin yapılar ve dolayısıyla insana ve topluma vereceği zararın azaltılması, deprem sonrasında da riski yüksek yapılar ve bu yapılarda yaşayan insanlar için ilk müdahale biçimlerinin yönlendirilmesi, bu sayede can kayıplarının azaltılması da amaçlanmaktadır.

Çalışmada, afet öncesi yerbilimleri verileri ile deprem riski belirlenerek, zarar azaltmaya yönelik, güncellenebilir, farklı bölgelerde de uygulanabilir bir sistem oluşturulmuştur.

Çalışmanın başlangıcında belediyelerden elde edilen haritalar incelendiğinde, bu verilerle çalışma alanındaki yapı sayısının birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir. Gölcük Belediyesi'nden elde edilen haritalara göre 2450 yapıya ulaşılırken Kocaeli Büyükşehir Belediyesi'nden elde edilen verilere göre Ocak 2013 tarihinde 3456 adet yapı çalışmaya dahil edilmiştir. Hava fotoğrafları ve alan analizlerinden elde edilen güncel veriye bağlı olarak Kocaeli Büyükşehir Belediye Başkanlığı'ndan alınan verilerin kullanılmasına karar verilmiştir.

Yerel yönetimlerden, özel kuruluşlar, kurum ve üniversitelerden elde edilen veriler CBS ortamında yapıya ait öznitelik değerlerine eklenmiştir. Sonrasında hesaplanan risk değerleri ile yapının durumu ortaya konmuştur. Çalışma alanındaki tüm yapılar

için, Nüfus Vatandaşlık Genel Müdürlüğü (NVI)'nden Kasım 2014 tarihinde alınan demografik bilgiler yine CBS ortamında yapının nitelik bilgileri ile eşleştirilmiştir. Tüm bu birleştirme ve sentez işlemlerine imkan veren ve mekânsal referanslı veri işleyebilen CBS afet yönetimi çalışmalarında kaçınılmaz bir gereklilik haline gelmiştir.

CBS veri alt yapısı oluşturulduktan sonra, yerbilimleri raporları, arazi gözlemleri ve 17 Ağustos 1999 depremi sonrasında çalışma alanında elde edilmiş bilgiler doğrultusunda 28 adet veri belirlenmiştir.

CBS ortamına aktarılan 28 adet veri üzerinde yapıya deprem anında hasar verme potansiyeline göre değerlendirme yapılmış ve 7 adet veri tehlike analizinde kullanılacak olan ağırlıklarının hesaplanması için seçilmiştir.

Seçilen 7 veri üzerinde Analitik Hiyerarşik Süreç (AHS) uygulanarak Tehlike analizinde kullanılacak olan ağırlık değerleri elde edilmiştir. AHS sonucunda elde edilen ağırlıklar, çalışma alanındaki her bir yapının öznelik değeri olarak CBS ortamına aktarılmıştır. Bu ağırlıklar veri gruplarının alt nicelik değerleri ile çarpılarak söz konusu kritere ait risk değerleri hesaplanmıştır. Bu risk değerlerinin toplamından sonuç tehlike analizi değeri elde edilmiştir.

Elde edilen risk analizi sonuçları Nüfus Vatandaşlık Genel Müdürlüğü'nden alınan nüfus bilgileri ile birleştirilerek riskli yapı ve nüfus ilişkisi ortaya konmuştur.

Sonuç risk analizi verilerinden yola çıkılarak mahalle ve alt ölçeğinde önerilerde bulunulmuştur.

Yerbilimleri verilerinin, zarar azaltma çalışmalarında kullanılma zorunluluğu ve üst ölçekte diğer disiplinler için temel/çekirdek veri grubu niteliğinde olduğu vurgulanmıştır.

Yapılan çalışmanın başlangıç aşamasından sonuç kısmına kadar güncellenebilir olmasına ve uygulanabilir olmasına dikkat edilmiştir. Herhangi bir zarar azaltma önleminin fayda sağlayabilmesi, onun uygulanabilir olmasına ve söz konusu tehlikeye karşı koruyucu bir işlevinin bulunmasına bağlıdır (Güler, 2008).

Çalışmada takip edilen yöntem, TÜBİTAK tarafından 112M421 no ve "Kocaeli-Gölcük- Değirmendere Beldesi Kentsel Afet Risk Yönetimine Dair Tehlike Analizinin Saptanması Projesi" başlıklı proje kapsamında da uygulanmıştır.

Bu çalışma 7 bölümden oluşmaktadır.

Giriş bölümünde problem tanımı yapılarak, çalışmanın amacı ve uygulanan aşamalar hakkında bilgi verilmektedir.

İkinci bölüm, çalışma alanının jeolojisini içermektedir. Alan için elde edilen jeolojik birim haritaları incelenmiş ve tehlike analizinde kullanılmaya karar verilen harita hakkında bilgiye yer verilmiştir. Alanın jeolojik birimleri hakkında açıklamalar yapılmıştır.

Üçüncü bölümde, afet yönetiminin ilkeleri ve evreleri anlatılmış, zarar azaltma aşaması tarif edilmiş, Coğrafi Bilgi Sistemlerinin tanımı yapılarak, çalışma içinde kullanımı hakkında bilgiler verilmiştir.

Dördüncü bölüm; deprem risk analizi için, literatür araştırmasında çalışma alanında yapılmış olan rapor, tez ve makalelerden elde edilen verilerin analizleri ve bu veri gruplarının bölgedeki dağılım özelliklerini içermektedir.

Beşinci bölüm, tehlike analizi çalışmasında kullanılacak ağırlıkların hesaplanması için uygulanan Analitik Hiyerarşik Süreç (AHS) yöntemi hakkında bilgi vermekte, çalışma kapsamında nasıl kullanıldığı, elde edilen ağırlık değerleri ve dağılımlarının ne şekilde olduğunu tarif etmektedir.

Altıncı bölümde, hesaplanan ağırlık değerleri ile tehlike analizi veri grupları değerleri çarpılarak her bir veri grubunun alt değerlendirme yapılmaktadır. Sonuç toplam tehlike haritasının bu değerlerin CBS ortamında toplanması ve haritalanması ile nasıl elde edildiği anlatılmaktadır.

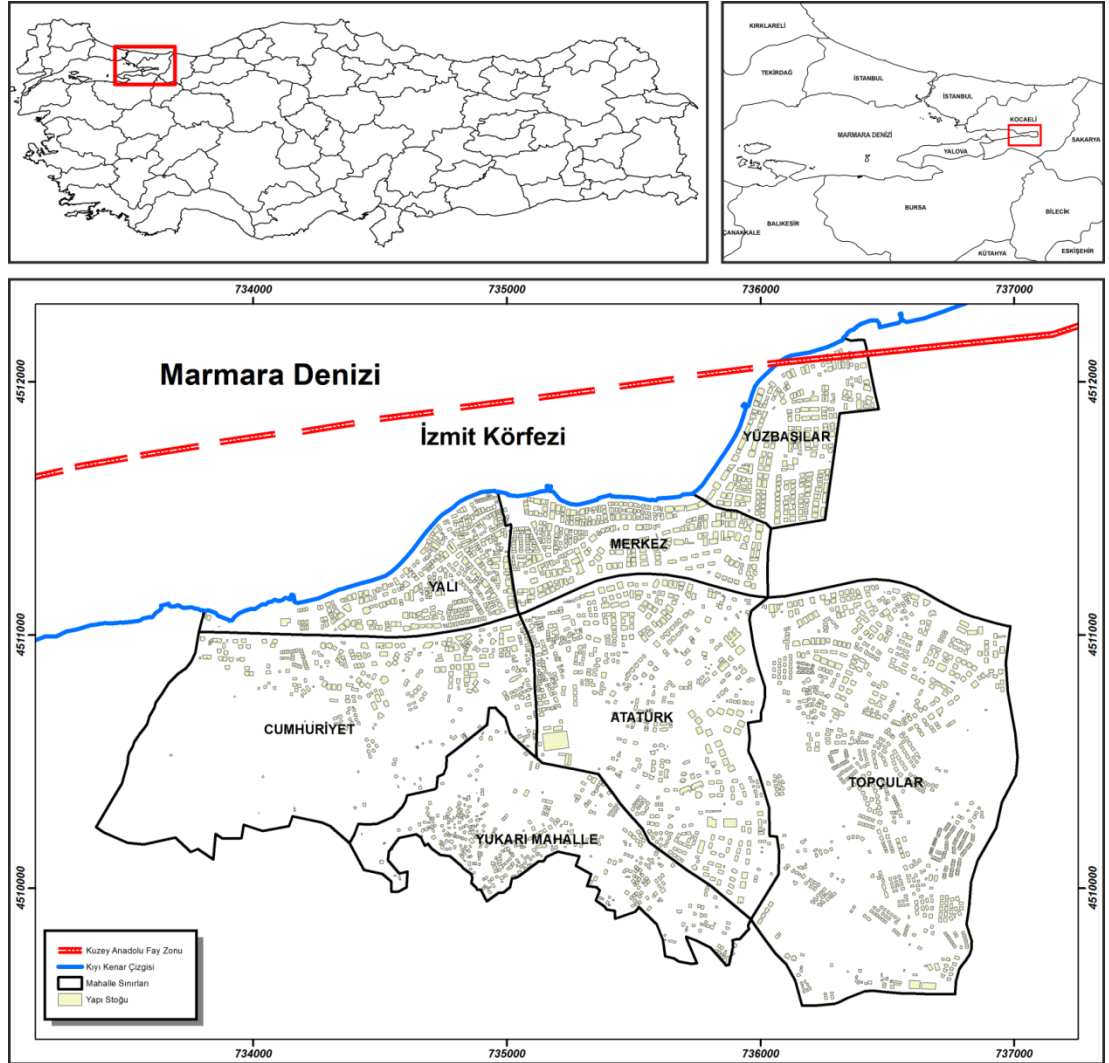
Yedinci bölüm, yapılan analiz sonuçlarının afet yönetimi uygulamalarını içermektedir.

Sekizinci bölümde, elde edilen harita ve tablolar neticesinde öneriler içermekte; afet öncesi risk/zarar azaltma, afet sonrasında da kriz masası için değerlendirmeler yapılmaktadır.

1. JEOLJİ

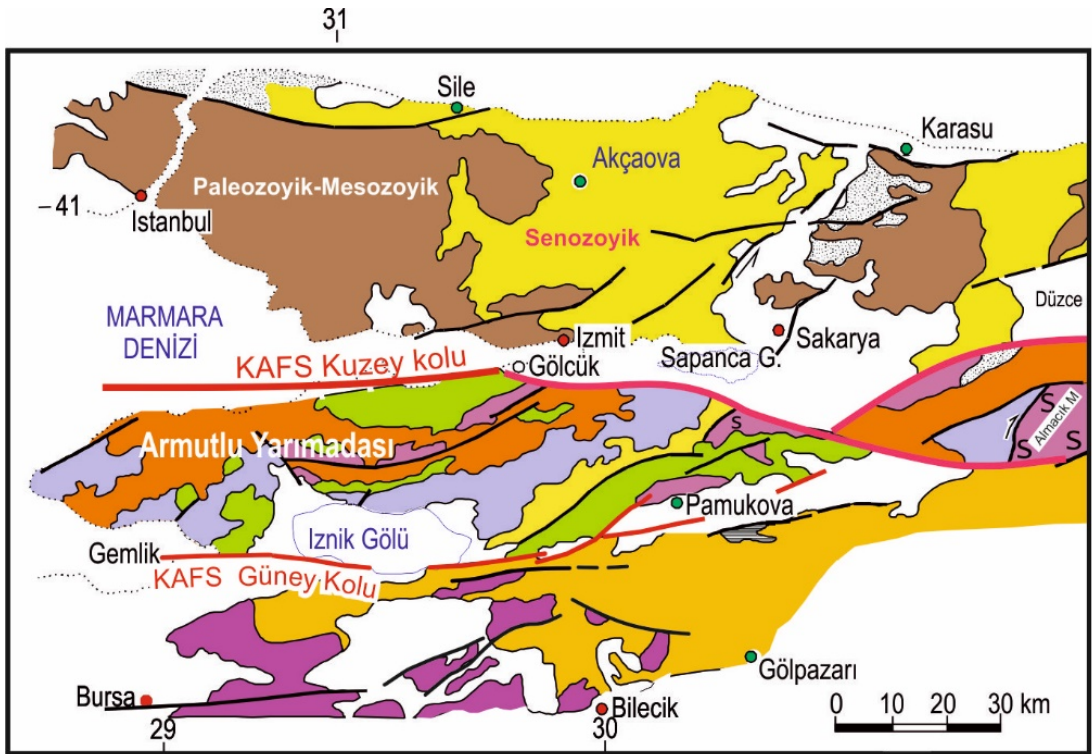
1.1. Bölgesel Jeoloji

Kocaeli ili, Gölcük ilçesi, Değirmendere beldesi çalışma alanı olarak seçilmiştir (Şekil 1.1). Çalışma alanında 7 mahalle, 3456 adet yapı bulunmaktadır. Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun kuzey kolunda meydana gelmiş olan, 17 Ağustos 1999 Gölcük Depremi yüzey kırığı çalışma alanının kuzeyinden geçmektedir (Şekil 1.1.).



Şekil 1.1. Çalışma alanı

Doğu Marmara Bölgesi'nde yer alan inceleme alanı, Armutlu Yarımadası kuzeyinde, İzmit Körfezi güneyinde yer alır. Doğu Marmara Bölgesi bugün aktif veya inaktif yapısal elemanlarla birbirinden ayrılmış bağımsız morfotektonik ünitelerin oluşturduğu bir mozaik görünümündedir (Şekil 1.2). Bu mozaiği oluşturan ana parçalar Trakya-Kocaeli Penepleni, Çamdağ-Akçakoca Platosu, Armutlu-Almacık yükselimi, Bursa-Bilecik Platosu'ndan oluşur. Bu ana morfotektonik üniteler birbirlerinden tali morfotektonik üniteler olarak adlandırılan Adapazarı-Karasu koridoru, Adapazarı Havzası, İzmit-Sapanca koridoru ve Gemlik Pamukova koridoru ile birbirinden ayrılır (Yiğitbaş ve diğ. 2006).

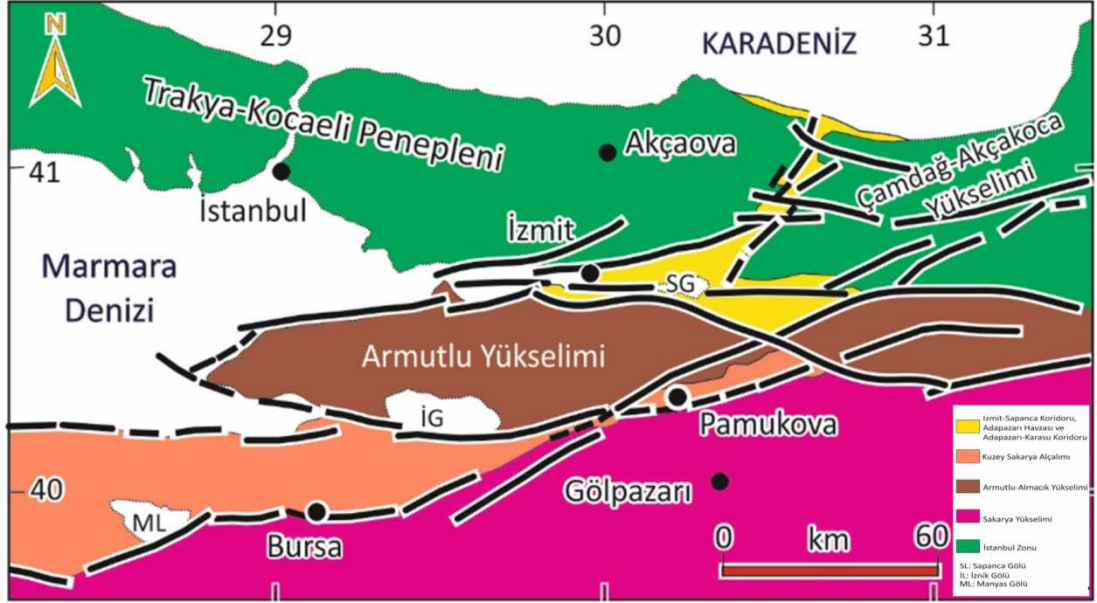


Şekil 1.2. Doğu Marmara Bölgesi'nin sadeleştirilmiş jeoloji haritası (Elmas ve Gürer, 2004)

1.1.1. Armutlu yarımadası

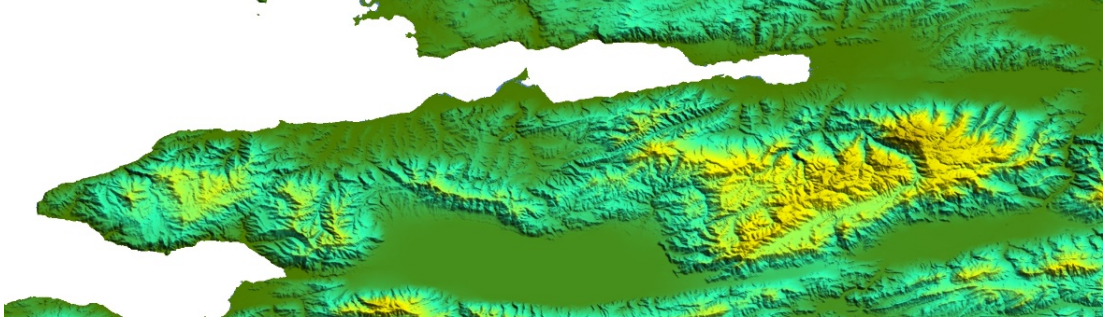
Armutlu Yarımadası, doğu Marmara'nın ana coğrafik- morfolojik elemanları arasında yer alır (Şekil 1.3). Armutlu Yarımadası morfolojik olarak, kuzeyden İzmit Körfezi-Sapanca Gölü-Adapazarı çöküntüsüyle, güneyden ise Gemlik Körfezi-İzmit Gölü-Pamukova çöküntüsüyle sınırlandırılmış Kuzey Anadolu Fay Sistemi (KAFS)'nin kolları ile sınırlandırılmış, Marmara Denizi'ne doğru D-B yönünde uzanan mercek biçimli bir yükselidir (push-up) (Göncüoğlu ve diğ., 1986). Yarımada, kuzeyde İzmit Körfezi, güneyde Gemlik körfezi, doğuda Sakarya Nehri ve batıda Marmara denizi

ile sınırlanan, ortalama 130 km uzunluğa, 20-25 km genişliğe ve yaklaşık 3000 km² yüzölçümüne sahip bir bölgedir. Morfolojik açıdan ise yarımada D-B uzanımlı bir dağ sırası ile temsil edilmektedir. Bu dağ sırası batıda ortalama 850 m doğuda ise 1250 metreye ulaşır ve Samanlı Dağları olarak bilinir.



Şekil 1.3. Doğu Marmara Bölgesi'nin ana morfo-tektonik üniteleri (Yiğitbaş ve diğ., 1999; Yiğitbaş ve diğ. 2004).

Armutlu Yarımadası'nın kuzey yarısında topografya kuzeyden güneye belirgin bir değişim göstermektedir (Şekil 1.3.). Bu değişim bölgedeki bir ana morfolojik diskordansı işaret etmektedir. İzmit körfezi sahili yakın kesimlerinde özellikle Çınarcık - Çiftlikköy arasındaki alanda topografya oldukça düz ve yataya yakındır. Yükselteler bu alanda 0-300 m arasında değişmektedir. Neojen ve Kuvaterner yaşlı birimlerin geniş alanlar kapladığı bu alan güneyde 300 - 900 m arasında değişen ve genel olarak güneye doğru hızla yükselen yamaçlar ile sınırlanır. Yarımada'nın D-B uzanımlı eksen bölgesi ise yine oldukça düşük engebeli, yataya yakın bir yüksek plato ile temsil edilmektedir. Bu alanda topografya ortalama 900 metre dolaylarındadır. Topoğrafik yüksek kesimlerde daha çok Neojen öncesi yaşlı birimler, alçak kesimlerde ise Neojen ve Kuvaterner yaşlı birimler mostra vermektedir. Litoloji bakımından; yüksek alanlarda volkanik ve metamorfik kayalar, alçak kesimlerde ise marn, kireçtaşı, kumtaşı ve çakıltaşı gibi dayanımsız kayalar yüzeylenmektedir. Yükselti ve litoloji farkına rağmen kuzey ve güneyde yer alan iki farklı morfolojik bölgede de çok düşük eğimli ve az engebeli bir topografya izlenir (Şekil 1.4) (Yiğitbaş ve diğ., 2006).



Şekil 1.4. Armutlu Yarımadası'nın topoğrafik konumu

Yarımada'da Eosen-Kuvaterner yaşlı genç örtü birimleri ile örtülen ve belirgin farkları olan tektonik birliklerden oluşan kompozit bir temel vardır. Bu temeli oluşturan farklı birimler kuzeyden güneye doğru, Kuzey zon; İstanbul Zonu Paleozoyik istifinin zayıf metamorfik eşdeğerleri (Armutlu metamorfik topluluğu), (Yılmaz ve diğ., 1995) Orta Zon; metaofiyolitik kayalar (İntra-Pontid okyanusunun kalıntıları, Geyve Almacık ofiyoliti) ve Güney Zon; Sakarya Kıtası birimleri şeklinde sıralanırlar (Genç ve diğ., 2004).

Armutlu Yarımadası'nı oluşturan her üç zonun jeolojisi ve tektonik özellikleri göz önüne alındığında, kuzey zon ile güney zon kayalarının bir araya gelmeleri Üst Kretase döneminde var olan bir okyanusal ortamın Rodop-Pontid fragmanı ve Sakarya kıtası arasında giderek yok olmasıyla meydana gelmiş bir çarpışma zonunu temsil etmektedir (Genç ve diğ., 2004, Yiğitbaş ve diğ., 2006). Birbirinden farklı istiflerle temsil edilen güney ve kuzey topluluk Armutlu Yarımadası'nda fayla sınırlanmış olarak bulunmaktadır. Orta Eosen yaşlı, yer yer volkanik kayalarla yanal/düşey geçişli bir çakıltaşı, kumtaşı, neritik kireçtaşı istifi ise bu toplulukları ortak olarak örtmektedir (Yiğitbaş ve diğ., 2006). Armutlu yarımadasındaki yaşlı birimlerin üzerine belirgin bir açısız diskordansla gelen birim Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı çakıltaşı, kumtaşı ve kireçtaşlarıyla temsil edilen bir akarsu-göl çökel istifidir. Yarımadanın özellikle kuzey kesimlerinde bu istifin üzerine Geç Pleyistosen yaşlı denizel taraçalar ve alüviyal çökeller gelmektedir.

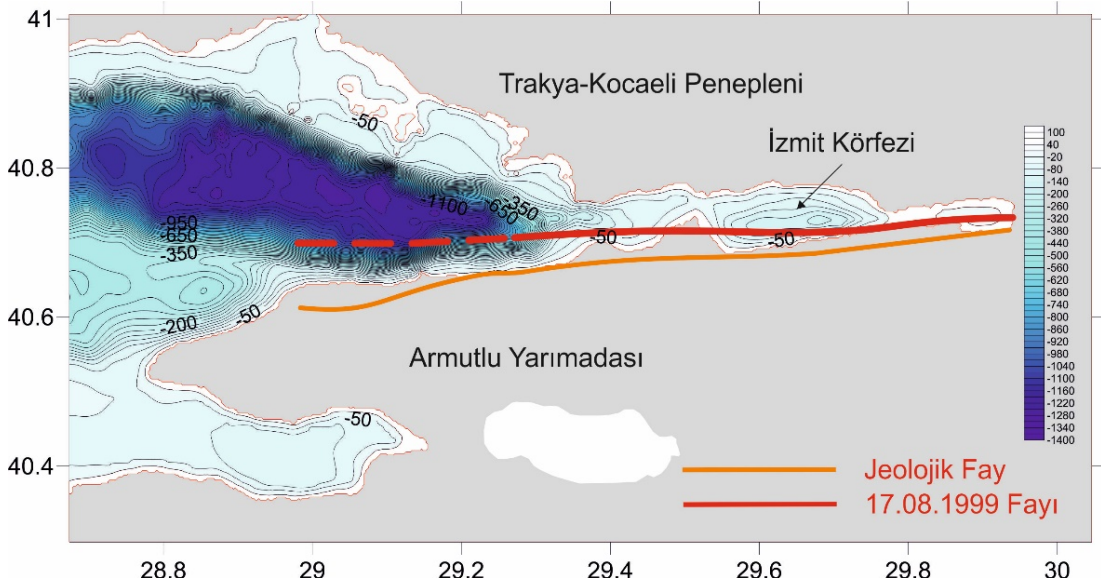
1.1.2. İzmit körfezi

KAFS'nin kuzey kolu üzerinde yer almaktadır (Şekil 1.5). Körfezin Karamürsel - Gölcük arasında KD - GB yönünde çizgisel olarak uzanan kıyı kesimi yanal atımlı bir fay segmenti tarafından denetlenmektedir (Barka and Kadinsky-Cade, 1988; Barka, 1992, 1997; Okay ve diğ., 2000). Bu segmentin içerisinde bulunduğu bir (en-echelon) yanal atımlı fay sistemi, körfezdeki İzmit ve Karamürsel pull-apart

havzalarını oluşturmuştur (Barka ve Kadinsky-Cade, 1988). Bu görüş, çok sayıda jeofizik çalışmasıyla da desteklenmektedir (Kavukçu, 1990; Bargu ve Yüksel, 1993; Akgün ve Ergün, 1995). Yüksek çözünürlüklü sığ sismik ve multi-beam verilerinin yorumlandığı çalışmalar (Gökaşan ve diğ., 2001) ise körfezin, eksenli boyunca, pull apart havzalar ve sırtları keserek geçen ve muhtemelen son buzul döneminin bitiminden beri aktif olan bir gömülü fay tarafından kat edildiğini göstermektedir.

1.2. Tektonik

Doğu Marmara Bölgesi, KAFS'nin en karmaşık yapısal özelliklere sahip olduğu ve son yıllarda yoğun sismik aktivitelere sahne olan bir bölgedir. İnceleme alanı, Marmara Denizi doğusundaki Armutlu Yarımadası kuzey yamaçları üzerinde yer alır ve kompleks bir doğrultu atımlı fay geometrisine sahiptir. Bölgenin tektonik çatısı iki bölümde toplanabilir. Bunlar; Paleotektonik ve Neotektonik dönemdir.



Şekil 1.5. İzmit Körfezi'nin batimetrik haritası ve KAFZ'ye ait kuzey kol

1.2.1. Paleotektonik

Türkiye, jeolojik olarak birbirinden farklı kıtasal ve okyanusal zonlardan oluşmuştur (Şengör ve Yılmaz, 1981). Tetis Okyanusu'nun aktif ve pasif kıta kenarlarında yer almış olan bu zonlar, Türkiye'nin ana tektonik birimlerini oluşturur. Bölgenin paleotektonik dönemi, Geç Kretase-Paleosen döneminde iki farklı kıtasal levhanın birbirine eklendiği bir kenet kuşağı ile temsil edilir. Kuzeydeki İstanbul Kıtası ile güneydeki Sakarya Kıtası arasında yer alan İç Pontid Okyanusu'nun kapanması sonucunda bu iki kıta Kocaeli-Sapanca koridoru boyunca birbirine eklenmiştir.

Bu ünitelerin içyapıları ve birbirleriyle ilişkilerinin incelenmesi doğu Marmara bölgesinin neotektonik nitelikleri hakkında önemli bilgiler vermektedir. Tüm bu morfolotektonik ünitelerin ortak özelliği Üst Miyosen-Erken Pliyosen yaşı ortak bir çökel istif içermeleridir. Bu istif tüm doğu Marmara'da olgun bir peneplen topografyası üzerinde gelişmiş başlıca karasal-akarsu-göl çökellerinden oluşmaktadır. İstif bölgede neotektonik dönem öncesinde gelişmiş oldukça kritik bir birimdir. Doğu Marmara bölgesinin neotektonik dönem aktivitesine ait ilk ipuçları ilk kez bu birimin üst seviyeleri içinde görölmeye başlar. Bu dönemden itibaren muhtemelen kompresif stres etkisi altında bölge aşınma alanı haline dönüşmüş, KB ve KD doğrultulu eşlenik fay sistemi gelişmiştir. Yaygın peneplen topografyasını ilk kez parçalayan bu fay sistemi daha sonra KAFS tarafından biçilerek bölgenin bugünkü morfolotektonik üniteleri gelişmiştir. Bugün önemli oranda inaktif olan KB ve KD doğrultulu eşlenik fay sisteminin üyeleri kimi alanlarda KAFS'nin etkisi altında yeniden hareket kazanabilmiş, böylece değişik yönlerdeki faylarla sınıflanan irili ufaklı bloklarda rotasyonel hareketler gelişebilmiştir.

1.2.2. Neotektonik

Bölgedeki Neotektonik dönem, Pliyo-Kuvaterner dönemde başlamış ve devam etmektedir. Bölgenin neotektonizmasını Ege Bölgesi'ni Geç Pliyosen'den itibaren etkileyen K-G yönlü gerilme rejimi ve KAFS ile ilişkili doğrultu atımlı rejim biçimlendirmiştir. Sapanca Gölü, Geç Pliyosen'de asimetrik bir çek-ayır havza olarak gelişen İzmit-Sapanca koridorunun üzerinde bu havzayı biçen fay kolları arasında Orta-Geç Pleyistosen'de ayrı bir çek-ayır havza olarak gelişmiştir (Gürbüz ve Gürer, 2009).

KAFS'nin ortaya çıkışı ile Geç Pliyosen'de Karadeniz yönünden, güneydeki Samanlı Dağları'na doğru yükselen morfolojik yapı bozulmuş, fayın iki kolu arasında yer alan Samanlı Dağları kütlesi basınç sırtı şeklinde yükselmeye başlamış ve çevre morfolojisinden soyutlanmıştır. KAFS'nin kuzeyinde kalan Kocaeli Yarımadası'nın yüzeyi ise genel olarak kuzeye doğru eğimlenmiştir.

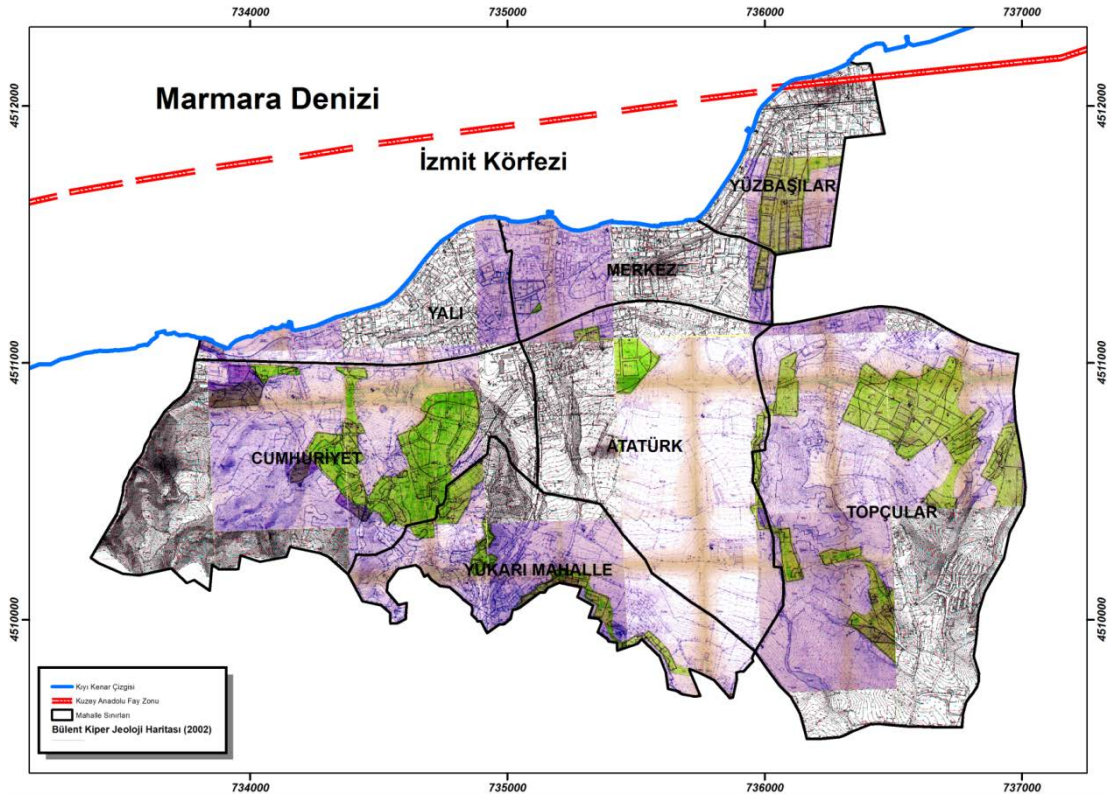
1.3. Stratigrafi

Armutlu Yarımadası'nın doğusunda kalan inceleme alanı ve çevresinde Paleozoyik'ten Holosen'e kadar farklı dönemleri temsil eden değişik tür ve kökende kaya toplulukları bulunmaktadır.

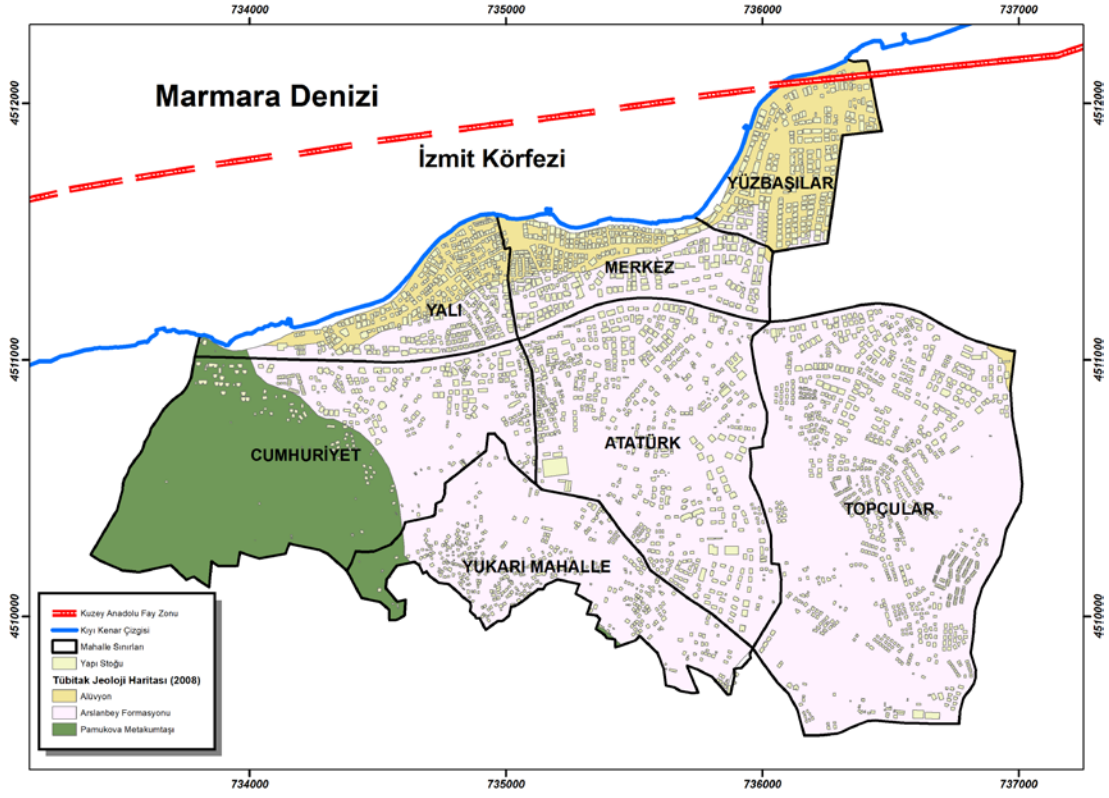
1.3.1. İnceleme alanının jeolojisi

Bu çalışma kapsamında, CBS ortamına aktarmak üzere 1999 depremi sonrasında bölgede yapılmış olan çalışmalar incelenmiş ve 4 farklı jeoloji haritası elde edilmiştir (Kiper, 2002; Özalbey ve diğ. 2008; MTA, 2002; Konak, 2002) (Şekil 1.6, 1.7, 1.8, 1.9). Arazi çalışmaları sırasında elde edilen bu haritaların yerinde korelasyonu yapılmıştır. Yapılan gözlem ve incelemelerle, Konak (2002) tarafından hazırlanan haritanın çalışmamızda CBS ortamında altlık olarak kullanmak üzere en uygun harita olduğu görülmüştür. Konak (2002) hazırladığı jeoloji haritasında alüvyon birimini, birimin mühendislik özelliklerinden dolayı ikiye ayırmayı (Qal-1 ve Qal-2) uygun görmüştür.

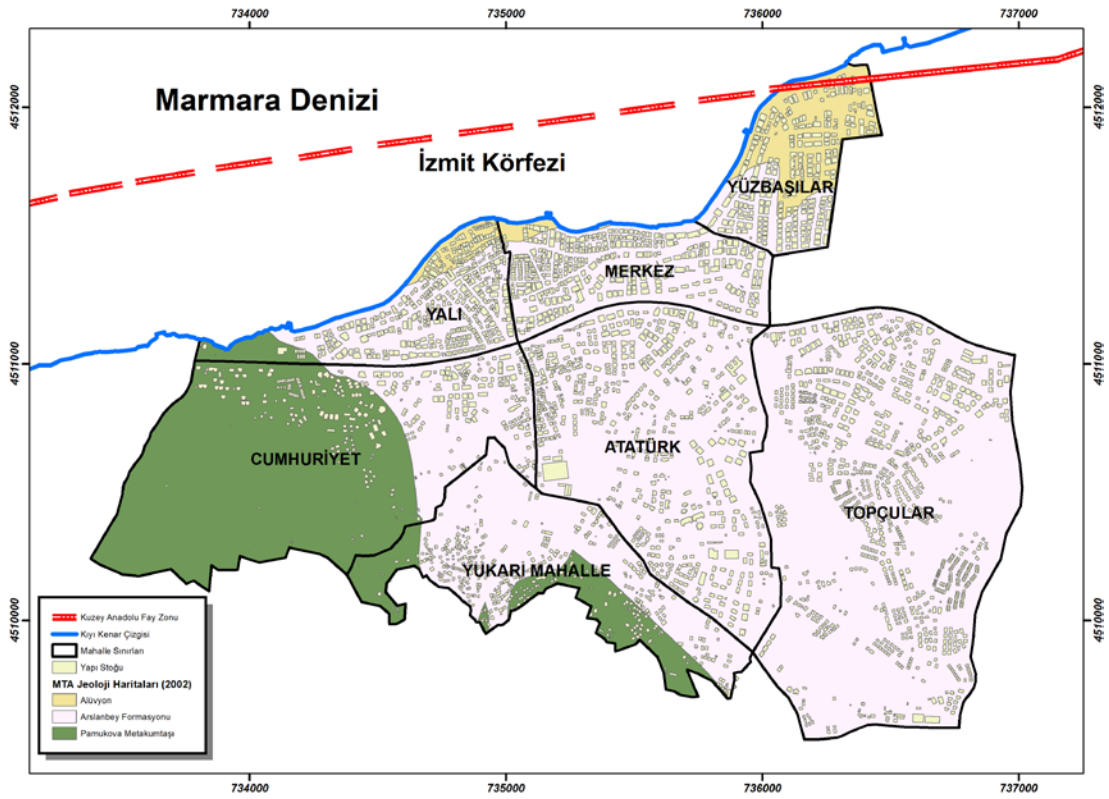
İnceleme alanımız içinde, 3 birim ayrılmış olup, bunlar yaşlıdan gence doğru; Üst Triyas-Orta Jura yaşlı metakırıntılı kayalar, Ponsiyen-Pliyosen yaşlı az tuturulmuş çakıl-kum-kil-konglomera serisi ve Kuvaterner yaşlı kum-silt-kil bileşimli alüvyal çökellerdir (Şekil 1.10, 1.11).



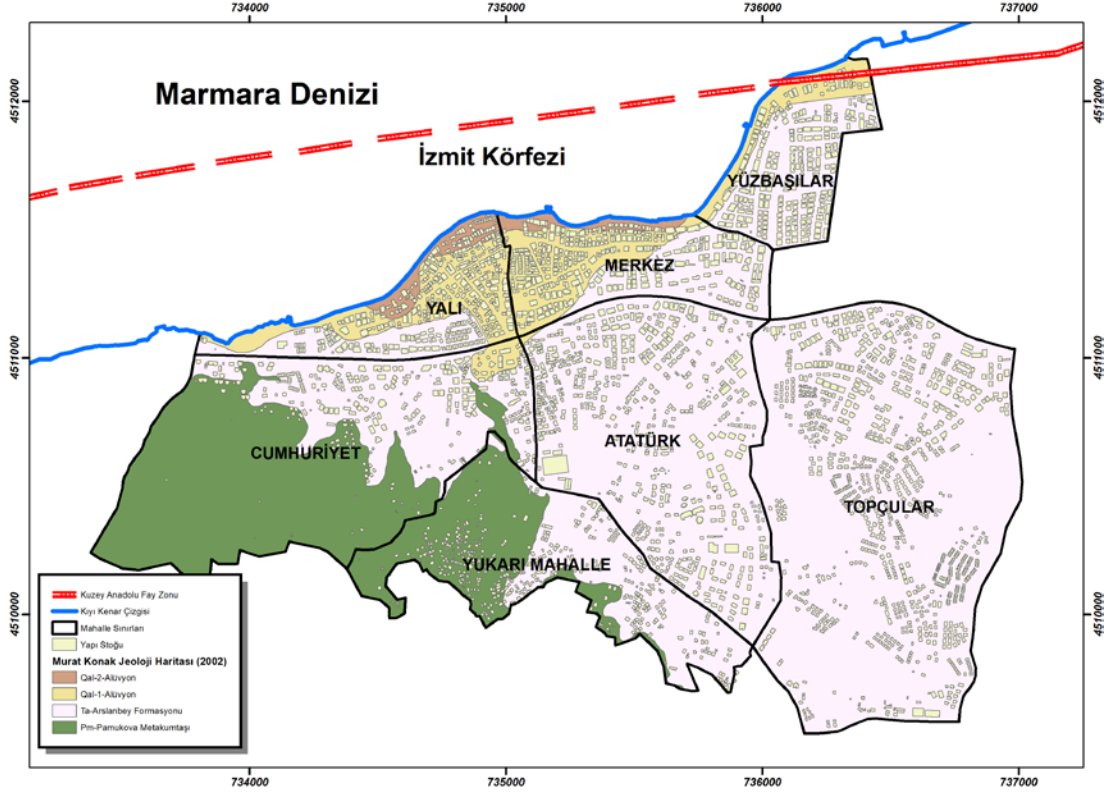
Şekil 1.6. Kiper (2002) tarafından hazırlanan jeoloji haritası



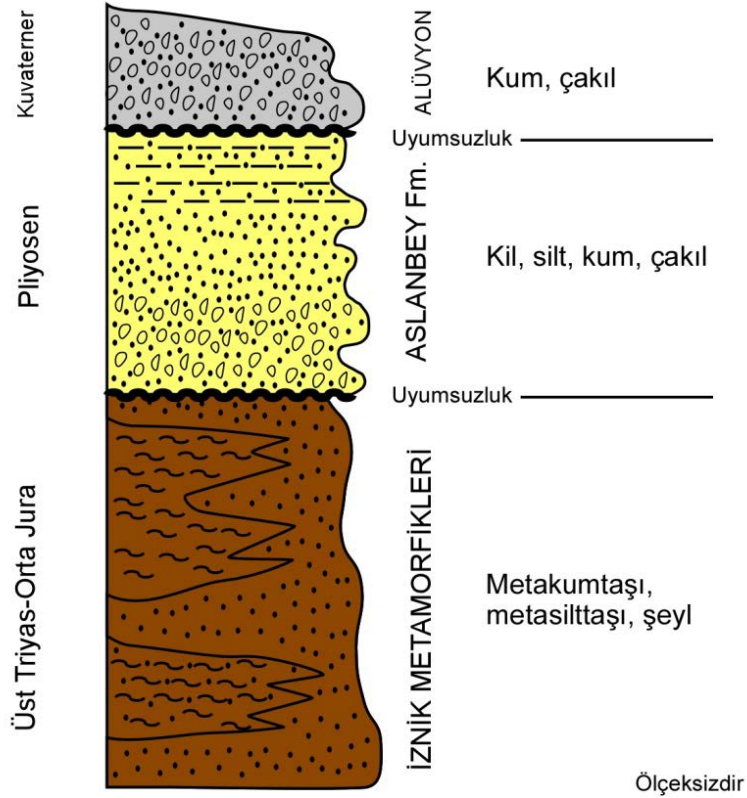
Şekil 1.7. Özalaybey ve diğ. (2008) tarafından hazırlanan jeoloji haritası



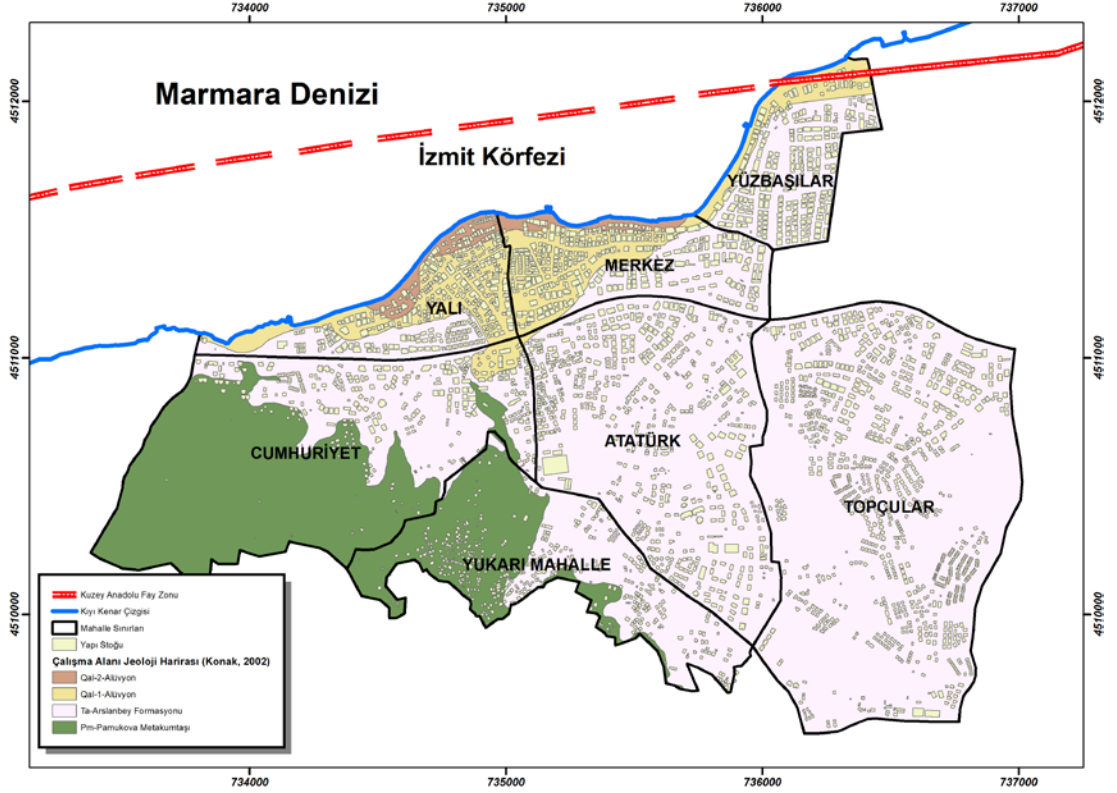
Şekil 1.8. Maden Tetkik Arama Kurumu tarafından hazırlanan jeoloji haritası



Şekil 1.9. Konak (2002) tarafından hazırlanan jeoloji haritası



Şekil 1.10. Kocaeli-Değirmendere bölgesinin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti



Şekil 1.11. Çalışma alanı jeoloji haritası (Konak, 2002)

1.3.1.1. İznik metamorfik topluluğu

İnceleme alanımızdaki metamorfik temel birimler daha önceki araştırmacılar tarafından İznik metamorfik topluluğu olarak isimlendirmiştir (Yılmaz ve diğ.,1995). Çalışma sahası içerisinde, batı ve güneybatıdaki yüksek kesimlerde yüzeyleyen metamorfikler, metakumtaşı-metasilttaşı-şeyl aralanmasından oluşan metakırıntılı kayalardan meydana gelmektedir. Birim koyu yeşilimsi gri renkli, yer yer belirgin şistoziteli, çok çatlaklı ve parçalıdır. Deformasyonun yoğun olduğu kesimlerde kayalar ilksel dokularını kaybetmiş ve şist haline dönüşmüştür.

Metamorfiklerin en üst seviyesini Kristalen kalkerler oluşturmaktadır. Kısmen kompakt kısmen şisti görünüşte, çok çatlaklı gri-kırmızimsı renklere oluşan kristalen kalkerlerin ayrışmaya maruz kalmış kesimlerde, beyaz, açık gri, kirli sarı renkler hakimdir. İnceleme alanının güneybatısındaki yükseltileri oluştururlar.

Önder ve Göncüoğlu (1989), yaş verecek bir bulguya rastlamasalar da, birimin Alt Jura ile örtülü olan Karakaya Kompleksi ile deneştirilebileceğini belirtirler. Yılmaz ve diğ. (1995), metamorfik serisinin en üstünde yer alan hafif başkalaşmış pelajik kireçtaşı-çamurtaşı-radiolarit kayalarının Üst Kretase yaşında olduğunu belirtirler. Ayrıca, serinin en üzerinde yer alan Kampaniyen-Maastirhtiyen çökel kayalarına

göre metamorfizma muhtemelen Turonian sonrası, geç Kampaniyen öncesi arasındaki zaman diliminde gerçekleşmiştir (Yılmaz ve diğ., 1995).

1.3.1.2. Arslanbey formasyonu

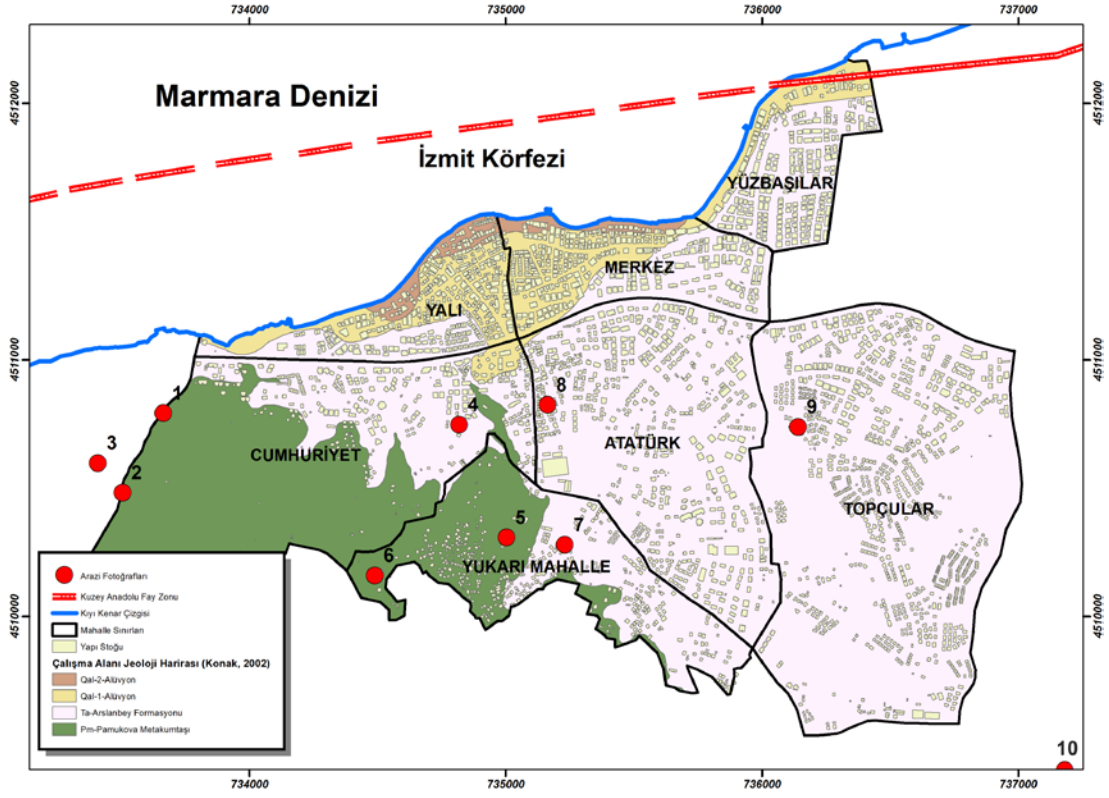
Çalışma alanının kuzeyini kaplayan Pliyosen çökelleri Göncüoğlu ve diğ. (1986) tarafından Arslanbey Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Birim inceleme alanı içerisinde genel olarak sarımsı kahve renkli olan az tutturulmuş çakıl, kum, silt, kil, çamurtaşı ve marn aradalanmasından oluşur. Bazı seviyelerde çok düzenli ve ince-orta katmanlıdır. Birim içerisindeki bağlayıcı madde genellikle kil olup, birim az tutturulmuş ve gevşektir. Çalışma sahasının batı-güneybatısındaki Paleozoyik yaşlı İznik Metamorfik topluluğu ile diskordanslı olarak görülür. Akartuna (1968) Armutlu yarımadasının batısındaki Sarmasiyen çökelleri üzerinde uyumsuz olarak yer alan bu birimlerin Ponsiyen - Pliyosen çökelleri olduğunu belirtilir. Arslanbey formasyonu bölgenin şekillenmesinde önemli rol oynayan Kuzey Anadolu Fayı'na bağlı hareketlerden etkilenmiştir.

1.3.1.3. Alüvyon

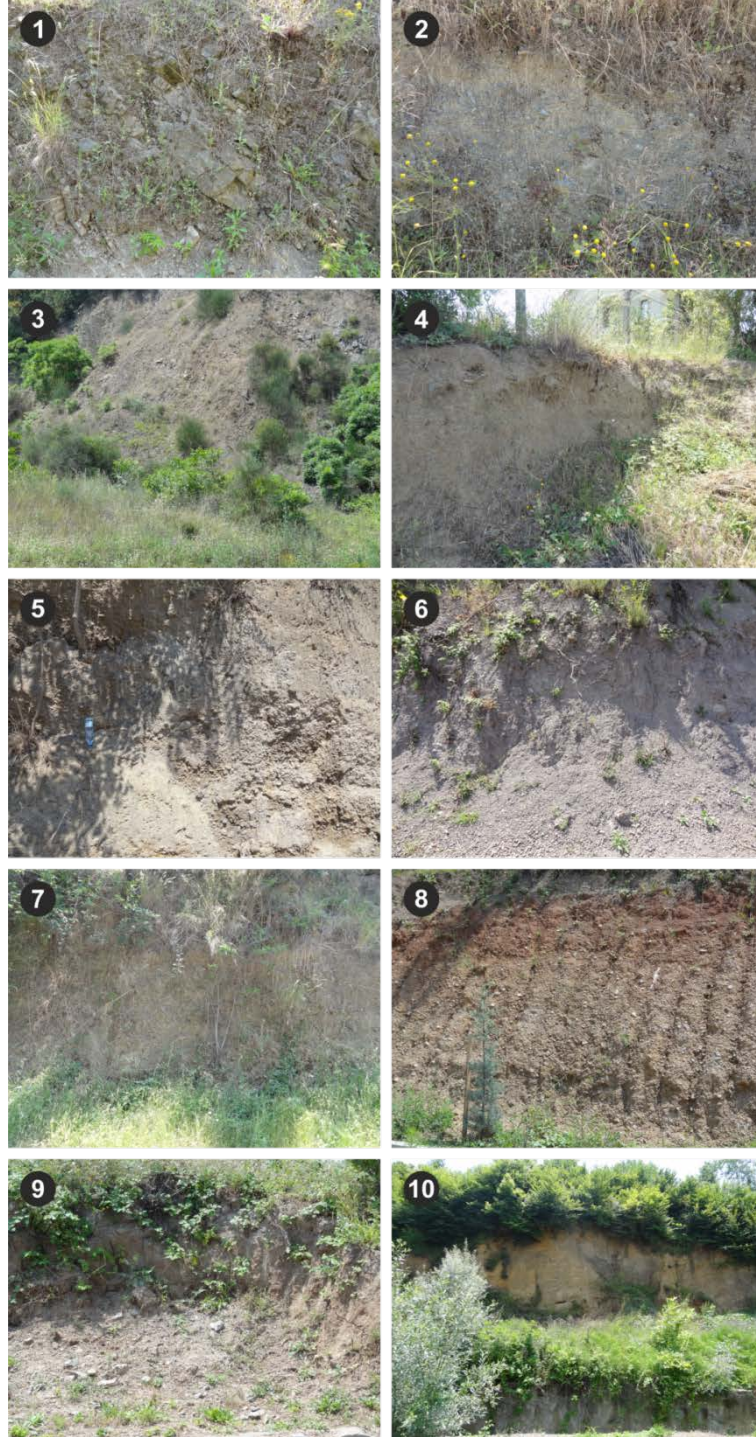
İnceleme alanı içerisinde kıyı ve akarsu ortamlarında gözlemlenen birim, yüksek rakımlı güney kesimlerden aşınıp parçalanmış jeolojik birimlerin kuzeyde düşük topoğrafik eğime sahip alanlara taşınmaları ve birikimleri sonucu oluşmuştur. Kuvaterner yaşlı birim, kil, silt, kum, çakıl boyutunda tanelerden oluşan tutturulmamış çökeller halindedir.

Tablo 1.1. Yapıların jeolojik birimler üzerindeki dağılımları

Jeolojik Birim	Açıklama	Bina Sayısı
Pm	Pamukova Metakumtaşı: qem=2 kg/cm ²	234
Qal-1	Alüvyon: Az çakıllı, Kil, Siltli Kil, Kum, Katı veya Sıkı Zemin, qem=0,75-1,25 kg/cm ²	489
Qal-2	Genç Alüvyon: Kil, Silt, Kum, Çakıl yer yer Kavkı Parçalı, Orta Katı veya Orta Sıkı Zemin, qem=0,5-0,75 kg/cm ²	135
Ta	Arslanbey Formasyonu: Az tutturulmuş Çakıl, Kum, Silt, Kil, Karbonatlı Kil, Katı veya Sıkı Zemin, qem=0,75-2 kg/cm ²	2554



Şekil 1.12. Çalışma alanı fotoğraf indeksi



Şekil 1.13. Sırasıyla çalışma alanının jeolojik birim fotoğrafları (1-10)

Bölgeden elde edilen veriler doğrultusunda, çalışmamızda Konak (2002)'deki jeolojik formasyon dağılımının kullanılmasına karar verilmiştir. Bölge jeolojik olarak 3 ana birime ayrılmıştır. Alüvyon gözlemlenen bölgeler, sondaj verilerinden elde edilen taşıma gücü değerlerine göre 2 alt birime ayrılmıştır. Çalışma alanında yapılan gözlemler bu birim dağılımının uygun olduğunu göstermiştir (Şekil 1.12-13).

2. AFET YÖNETİMİ VE COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ

2.1. Afet Kavramı ve Türleri

Kelime anlamı olarak afet; Arapça kökenli olup “bela, yıkım” anlamına gelmektedir.

Afet, toplumun tamamı veya belli kesimleri için fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplar doğuran, normal hayatı ve insan faaliyetlerini durduran veya kesintiye uğratan, etkilenen toplumun baş etme kapasitesinin yeterli olmadığı doğa, teknoloji veya insan kaynaklı olaylar olarak ifade edilir.

AFAD (2014) ve Kadioğlu (2008)'e göre; Afet bir olayın kendisi değil, doğurduğu sonuç olarak ifade edilir. Ergünay (2002)'de Afet, insanlar için fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplar doğuran, normal yaşamı ve insan etkinliklerinin durdurarak veya kesintiye uğratarak toplulukları etkileyen doğal, teknolojik veya insan yapısı kökenli olaylar olarak tanımlanır.

Uluslararası yardım derneklerinin yayınladıkları raporlarda, on insandan fazla ölüme sebep olan ve/veya etkilenen, yardım için resmi kuruluşlara başvuran insan sayısının yüz kişiden fazla olmasına sebep olan savaş dışı olaylar afet olarak yer almaktadır.

Genel olarak afet, yerel imkanlarla baş edilemeyen savaş dışı olaylar olarak tanımlanır.

Plansız insan faaliyetleri, az gelişmişlik, aşırı nüfus ve kentlerin plansız gelişimi ile afetlere uygun ortam sağlanmaktadır.

Afetin büyüklüğüne etki eden ana faktörleri ise aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür (Ergünay, 2009).

- Olayın fiziksel büyüklüğü,
- Olayın yoğun yerleşme alanlarına olan uzaklığı,
- Fakirlik ve az gelişmişlik,
- Hızlı nüfus artışı,
- Tehlikeli bölgelerdeki hızlı ve denetimsiz şehirleşme ve sanayileşme,

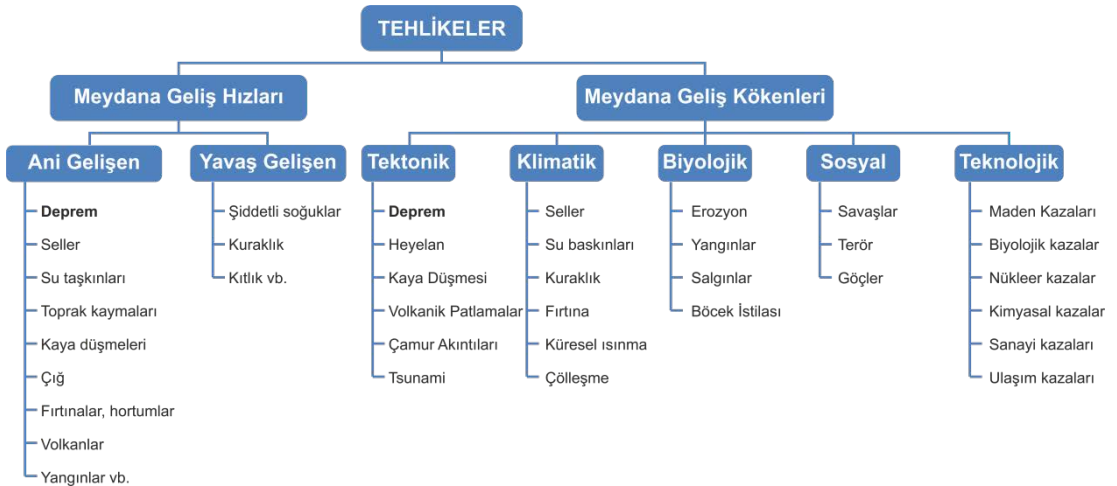
- Ormanların ve çevrenin tahribi veya yanlış kullanımı,
- Bilgisizlik ve eğitim eksikliği,
- Toplumun afet olaylarına karşı önceden alabildiği koruyucu, önleyici ve risk azaltıcı önlemlerin ulaşabildiği düzey.

Ani gelişen ve tektonik bir afet olan depremler, afetin büyüklük faktörlerinin hepsini içermektedir.

Burada önemli bir husus; sadece ilk iki faktör doğal değişkenler olup bunların üzerindeki önleyici gücümüz ya sınırlıdır ya da hiç yoktur. Ancak diğer faktörler tamamen insan kökenlidir. Buradan da afetlerin büyüklüğünün, insan faaliyetlerinin doğru veya yanlış yönde gelişmesine paralel olarak artmakta ve azalmakta olduğu sonucu çıkartılabilir (Aksaraylı, 2005).

Kaçınılmaz olarak yaşadığımız doğal afetlerde maddi ve can kayıplarımız, bölge hakkında elde edilen verilerin değerlendirilmesi ve düzgün yönetilmesi ile orantılıdır. Verilerin uzmanlar tarafından yönetilmesi ve afet gerçekleşmeden ortamın iyileştirilmesi ile afetin boyutu kontrol altında tutulabilir. Hasar görülebilirlik 3 sınıfa ayrılabilir (Kadioğlu, 2008).

- Düşük Seviyeli (Hasarın büyüklüğü küçük bir bölge veya ilçe ile sınırlıdır),
- Orta Seviyeli (Hasarın büyüklüğü bir bölge veya il ile sınırlıdır),
- Yüksek Seviyeli (Hasarın büyüklüğü büyük bir bölge veya çok sayıda il ile sınırlıdır).



Şekil 2.1. Tehlikeler ve türleri

Şekil 2.1'de afetler meydana geliş hızları ve kökenlerine göre sınıflandırılmıştır. Çalışmamızda konu aldığımız deprem, tektonik kökenli ve ani gelişen afet olarak görülmektedir (Şekil 2.1).

Tablo 2.1. Afet türüne göre olay sayıları ve etkilenen kişi dağılımları (Gökçe ve diğ., 2008)

AFETLER	OLAY SAYISI	TOPLAM OLAY SAYISINA ORAN (%)	ETKİLENEN İNSAN SAYISI	TOPLAM ETKİLENEN İNSAN SAYISINA ORAN (%)
DEPREM	5,318	17,84	158,241	55,52
HEYELAN	13,494	45,27	59,345	20,82
SU BASKINI	4,067	13,64	22,157	7,77
KAYA DÜŞMESİ	2,956	9,92	19,422	6,81
ÇOKLU AFETLER*	2,024	6,79	12,210	0,43
DİĞER AFETLER	1,175	3,94	9,237	3,24
ÇIĞ	731	2,45	4,384	1,54
TOPLAM	29,807	100	284,996	100

(*Çoklu afetler, bir yerleşim biriminde aynı anda meydana gelen birden fazla afet olayları anlamındadır)

Tablo 2.1.'de, 1950-2008 yılları arasında, ülkemizde meydana gelmiş 29.807 afet olayı içerisindeki yüzdesel dağılımlara baktığımızda; depremler, toplam olay içerisinde 5.318 adet olay ile %17,84'lük düşük bir dağılım göstermektedir. Ancak, etkilenen kişi sütunundaki depremin dağılımına baktığımızda %55,52 gibi yüksek bir oran görmekteyiz. Depremlerin etki alanının büyük olması olay sonrası etkilenen kişi sayısını da doğru orantılı olarak artırmaktadır.

Tablo 2.2. Afet türlerine göre etkilenen yerleşim birimi sayısı (Gökçe ve diğ., 2008)

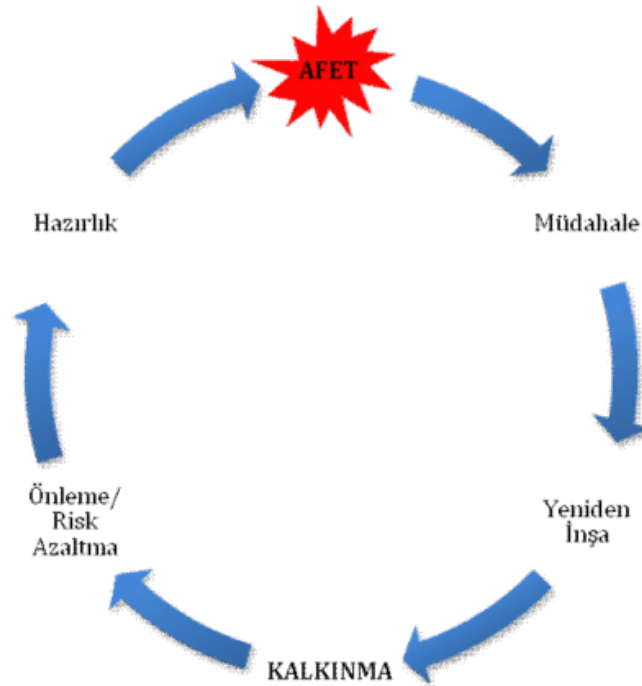
OLAY TÜRÜ	YERLEŞİM BİRİMİ SAYISI	AFETTEN ETKİLENEN YERLEŞİM BİRİMLERİNİN (15.638) ORANI (%)	TOPLAM YERLEŞİM BİRİMİ SAYISINA (35.741) ORANI (%)
HEYELAN	5.472	34,99	15,31
DEPREM	3.942	25,21	11,03
SU BASKINI	2.924	18,70	8,18
KAYA DÜŞMESİ	1.703	10,89	4,76
DİĞER AFETLER	992	6,34	2,78
ÇIĞ	605	3,87	1,69
TOPLAM	15.638	100	43,75

Tablo 2.2.'de afetlerden etkilenen yerleşim birimlerinin dağılımı görülmektedir. Yerleşim birimleri oranlarının toplamının %43,75 olması, Türkiye'de afetten etkilenmeyen yerleşim yerlerinin oranının da %56,25 olduğunu ifade etmektedir.

Afetten etkilenen her 4 yerleşim yerinden 1 tanesinin depremden de etkilendiğini göstermektedir. Ülkemizde oldukça geniş bir coğrafya depremden etkilenmekte ve çok sayıda vatandaşımız deprem tehlikesi ile yaşamaktadır.

2.2. Afet Yönetimi

Kadıoğlu (2008)'de afet yönetimi, her türlü tehlikeye karşı hazırlıklı olma, zarar azaltma, müdahale etme ve iyileştirme amacıyla mevcut kaynakları organize eden, analiz, planlama, karar alma ve değerlendirme süreçlerinin tümü olarak tanımlanır. Erkan (2010)'da ise, öncesi ve sonrasında yapılan tüm faaliyetler dikkate alınarak afet yönetimi döngüsü şeklinde ifade edilebilir (Şekil 2.2.). Bu yaklaşımla afet, sürekli hazır beklenmesi gereken, başlangıcı ve bitişi olmayan bir olgu olarak karşımıza çıkmaktadır. Safhalar düzgün yönetildiğinde afetler daha az müdahale ve daha az kayıpla atlatılır.



Şekil 2.2. Afet yönetimi döngüsü (Carter, 1992)

Genel olarak Afet Yönetimi kavramı, afet öncesi çalışmaları içeren "Risk Yönetimi" ve afet sonrası yapılan uygulamaları kapsayan "Kriz Yönetimi"ni içermektedir (Şekil 2.3).

Bütün dünyada olduğu gibi, Türkiye'de de son 20 yıl içinde afet yönetiminde "Acil Durum Yönetimi" yerine "Zarar Azaltma" çalışmalarına önem verilmesi ve 'Risk Yönetimi'ne ağırlık verilmesi gerektiği görüşü hakim olmuştur (Aşıkoğlu Şahin, 2009).

Ülkemizde genellikle afete karşı önlem almak yerine afete müdahale ve iyileştirme çalışmalarına daha fazla önem verildiği görülmektedir (Güler, 2008).

2.2.1. Afet yönetiminin evreleri

Bütünleşik afet yönetiminin ana bileşenleri de aşağıdaki gibidir (Kadioğlu, 2008; Ergünay, 2002; Ergünay, 2009):

1. RİSK YÖNETİMİ
 - a. Risk ve Zarar Azaltma,
 - b. Hazırlık, Tahmin ve Erken Uyarı,
2. AFETLER,
3. KRİZ YÖNETİMİ
 - a. Etki Analizi ve Müdahale,
 - b. İyileştirme ve Yeniden Yapılanma.

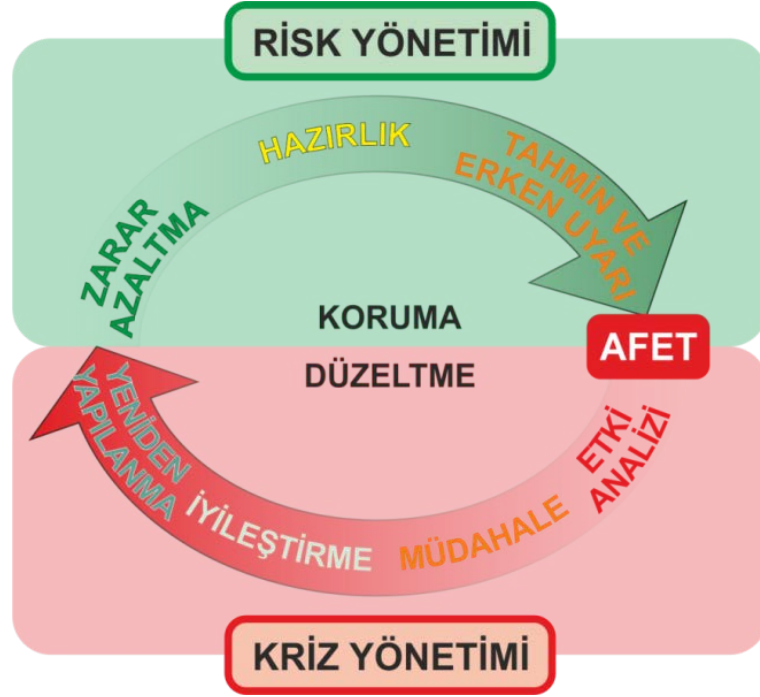
Afet yönetiminde bilgi teknolojileri 3 ana noktada kullanılmaktadır (Bener, 2005):

- Afet öncesi analiz, planlama ve hazırlık,
- Afet sırasında haberleşme,
- Afet sonrası iyileştirme çalışmaları.

Afetlerin maliyeti artmaya başladıkça, oluşacak hasarları ve yıkımları azaltmak için afet öncesi önlemlerin alınması gereği önem kazanmaktadır. Bu strateji “zarar azaltma” olarak adlandırılmaktadır (Sözen ve diğ., 2005). Afet öncesinde toplanan çok disiplinli verilerin derlenerek bilgi haline getirilmesiyle ölçeği ayarlanabilir zarar azaltma stratejileri geliştirilebilir.

İyi bir afet planı ve çalışması, kamu kurum ve kuruluşlarının, sivil toplum kuruluşlarının, halkın afet yönetiminin her aşamasında iyi bir koordinasyon içinde çalışması sağlandığında başarıya ulaşabilir.

Afetler büyük yıkım ve acılara sebep olmalarının ötesinde, geleceğe ilişkin önlemler alınması için önemli bir atlık oluştururlar. Büyük Afetler sonrasında; afet konusunda toplumun bilgisi ve hassasiyetinin artması, medyanın ilgisi ve toplumun yönelimi ile değişim kampanyaların destek bulması, yerleşim yerlerinin afet güvenli hale getirilebilmesi için çalışmalara destek sağlanması gibi olumlu sonuçları da olabilmektedir.



Şekil 2.3. Modern afet yönetim sistemi (Kadioğlu, 2008)

2.2.2. Müdahale

Müdahale, afet yönetimi evrelerinin afet sonrası kısmını kapsamaktadır (Şekil 2.3).

- Etki analizi,
- Müdahale,
- İyileştirme,
- Yeniden yapılanma.

Ülkemizde afet sonrasında, şayet başbakan meydana gelen afeti dikkate alarak, ihtiyaçların büyüklüğü ve çeşitliliği karşısında kapsamlı bir müdahalenin gerektiğine karar verirse, bu halde 'Kriz Yönetimine' geçilmekte ve Başbakanlığın yönetimi altında kriz yönetim merkezi açılmaktadır (JICA, 2004).

Risk yönetimi gözetilmeksizin tek başına uygulanan kriz yönetimi; genellikle tepkisel ve eşgüdümsüz bir nitelik taşıyacaktır. Yanı zamanda, hedef kitlenin tanımlanmasında da yetersiz kalacağından dolayı, etkisiz ve zamansız olacaktır. Bu nedenle güven vermez ve afetin felakete dönüşmesine neden olur. Dolayısıyla, ülkemizde kriz yönetiminden risk yönetimine geçerek afetlere müdahale ve iyileştirmeden daha çok afetin oluşmaması, zararlarının azaltılması, hazırlık, tahmin ve erken uyarı konularına önem verilmelidir (Kadioğlu, 2008).

2.2.3. Risk ve zarar azaltma

Afete müdahale döneminden başlayan ve bir sonraki afete kadar geçecek süre içerisinde, afet etkilerinden korunabilmek amacıyla alınması gereken teknik, idari ve sosyal önlemlere yönelik çalışmaların tümüne zarar azaltma denilmektedir (Güler, 2008).

Zarar azaltmayı; uzun dönemde tehlikeli durum ve bunların etkileri nedeni ile oluşabilecek ve mal kaybı zararlarını azaltmayı veya ortadan kaldırmayı amaçlayan sürekliliği olan aktivite ve önlemler olarak da tanımlayabiliriz. Zarar azaltmanın amacı aynı zamanda, işyerlerini ve halkı basit önlemler konusunda eğitmek, böylece kayıp ve yaralanmaları azaltmaktır (Kadioğlu, 2008).

Afet yönetiminin en önemli evresi Zarar/Risk azaltmadır. Zarar azaltma evresi modern afet yönetiminin kalbidir (Kadioğlu, 2008) (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. Afet yönetimi zarar azaltmaevreleri (Kadioğlu, 2008)

Zarar/Risk Azaltma; afetin oluşmasının engellenmesi veya olma olasılığının azaltılması amacıyla, afet tehlikesi ve riskinin belirlenmesi, hukuki, kurumsal, idari ve mali yapının geliştirilmesi için politika ve stratejilerin geliştirilmesi, uygulanması, mekan planlanması ve yapılaşmaya ilişkin yasaların çıkartılması ile uygulanmasına yönelik önlemlerin alınması, alarm ve erken uyarı sistemlerinin kurulması ve geliştirilmesi, araştırma-geliştirme faaliyetlerinin yürütülmesi, toplumun afet tehlike ve risk konusunda bilinçlendirilerek baş edebilme kapasitesinin geliştirilmesine yönelik faaliyetleri içermektedir (Erkan, 2010).

Afet bölgesine yurtiçi ve yurtdışından gönderilecek yardım malzemelerinin nerede ve nasıl geçici olarak depolanacağı, koordinasyon sağlanarak nasıl dağıtılacağı konusundaki çalışmalar da afet bilgi ve karar destek teknolojisi kullanılarak afet hazırlık aşamasında yapılmalıdır (Kadıoğlu, 2008).

Risk belirleme ve sonrasında CBS'nin kullanımı;

- Afet öncesi risk durumunu belirlenebilmesi,
- Afete müdahale alanlarının önceliklerini tespit edilebilmesi,
- Etkilenen nüfusun niteliklerini bilerek müdahale edilebilmesi,
- Toplanma alanları ve geçici konaklama alanlarını koordine edilebilmesi,
- İhtiyaç maddelerinin ihtiyaca göre dağıtılması gibi önemli avantajları sağlayacaktır.

Bu sistemin kurulabilmesi tüm kurumlardan elde edilen bilgilerin koordinasyonu ve CBS ortamına aktarılması ile sağlanabilir. Riskin belirlenmesi tek başına yeterli değildir.

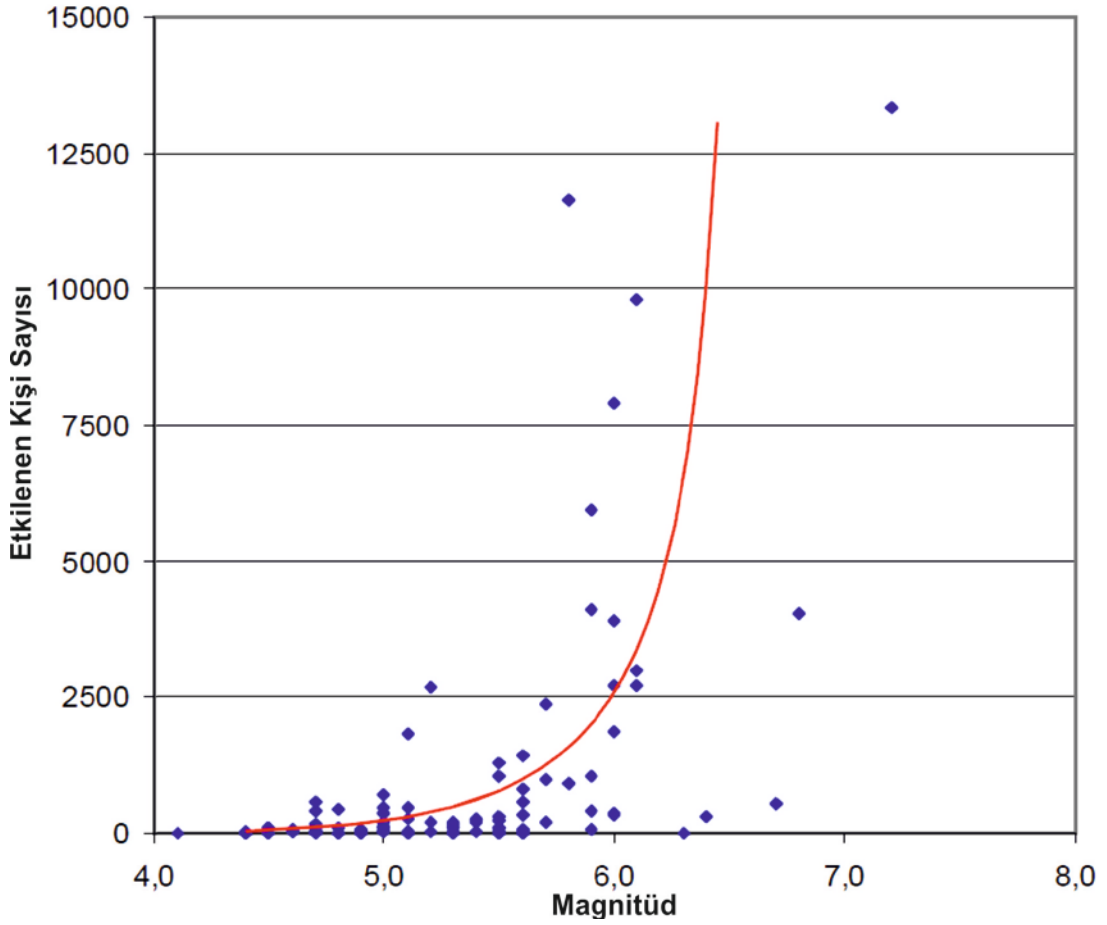
Afet sonrası ihtiyaçların belirlenemediği bir sistemi, bir dişi eksik çarka benzetebiliriz.

Ülkemizde henüz, zarar azaltma çalışmalarının başarısı mali artı değer olarak düşünülmemektedir. Bu düşünce tarzı değiştikçe, müdahale ve yeniden inşaa aşamalarındaki can ve bedel kayıpları azalacaktır. Buradan elde edilen mali başarının, afet yönetimi döngüsünde zarar azaltma çalışmalarında kullanılması sonraki kayıpları da önleyecek başarılı bir afet yönetim sistemi oluşturulmuş olacaktır.

Ancak yakın zamanda yaşadığımız afetlerde bile bu aşamadan çok uzakta olduğumuzu görmekteyiz.

Ülkemizde meydana gelmiş depremler ve etkilenen kişi sayısı incelendiğinde, depremin büyüklüğü ve etkilenen kişi sayısı arasındaki artışın logaritmik olarak arttığı görülmektedir (Şekil 2.5). Yerleşim yerlerinin aktif fay kuşaklarına yakın olduğu sonucu da bu grafikten bir kez daha ortaya çıkmaktadır. Bu da beklenen depremlere daha hazır olmamız gerekliliğini göstermektedir.

Uluslararası kuruluşlar 1990'lı yıllardan başlayarak, doğal afetlere karşı özellikle zarar azaltma önlemlerini sürdürülebilir kalkınmanın bir ön koşulu olarak tanımlamış ve etkin bir küresel program geliştirme çabalarına girmişlerdir (Balamir, 2006).



Şekil 2.5. Depremlerden etkilenen kişi sayısı ve magnitüd arasındaki ilişki (Gökçe ve diğ., 2008)

Yaşanan afetler sunucunda, afet sonrası yapılacaklar konusunda sistemsel eksiklerimizi tamamlıyoruz. 1999 depremleri sonrasında zorunlu deprem sigorta uygulamasını bu kapsamda görebiliriz. Uygulamaya konan sigorta sistemi deprem sonrası yaşanacak yıkımları ödenen prim oranında karşılamaktadır. Sistemin adı her ne kadar “Zorunlu Deprem Sigortası” olsa da eski yapılar için ancak satış sırasında getirilen 1 defalık bir zorunluluk bulunmaktadır.

Ancak diğer afetler karşısında bir sistem dahi geliştirilmemiştir. Kişiler istekleri doğrultusunda kendilerini ve yapıları için bir sigorta anlaşmaları yapabilmektedirler. Afet yönetiminde karşılaşılan problemler, kamu, özel ve sivil toplum kurumlarında karar vericilerin ve görevlilerin yetki ve sorumluluklarına girmektedir. Mevcut idari yapılanma içinde, sadece yerel yönetimler değil, merkezi yönetim, yardım amaçlı sivil ve özel kurumlar, Türk Silahlı Kuvvetleri, özel sektör temsilcileri, mahalle ve muhtarlıklar bazındaki gönüllü faaliyetler, üniversite ve araştırma kurumları arasında yetki ve sorumluluk karmaşası yaşanmaktadır (Barbarosoğlu ve diğ., 2003).

Afet öncesi ve afet sonrası yapılması gereken önlemler aşağıda sıralanmaktadır (JICA, 2004).

Afet öncesinde (zarar azaltma ve hazırlıklı olma aşamalarında);

1. Doğal afet olaylarının zararlarını en düşük düzeyde tutabilmek amacıyla, alınması gereken yasal, idari ve teknik önlemleri afetler olmadan önce almak,
2. Mümkün olan hallerde doğal afetleri önlemek, mümkün olmayan hallerde ise arama kurtarma, acil yardım ve iyileştirme faaliyetlerini zamanında, hızlı ve etkili olarak uygulayarak, yaraları en kısa sürede iyileştirmek,
3. Zarar azaltma ile ilgili önlemleri, kalkınma faaliyetlerinin her aşamasına dahil ederek, riskin büyümesini önlemek ve kalkınmanın sürdürülebilmesini sağlamak,
4. Tüm toplum ve ilgilileri hedefleyen yaygın eğitim programları uygulayarak, toplumun doğal afetleri en az zararlarla atlatabilmesine ve başedebilme kapasitesinin geliştirilmesine destek olmak,

Afet sonrası (müdahale ve iyileştirme aşamalarında);

1. Mümkün olan en fazla sayıdaki insanı kurtarmak, tıbbi ilkyardım ve tedavilerini sağlamak,
2. Doğal afetlerin yol açabileceği, dolaylı risklerden insan canı ve mallarının zarar görmesini önlemek,
3. Afetlerden etkilenmiş olan toplulukların temel ihtiyaçlarını en hızlı ve etkili yollarla karşılamak ve hayatın bir an önce normale dönmesini sağlamak,
4. Etkilenen toplulukların ekonomik, sosyal ve psikolojik kayıplarını süratle azaltmak ve yaraları mümkün olan en kısa süre içerisinde sarmak,
5. Afetlerden etkilenmiş topluluklar için daha güvenli, yeni ve modern bir yaşam çevresi ve standardı oluşturmaktır.

Afet sonrası yerleşim alanlarının belirlenmesi, yereli ilgilendiren bir konu olduğundan plandan ve planlamadan bağımsız olarak düşünülmesi pek çok soruna yol açabilmektedir. Bu konuların afet öncesi planlama kapsamında düşünülmesi ve öngörülmesi gerekmektedir.

Türkiye’de afet mevzuatı meydana gelen her doğa olaydan sonra, o olaya ilişkin özel bir yasa çıkartılmasıyla gelişmiş ve daha çok afetlerden etkilenen insanlara yardım etmek ve yaraları ivedilikle sarmak amacıyla müdahale ve yeniden inşa/iyileştirmeye yönelik tedbirlerin alınması çalışmalarına ağırlık verecek hükümleri içermiştir. Böylece, zaman içerisinde dağınık ve çeşitli kuruluşlar eliyle yürütülmeye

çalışılan bir yapı oluşmuştur (Erkan, 2010). Cumhuriyet tarihinden itibaren afetler hakkında çıkarılan yasaların listesi Tablo 2.2'de görülebilir. 1999 Kocaeli depremi sonrasında çıkartılan kanun ve yönetmelikler bunu ortaya koymaktadır (Tablo 2.3, 2.4).

Tablo 2.2. Afetlere ilişkin olarak 1923 yılından sonra çıkarılan yasaların listesi (JICA, 2004)

Yasal Düzenlemeler	Tarih
Köy Kanunu (Kanun No. 442)	1924
Belediyeler Kanunu (Kanun No.1580)	1930
Umumi Hıfzıssıhha Kanunu (Kanun No.1593)	1930
Belediye Yapı ve Yollar Kanunu (Kanun No.2290)	1933
Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Kanunu (Kanun No. 2804)	1935
Erzincan depremi ile ilgili yapılacak yardımlar hakkında Kanun (Kanun No.3773)	1940
Taşkın sulara ve su baskınlarına karşı korunma hakkında Kanun (Kanun No.4373)	1943
Yer sarsıntılarının öncesi ve sonrasında alınacak önlemler hakkında Kanun (Kanun No.4623)	1944
Deprem Tehlike Haritasının kabulü (Bakanlar Kurulu Kararı)	1945
İlk Zorunlu Depreme Dayanıklı Yapı Yönetmeliğinin kabulü (Bakanlar Kurulu Kararı)	1945
DSİ Genel Müdürlüğü'nün yeniden yapılandırılması hakkında Kanun (Kanun No.6200)	1953
2290 Sayılı Yapı Kanununda değişiklik yapan Kanun (Kanun No.6785)	1956
İmar ve İskan Bakanlığı Kuruluş Kanunu (Kanun No.7116)	1958
Sivil Savunma Kanunu (Kanun No.7126)	1958
Umumi hayata müessir afetler dolayısıyla alınacak tedbirlerle yapılacak yardımlara dair Kanun (Kanun No.7269)	1959
Afetlerin genel hayata etkinliğin tespiti ilişkin kurallar hakkında Yönetmelik.	1968
Afetzedelerin hak sahipliğinin tespiti hakkında Yönetmelik	1968
7269 Numaralı Kanunda düzenlemeler yapan Kanun (Kanun No.1051)	1968
7269 Sayılı Kanunla teşkil olunan afetler fonunun harcama usullerine ilişkin Yönetmelik	1970
Deprem Fonu Kurulması hakkında Kanun (Kanun No.1571)	1972
6785 Numaralı Kanunda değişiklik yapan Kanun (Kanun No. 1605)	1972
Afet sebebiyle yapılan ve yapılacak olan binaların borçlandırma bedellerinden yapılacak indirimler hakkında Yönetmelik	1972
7269 Numaralı Kanunda değişiklik yapan Kanun (Kanun No.2479)	1981
Olağanüstü Hal Kanunu (Kanun No.2935)	1983
Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Kuruluşu hakkında Kanun Hükmünde Kararname No.180 ve 209	1983
Afetler sebebiyle edinilen bina arsa ve arazilerden arta kalanların değerlendirilmesi hakkında Yönetmelik	1985
7269 Numaralı Kanunda değişiklik yapan Kanun (Kanun No.3177)	1985
6785 Numaralı Kanunun yerine geçen İmar Kanunu (Kanun No. 3194)	1985
3194 Numaralı İmar Kanunu göre çıkarılan 9 Yönetmelik	1985-1986
Afetlere ilişkin acil yardım teşkilatı ve planlama esaslarına dair Yönetmelik	1988
3194 Numaralı Kanunda değişiklik yapan Kanun (Kanun No. 3542)	1989
Erzincan, Gümüşhane ve Tunceli deprem bölgesindeki önlemler ve yapılacak yardımlar hakkında Kanun (Kanun No.3838)	1992
Tabii afet nedeniyle meydana gelen hasar ve tahribata ilişkin hizmetlerin yürütülmesine dair Kanun (Kanun No.4123)	1995
7269 Numaralı Kanunda düzenlemeler yapan Kanun (Kanun No.4133)	1995
Kriz Yönetimi hakkında Yönetmelik (Bakanlar Kurulu kararı)	1997
Afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında Yönetmelik	1998

Tablo 2.3. 1999 depremlerinden sonra çıkartılan kanun ve kurulan kurumlar (Erkan, 2010)

DEPREM	YILLARA GÖRE KANUNLAR	KURULAN KURUMLAR
1999- Kocaeli-Gölcük Depremi	1999- 4452 sayılı Kanun (4434 ve 4450 sayılı kanunlar ile değiştirildi)	1999- Türkiye Acil Durum Yönetimi Genel Müdürlüğü'nün kurulması (583 sayılı KHK ile)
1999- Düzce Depremi	1999- 574 sayılı KHK 1999- 575 sayılı KHK 1999- 576 sayılı KHK 1999- 580 sayılı KHK 1999- 580 sayılı KHK 1999- 584 sayılı KHK 1999- 586 sayılı KHK 1999- 587 sayılı KHK (Zorunlu Deprem Sigortasına Dair KHK) 2000- 593 sayılı KHK 2000- 595 sayılı KHK (Yapı Denetimi Hakkında KHK) 2000- 596 sayılı KHK 2000- 597 sayılı KHK 2000- 598 sayılı KHK 2000- 599 sayılı KHK 2001- 4708 sayılı Kanun	2000- Ulusal Deprem Konseyinin Kurulması
2003- Bingöl Depremi	2003- 4837 sayılı Kanun 2006- 5511 sayılı Kanun 2006- 5491 sayılı Kanun 2007- Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007- Kat Mülkiyeti Kanununda Değişiklik Yapılmasına İlişkin Kanun (5711 sayılı Kanun)	2007- Ulusal Deprem Konseyinin Kapatılması 2009- Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı'nın Kurulması

Tablo 2.4. 17 Ağustos 1999 depreminden sonra çıkarılan yasa, yönetmelik vb. gibi mevzuat listesi (JICA, 2004)

Kanunlar	Tarih
Doğal afetlerin yarattığı azaltmak ve alınacak önlemleri düzenlemek amacıyla Kanun Kuvvetinde Kararname çıkarma yetkisi veren Kanun (Kanun No. 4452)	29.08.1999
Çeşitli Kanunları yeni maddeler ve geçici maddeler ekleyerek düzenleyen Kanun (Kanun No. 4447)	08.09.1999
1999 Depremlerinde uğranılan ekonomik kayıpları azaltmak amacıyla bazı Vergi Kanunlarında değişiklik yapılması hakkında Kanun (Kanun No. 4481)	26.11.1999
4452 Numaralı Yetki Kanununun 1. ve 2. Maddelerinde değişiklik yapan Kanun (Kanun No. 4484)	04.12.1999
Bazı Kanun Hükmünde Kararnameler kabul eden Kanun (Kanun No. 4539)	03.03.2000
4452 Numaralı Yetki Kanununun süresinin uzatılması hakkında Kanun (Kanun No. 4540)	03.03.2000
Çeşitli Meslek Odalarında çalışmalarını düzenleyen kanunlara geçici maddeler ekleyen Kanun Hükmünde Kararnameyi onaylayan Kanun (Kanun No. 4581)	27.06.2000
Kanun Hükmünde Kararnameler (KHK)	Tarih
7269 Numaralı Kanunda değişiklik yapan Kanun Hükmünde Kararname (KHK No.574)	01.09.1999
4539 Numaralı Kanunda değişiklik yapan Doğal Afet Bölgelerinde Afetten Kaynaklanan Hukuki Uyuşmazlıkların Çözümüne ve Bazı İşlemlerin Kolaylaştırılmasına İlişkin Kanun Hükmünde Kararname (KHK No.575)	11.09.1999
574 Numaralı Kanun Hükmünde Kararnamede değişiklik yapan Kanun Hükmünde Kararname (KHK No.576)	23.09.1999
574 Numaralı Kanun Hükmünde Kararnameye madde ekleyen Kanun Hükmünde Kararname (KHK No.577)	30.09.1999
Bazı Kanunlarda değişiklik yapan Kanun Hükmünde Kararname (KHK No.578)	30.09.1999
Milli Piyango Kanununda değişiklik yapan Kanun Hükmünde Kararnameye bir madde ekleyen Kanun Hükmünde Kararname (KHK No.579)	07.10.1999
7269 Numaralı Kanuna maddeler ekleyen Kanun Hükmünde Kararname (KHK No.580)	13.10.1999
Bazı Kanunlarda değişiklik yapan Kanun Hükmünde Kararname (KHK No.581)	01.11.1999
Afetlerden Doğal Zararların Giderilmesi hakkında Kanun Hükmünde Kararname (KHK No.582)	22.11.1999
Başbakanlık Teşkilatı hakkında kanun hükmünde kararnamenin değiştirilerek kabulü hakkında kanunda değişiklik yapılmasına dair Kanun Hükmünde Kararname (KHK No.583)	22.11.1999

Tablo 2.4.(Devam) 17 Ağustos 1999 depreminden sonra çıkarılan yasa, yönetmelik vb. gibi mevzuat listesi (JICA, 2004)

Bir yeni il ve iki ilçe kurulması ve 190 numaralı Kanun Hükmünde Kararnameye tablolar eklenmesi hakkında Kanun Hükmünde Kararname (KHK No.584)	09.12.1999
İl Özel İdareleri Kanununa bir madde eklenmesi hakkında Kanun Hükmünde Kararname (KHK No.585)	27.12.1999
Sivil Müdafaa ve Belediyeler Kanunlarında değişiklik yapan Kanun Hükmünde Kararname (KHK No.586)	27.12.1999
Zorunlu Deprem Sigortası hakkında Kanun Hükmünde Kararname (KHK No.587)	27.12.1999
Konut Edindirme Hesaplarının Tasfiyesine dair Kanun Hükmünde Kararname (KHK No. 588)	29.12.1999
Bazı Kanun Hükmünde Kararnamelerde değişiklik yapılması Hakkında Kanun Hükmünde Kararname (KHK No.589)	07.01.2000
2859 numaralı Tapulama ve kadastro paftalarının yenilenmesi hakkında Kanuna bazı maddeler ekleyen Kanun Hükmünde Kararname (KHK No.590)	08.02.2000
Ticaret ve Sanayi Odaları, Ticaret Odaları, Sanayi Odaları, Deniz Ticaret Odaları, Ticaret Borsaları ve Türkiye Ticaret, Sanayi, Deniz Ticaret Odaları ve Ticaret Borsaları Birliği Kanununa Bir Geçici Madde Eklenmesi Hakkında Kanun Hükmünde Kararname (KHK No.591)	25.02.2000
4447 numaralı Kanunda ve Sosyal Sigortalar Kanununda değişiklik yapan Kanun Hükmünde Kararname (KHK No.592)	25.02.2000
'Sakarya' ilinin Büyükşehir Belediyesi Kurulması hakkında Kanun Hükmünde Kararname (KHK No.593)	06.03.2000
Sosyal Hizmetler ve Çocuk Esirgeme Kurumu Kanunu ile 190 numaralı Kanun Hükmünde Kararnamede değişiklik yapan Kanun Hükmünde Kararname (KHK No.594)	27.03.2000
Yapı Denetimi Hakkında Kanun Hükmünde Kararname (KHK No.595)	10.04.2000
Sivil Savunma Kanununda değişiklik yapan Kanun Hükmünde Kararname (KHK No.596)	10.04.2000

Çıkarılan ve uygulanmaya çalışılan tüm kanun ve yönetmeliklere rağmen afetlerdeki can ve mal kayıpları, afet sonrasında da yönetim sorunlarının olması ortaya konan sistemin soruları olduğunu göstermektedir.

JICA kurumu tarafından 2004 yılında derlenmiş olan "Afet Ülke Strateji Raporu"na göre "Türkiye'de halen uygulanmakta olan Afet Yönetimi veya Kriz yönetimi kavramları yeniden gözden geçirilmeli, eksikleri ve aksaklıkları düzeltilmeli ve bu konuda görev üstlenecek yöneticilerin mutlaka eğitilmesi sağlanmalıdır".

Afetlerin verebileceği zararların minimize edilebilmesi için, afet öncesi yapılması gereken çalışmalara daha çok önem verilmeli, afetler konusunda duyarlı olunması amacıyla toplumda afet kültürünün ve modern afet yönetim sisteminin tüm evreleri ile oluşturulmasına yönelik çalışmalara önem verilmelidir. Ülke genelindeki kriz merkezleri, "Afet Yönetim Merkezleri"ne dönüştürülerek risk yönetimi çalışmalarının da yapıldığı 365/24 esasına göre çalışan merkezlere dönüştürülmelidir (Kadioğlu, 2008).

Koordinasyonun sağlanabilmesi, kaynakların rasyonel kullanılabilmesi, hizmetlerin etkin-verimli aktarılabilmesi için güncel, yenilenebilir ve yönetilebilir bir sistemin kurulması gerekmektedir. Afetlerin hem can hem de maddi maliyetleri incelendiğinde zarar azaltma çalışmalarının önemi ortaya çıkmaktadır.

1999 yılında geçirdiğimiz depremlerin yurdumuza maliyeti yaklaşık 10-14 milyar dolardır. 15 milyon nüfus bu afetlerden etkilenmiş, ölü sayısı 18.000, yaralı sayısı ise 40.000 olarak belirlenmiş, yaklaşık 386.000 binanın hasar gördüğü, bunun 55.000 kadarının ağır hasarlı/tamamen yıkılmış ve yaklaşık bir o kadarının da orta derecede hasarlı olduğu tespit edilmiştir (Sözen ve diğ., 2005).

Deprem riskinin, deprem tehlikesi ve toplumun hassasiyetlerinin bileşiminden meydana geldiği varsayıldığında, basit bir ifadeyle, her yerde işlerliği olan standart bir formül veya yaklaşımdan söz edilemez. Her binanın ve her yerleşmenin kendine özgü bir hikâyesi vardır (Balyemez, 2010). Bu yüzden her güçlendirme veya yenileme projesi, içinde yer aldığı bölgenin yerel toplumsal ve kurumsal koşullarına göre şekillenir (FEMA, 1998).

Güler, 2008, tarihteki ilk zarar azaltma çalışmasının Nuh Tufanı olayı olduğunu söylemektedir. O güne kadar görülmemiş derecede şiddetli bir meteorolojik afete karşı korunabilmek ve hayatta kalabilmek için inşaa edildiği belirtilen Nuh'un Gemisi, ilk somut zarar azaltma uygulamasıdır. Zarar azaltmanın asıl hedefi, olması engellenemeyecek bir afetten azami ölçüde korunabilmeyi ve en az kayıpla afeti atlatabilmeyi sağlayacak önlemlerin alınmasıdır (Güler, 2008).

Zarar azaltmada esas yapılan, var olan bir tehlikenin afet olmadan önce ortadan kaldırılması veya etkisinin azaltılması çalışmasıdır. Zarar azaltma çalışmasının çözüme ulaşan bir uygulama olabilmesi için, var olan tehlikeye karşı önlem almanın yanında uygulanabilir bir yöntem olması gerekmektedir.

Birleşmiş Milletler tarafından 14-18 Mart 2015 tarihinde Sendai-Japonya'da, düzenlenen Dünya Afet Riskleri Azaltma 3. Konferansı'nda Devletler tarafından gerçekleştirilmesi gereken eylemleri 4 maddede açıklamıştır.

1. Afet riskini anlamak;
2. Afet riskinin yönetilmesi için afet risk yönetişimini güçlendirmek;
3. Dirençlilik için afet risk azaltmaya yatırım yapmak;
4. Etkili müdahale için afete hazırlık çalışmalarını geliştirmek ve iyileştirme, rehabilitasyon ve yeniden inşa safhalarında " Öncekinden Daha İyisini İnşa Etmek".

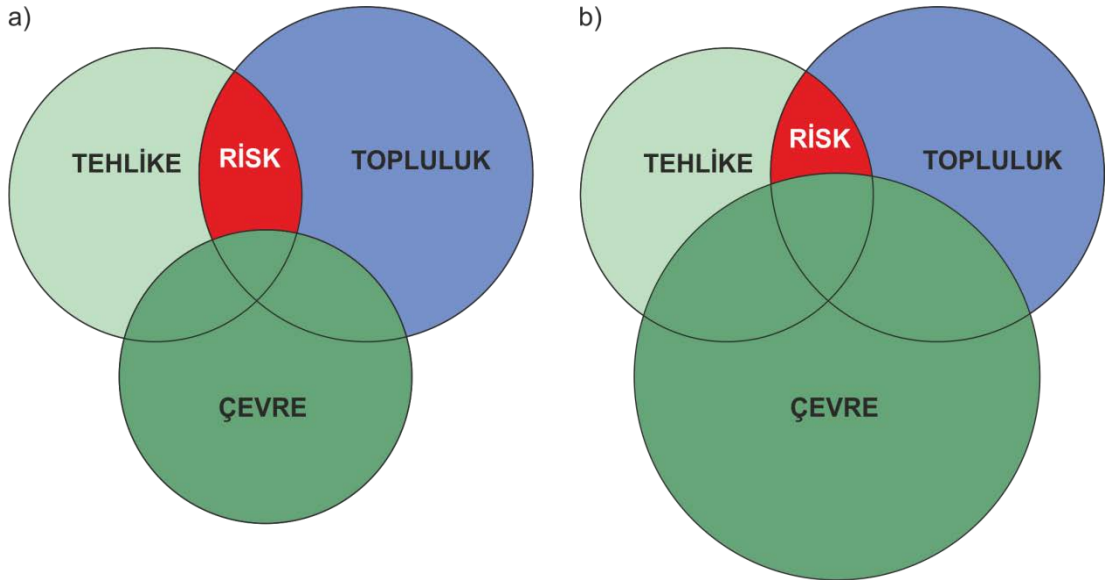
Yapılacak bu eylemler, afetlerin ülkede meydana getireceği riskleri ortadan kaldırarak zararları azaltacaktır.

2.3. Risk ve Risk Değerlendirme

Genel anlamda risk, herhangi bir tehlikenin meydana gelme olasılığı ile bu tehlikenin neden olacağı sonuçların bileşkesidir (Kundak, 2007).

Afet Yönetimi için “Risk” önemli bir kelimedir. Genel anlamda, bir olayın doğurduğu olumsuz sonuçların ve kayıpların toplamı olarak, mühendislikte ve sigortacılıkta, “belirli bir olayın, belirli bir büyüklükte meydana gelmesi halinde doğurabileceği kayıp olasılığı” olarak tanımlanmaktadır (Aksaraylı, 2005).

Afet büyüklüğü ve yaşayan topluluk aynı olsa bile yaşam çevreleri için yapılan değişim ve gelişim artırılması riskin daha az olmasını sağlayacaktır (Şekil 2.6-a-b) (Aksaraylı, 2005).



2.3.1. Deprem riskinin bileşenleri

Deprem riskini etkileyen faktörler; deprem tehlikesi, arazi kullanımı, demografik yapı ve ekonomik yapı olarak 4 başlık altında değerlendirilebilir (Kundak, 2007).

Nüfusun demografik yapısı, deprem anında ve sonrasında, insanların sırasıyla önce kendini koruma sonra da kendini kurtarma potansiyelini tanımlamaktadır. Kırılgan nüfus kapsamında yaş belirleyicisinin yanı sıra özürü nüfus ve tedavi altında bulunan kişiler de değerlendirilme kapsamına alınmalıdır. Deprem açısından yerleşimin demografik yapısında dikkate alınabilecek değişkenlerden biri de, deprem

anında kendisini kurtarma olasılığı düşük olan nüfusun belirlenmesidir. Bu tanımlamalar Kırılgan Nüfus kapsamına girmektedir.

Nüfusun Fiziksel Hassasiyeti kentlilerin üst düzeyde veya düşük seviyede hassas olmalarına neden olan fiziksel nitelikleridir. Hassasiyeti yüksek olması beklenen gruplar: çocuklar (beş yaşından küçük), yaşlılar (altmışbeş yaş ve üstü), hastalar, engelliler ve hamilelerdir. Bu nitelikler, kişinin çökmekte olan bir yapıdan kaçabilme, yaralanmadan sonra iyileşebilme veya deprem sonrası güç ortamda yaşayabilme becerilerini etkileyeceğinden dolayı önem taşımaktadır (Davidson, 1997).

Kentte depremin neden olduğu etki kent nüfusunun tamamına eşdeğer biçimde yayılabilmekte veya hassasiyeti yüksek küçük gruplar üzerinde yoğunlaşabilmektedir. Küçük yaşta çocuklar ve bebekler, hareket zorluğu çeken yaşlılar, evlerde bakım gören ağır hastalar ve fiziksel engelliler bu grubu oluşturmaktadır. Davidson çalışmasında, 0-4 ve 65 yaş üzeri nüfusu bu grup altında toplamıştır ve yerleşim nüfusuna oranını belirleyerek bir değişken olarak kullanmıştır (Davidson, 1997).



Şekil 2.7. Kavramsal deprem risk analizi faktörleri (Davidson, 1997)

Deprem anında ve sonrasında karşılaşılan faktörler topluma göre farklılık göstermekle birlikte Şekil 2.7'de genel kavramları görülmektedir.

Afet riski matematiksel olarak:

$$\text{Risk} = \text{Tehlike} \times \text{Varlıklar} \times \text{Zarargörebilirlik}$$

olarak ifade edilebilir.

Risk kavramını oluşturan 3 temel faktör ve büyüklüğünü etkileyen bileşenler Şekil 2.8'de görülmektedir.

Özmen, 2007’de, bir olayın meydana getireceği kötü sonuçların tamamı olarak ifade edilebilecek olan risk kavramı, mühendislik ve sigortacılıkta ise “kayıp olasılığı” olarak ifade edilmektedir.

Afet sonrası durum tespiti, iletişim, ulaşım, arama ve kurtarma, sıhhi tahliye ve tedavi, güvenlik, teşkilat, insani yardım malzemelerinin kabulü ve kaydı, depolanması, barınma ve iâşe, basın-halkla ilişkiler ve psikolojik hareket, eğitim ve yetki kargaşası gibi konularda büyük sorunlar yaşanmaktadır.



Şekil 2.8. Risk kavramı ve bileşenleri (Gerdan, 2010)

Türkiye’de yaşanan son iki deprem öncesi ve esnasındaki altyapı yetersizliği, özel kurumlar ve/veya kamu kurumları arasındaki planlama, uyum ve koordinasyon eksikliği görülmüş; deprem sonrası icra edilen faaliyetlerde büyük oranda işgücü ve zaman israfına neden olmuştur (Can, 2005).

Tehlike analizi sonuçlarını demografik yapı, yapısal ve sosyolojik değerlerle de ilişkilendirmek sonuçların kıymetini artıracaktır. Çalışmada tehlike analizi sonuçları hasar görebilirliği yüksek binalarda yaşayan nüfus dağılımları ile birleştirilmiştir. Afet sonucunda insanlara zarar veriyorsa, yapılacak zarar azaltma çalışmalarının da nüfus ve demografik dağılımla ilişkilendirilmesi zorunluluk olmalıdır.

Hasar görebilirliği yüksek yapılardaki yaş ve cinsiyet dağılımları binanın hasar görmesi sonucunda ortaya çıkacak hem kurtarma hem de müdahale ihtiyaçlarını yüksek doğrulukla hesaplamamıza olanak sağlayacaktır.

Sonuç olarak; afetin büyüklüğü ve yaşanacak can kayıpları, bölge hakkında elde edilen veriler, verilere göre planlanan bölgeler ve toplumun katılımı ile kontrol altında tutulabilir. Bölgesel veri toplama, değerlendirme ve uygulamaya geçilmesi kadar önemli olan faktör, orada yaşayan insanların da buna hazırlanması ve uygulamalara destek vermesidir. Afet bilinci olmayan bir toplumda afet yönetimi veya afete hazırlık çalışmalarının sonuç vermeyeceği yaşanarak öğrenilmiştir.

Afete hazırlıklı olma kavramı, sadece afet sonrasındaki ihtiyaçların giderilmesi şeklinde düşünülmemelidir. Afet olmadan yapılacak çok disiplinli çalışmalar ve bunların CBS ortamında aktararak kullanıma açılması afete hazırlığın ilk aşaması olmalıdır.

Sayısal çağın gerekliliği olarak yüksek kalitede veriler üretilmektedir. Veri yönetiminin veya bunların koordinasyonunun sağlanmadığı durumda ise verilerin kalitesinin hiçbir önemi kalmamaktadır. Yani veri tek başına pek bir anlam taşımamaktadır. Veriyi kıymetlendirebilmek için; farklı anabilim dallarında üretilmiş verilerle ilişkilendirmeli ve herkesin kullanabileceği bir boyuta taşınabilmelidir. Esas amaç, veriyi bilgi haline getirebilmektir. Bunun en kolay yolu da, veriyi Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile kullanılabilir hale getirmektir.

Elde edilen yapı risk değerlendirme dağılımları ve demografik bilgilerin analizi, afet sonrası kriz masası tarafından müdahale çalışmalarının planlanmasında önemli bir veri olacak ve müdahale çalışmaları daha etkin olarak yapılabilecektir.

2.4. Uluslararası Afet Yönetimi Politikalarındaki Gelişimler

Uluslararası kuruluşlarca afetlerden sonra yapılan yardımlara olan gereksinmelerin aşırı büyümesi, yardım geri dönüşlerinin sınırlı kalması, tehlikelere karşı duyarsızlıkların ve risk alma eğilimlerinin giderek artması 1980'lerde "yara sarma" politikalarının sorgulanmasına yol açmıştır (Balamir, 2007).

Birleşmiş Milletler tarafından ülkelerin risk/zarar azaltma politikalarını değerlendirmek ve geliştirme amacıyla bir dizi devletler arası etkinlik düzenlenmiştir. Bunlardan bazıları;

- Yokohama Konferansı (1994), afet zararlarının azaltılması politikaları için yeni strateji ve ilkeler belirlenmiş,
- International Strategy for Disaster Reduction (ISDR), (2000), Birleşmiş Milletlerin yeni organı olarak tanımlanmış,

- Birleşmiş Millîler, IDNDR aracılığı ile 1990-2000 yılları arasını doğal afetlerin etkilerini azaltma onyılı olarak tanımlanmış,
- Johannesburg Eylem Planı (2002), sosyal ve ekonomik kalkınma ve çevrenin korunmasının başlıca unsurları belirlenmiş ve bu belgeler üzerinde küresel ölçekte uzlaşa sağlanmış ve doğal afetler de sonuç bildirisinde yer almış,
- ISDR tarafından düzenlenen Kobe Konferansı (2005), ile 2005-2015 yılları arasında Hyogo Eylem Çerçevesi ile plan geliştirilmiş,
- Hyogo Eylem Çerçevesi (2005-2015), Afet risklerinin ve kırılganlığın azaltılması için stratejik ve sistematik bir yaklaşımlar teşvik edilmiştir. Ulusların ve toplumların afete karşı dirence olan ihtiyaçlarını, direnç yöntemlerini vurgulamış,
- Sendai Afet Risk Azaltma Çerçevesi (2015)'de 2015-2030 yılları arasında risk azaltma uygulanması için taahhütlere dayalı işbirliği ve uygulamaların periyodik olarak gözden geçirilmesi için yöntemler belirlenmiştir.
- Avrupa Afet Risklerinin Azaltılması Forumu (EFDRR)'nda (2015), Avrupa Birliği ülkelerinde zarar azaltma, sürdürülebilir kalkınma için afet direncinin artırılması için ulusal ve yerel afet risk azaltma stratejilerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Hyogo Çerçeve Eylem Planı (2005-2015) öncelikleri şunlardır (URL-2):

1. Afet risklerinin azaltılmasını, uygulama için güçlü bir kurumsal temelle ulusal ve yerel bir öncelik olmasını sağlamak;
2. Afet risklerini tanımlamak, değerlendirmek, izlemek ve erken uyarı sistemlerini geliştirmek;
3. Tüm seviyelerde güvenlik ve direnç kültürü oluşturmak üzere bilgi, inovasyon ve eğitimden faydalanmak;
4. Temel risk faktörlerini azaltmak;
5. Tüm seviyelerde etkin müdahale için afete hazırlığı güçlendirmek.

Hyogo Çerçeve Eylem Planı, genel olarak, afet risk azaltma ile ilgili çabalarda kritik bir rehberlik sunmuş ve Binyıl Kalkınma Hedefleri'nin kazanımlarına doğru ilerlemeye katkı sağlamıştır (URL-2).

Yapılan tüm ulusal ve uluslararası çalışmalara rağmen, afetler halen can almaya ve sürdürülebilir kalkınmaya zarar vermeye devam etmektedir.

Sendai 2015'in sonuçlarına ulaşabilmek için "Tehlikeye maruz kalmayı ve afetten zarar görebilirliği önlemek ve azaltmak , müdahale ve iyileştirme için hazırlığı artırmak üzere, bütünleşik ve kapsamlı bir şekilde ekonomik, yapısal, yasal,

sosyal, sağlık ilgilii, kültürel, eğitsel, çevresel, teknolojik, politik ve kurumsal önlemlerin uygulanması yoluyla yeni afet riskinin oluşmasını önlemek, mevcut afet riskini azaltmak, böylelikle afetlere karşı dirençliliği arttırmak.” Amaç olarak belirlenmiştir.

Sendai 2015 kapsamında yedi küresel hedef belirlenmiştir. Bunlar:

1. Afet nedeniyle küresel can kaybı sayısını 2030 yılına kadar önemli ölçüde azaltmak, bu doğrultuda 2005-2015 dönemine kıyasla, 2020-2030 yılları arasında küresel seviyede her 100.000 nüfus başına can kaybı ortalamasını düşürmek.
2. Küresel seviyede afetten etkilenen insan sayısını 2030 yılına kadar önemli ölçüde azaltmak, bu doğrultuda 2005-2015 dönemine kıyasla, 2020-2030 yılları arasında küresel seviyede ortalama rakamı her 100.000 nüfus başına indirmek.
3. Küresel düzeyde gayri safi yurt içi hasıla bakımından afetlerin yol açtığı doğrudan ekonomik kayıpları 2030 yılına kadar azaltmak.
4. Afet nedeniyle kritik altyapıların zarar görmesini ve sağlık ve eğitim tesisleri dahil temel hizmetlerin aksamasını önemli ölçüde azaltmak, bu doğrultuda 2030 yılına kadar dirençliliklerini arttırmak.
5. Ulusal ve yerel afet risk azaltma stratejileri olan ülkelerin sayısını 2020 yılına kadar önemli ölçüde çoğaltmak.
6. Kalkınmakta olan ülkelere, bu çerçevenin uygulanmasına yönelik ulusal eylemlerini 2030 yılına kadar tamamlamaları için yeterli ve sürdürülebilir destek sağlamak üzere, uluslararası işbirliğini önemli ölçüde arttırmak.
7. Çoklu tehlike erken uyarı sistemlerinin, afet risk bilgisinin ve değerlendirmelerinin kullanımını ve bunların toplum tarafından ulaşılabilirliğini 2030 yılına kadar önemli ölçüde arttırmak.

Sendai 2015 Konferansı sonucunda, devletler tarafından gerçekleştirilmesi gereken 4 adet eyleme ihtiyaç duyulduğu görülmüştür. Bunlar:

1. Afet riskini anlamak;
2. Afet riskinin yönetilmesi için afet risk yönetişimini güçlendirmek;
3. Dirençlilik için afet risk azaltmaya yatırım yapmak;
4. Etkili müdahale için afete hazırlık çalışmalarını geliştirmek ve iyileştirme, rehabilitasyon ve yeniden inşa safhalarında “ ncekinden Daha İyisini İnşa Etmek”.

Afet risklerinin azaltılması çalışmaları maliyet açısından uygun ve kabul edilebilir bir yatırım olarak görünmektedir.

Dirençlilik, Birleşmiş Milletler, Afet Risk Azaltma Ofisi tarafından “Tehlikelere maruz kalmış bir sistemin, topluluğun veya toplumun, kendi temel yapılarını ve işlevlerini koruma ve onarma dahil, bir tehlikenin etkileri karşısında zamanında ve etkin bir şekilde direnme, soğurma, uyum geliştirme ve iyileşme becerisi” olarak tanımlanmıştır.

Dirençlilik için risk azaltmaya yönelik yatırımlar yapmak inovasyonu, büyümeyi, iş alanları yaratmayı, kalkınmada sürekliliği sağlayabilir.

Dirençliliğin oluşturulabilmesi için önemli bir nokta da arazi kullanım politikalarının geliştirilmesi ve uygulanmasında, kent planlamasıdır.

Yerleşim için güvenli alanların belirlenmesi, afet risk değerlendirmesi, haritalaması ve yönetiminin, kırsal kalkınma planlamasında ve dağlık alanların, akarsuların, kıyı taşkın önleme alanlarının, kurak alanların, sulak alanların, kuraklığa ve taşkına meyilli diğer alanların idaresinde, insan yerleşimi için güvenli alanların belirlenmesi ve aynı zamanda risk azaltmaya yardımcı ekosistem fonksiyonlarının korunmasını da dikkate alarak, yaygınlaştırılmasını teşvik etmek bölgenin afet direncini artıracaktır.

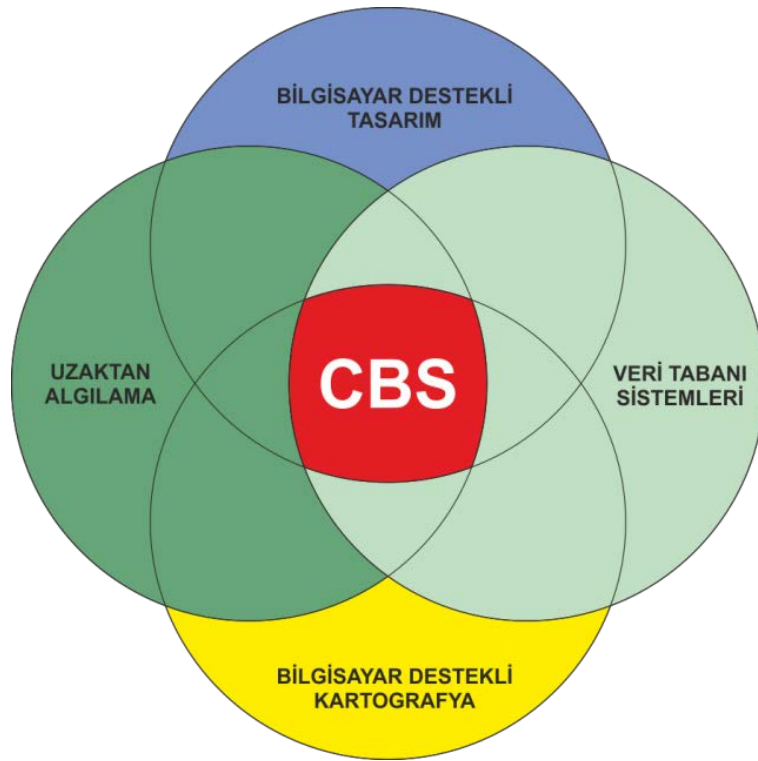
2.5. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)

Literatürdeki CBS tanımları;

- Belli bir amaç ile yeryüzüne ait verilerin toplanması, depolanması, sorgulanması, transferi ve görüntülenmesi işlerini yerine getiren araçların tümüdür (Burrough, 1998).
- Genel harita bilgilerini görüntülemeye yarayan bilgi yönetimi sisteminin bir şeklidir (Dale, 1988).
- Coğrafi bilgileri bir bilgisayar ortamında depolayan ve analiz eden bir araçtır (Esri, 1994).
- Konumsal veya coğrafi koordinatları referans alan ve bu veriler ile çalışmayı tasarlayan bir bilgi sistemidir (Star and Estes, 1990).
- Yeryüzü referanslı verileri toplayan, depolayan, kontrol eden, işleyen, analiz eden ve görüntüleyen bir sistemdir (Agi, 1991).

Bu tanımlamalara göre, CBS bilgi teknolojisine dayalı veri toplama, işleme ve sunma aracı olarak veya yoğun ve karmaşık konum bilgilerinin etkin bir şekilde denetlenebildiği bir yönetim tarzı veya coğrafi verilerin daha verimli kullanılmasına olanak sağlayan bir sistem ya da bunların bir bütünüdür (Yomralıoğlu, 2000).

CBS, insana ve mekana ait her türlü verinin koordinatlı olarak depolanması ve birbirleri ile ilişkileri kurularak sorgulanabilir bir ortama aktarılması, sınıflandırılması ve analiz işlemlerinin tümü olarak tanımlanabilir. Verilerin sadece depolanması, CBS analizleri ve karşılaştırmaları yapılmadan anlamsız hale gelmektedir. CBS ve ona altlık olan veri işleme sistemlerini ve aralarındaki ilişkiyi şekil 2.9'da görülmektedir.



Şekil 2.9. Konumsal veri işleme ve CBS ilişkisi

CBS esas olarak bir sistem tasarımıdır.

Her çalışmaya veya her bir alana farklı sistem tasarlamak çalışmada toplanacak verileri ve bu verilerin sisteme girilmesini kolaylaştıracaktır.

Toplanacak verinin nasıl ve hangi amaçla toplanacağı sistemin sorunsuz çalışması için temel adımdır. Verinin kullanım amacı düşünülerek sistemin oluşturulması verinin bu sisteme göre girilmesi işlemleri ve analizleri hızlandıracaktır. Veri giriş yönteminin seçilmesi kurulacak sistemin işletilmesi açısından önemlidir. Çalışılan bölgeye göre sistem tasarlanması analiz ve sonuca ulaşmayı kolaylaştıracaktır.

Alana ait çok disiplinli çalışmalarda hızlı ve doğru sonuca ulaşabilmek için CBS kullanımını kaçınılmaz bir zorunluluktur.

CBS'ye yönelik kurulması tasarlanan bir sistem için harcanacak zaman ve maliyetin % 50'si veri toplamak için gerekmektedir (Yomralıoğlu, 2002). CBS'nin kavramsal anlamda ilk ortaya çıkışı, 1963 yılında Roger Tomlinson liderliğinde başlatılan ve Kanada'nın ulusal arazilerinin özelliklerine göre tespitine yönelik olarak geliştirilen Kanada CBS projesiyle olmuştur. Yine 1966 yılında Harvard Üniversitesi'nde gerçekleştirilen bir proje de ilk teorik CBS çalışması olarak bilinir (Yomralıoğlu, 2002).

Doğal kaynaklı afet yönetimi, çok katmanlı ve çok aşamalı bir süreçtir. Önleme ve zarar azaltma, hazırlıklı olma, tahmin ve uyarı, kurtarma ve ilk yardım, iyileştirme, yeniden inşa etme gibi ara süreçleri vardır (Arca, 2012).

Doğal afetler, herhangi bir coğrafi konumda meydana geldiğinden dolayı olası afetin analizi CBS ile gerçekleştirilebilir. Herhangi bir doğal afet yönetimi üç aşamalı olarak modellenebilir (Yomralıoğlu, 2000). Bu aşamalar;

- Afetin felakete dönüşmemesi için alınacak önlemler,
- Afet esnasında etkin ilkyardım çalışmaları,
- Afet sonrası bölgenin yeniden yapılandırılmasıdır.

CBS'nin beş temel unsuru bulunmaktadır. Bunlar (Yomralıoğlu, 2002);

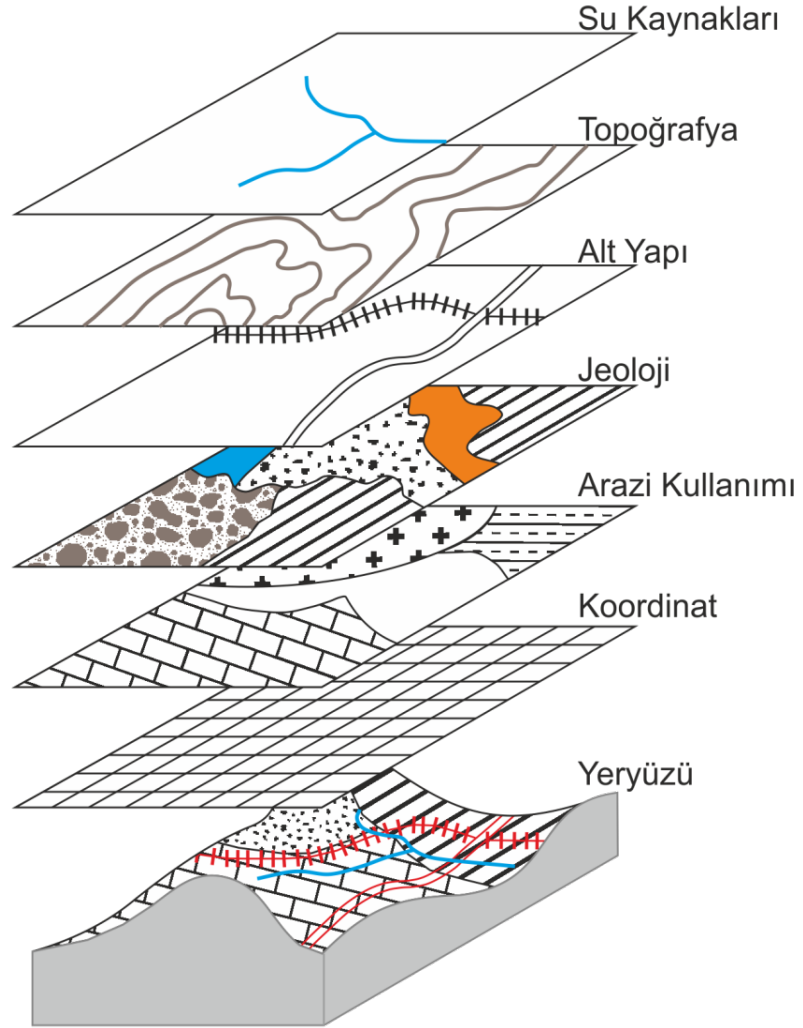
- Yazılım,
- Donanım,
- Veri,
- Yöntem,
- Personel,

CBS'nin afet yönetim sistemi ile ilgili çalışmalarda kullanılmasının çok büyük avantajları bulunmaktadır (Arca, 2012). Bunlar;

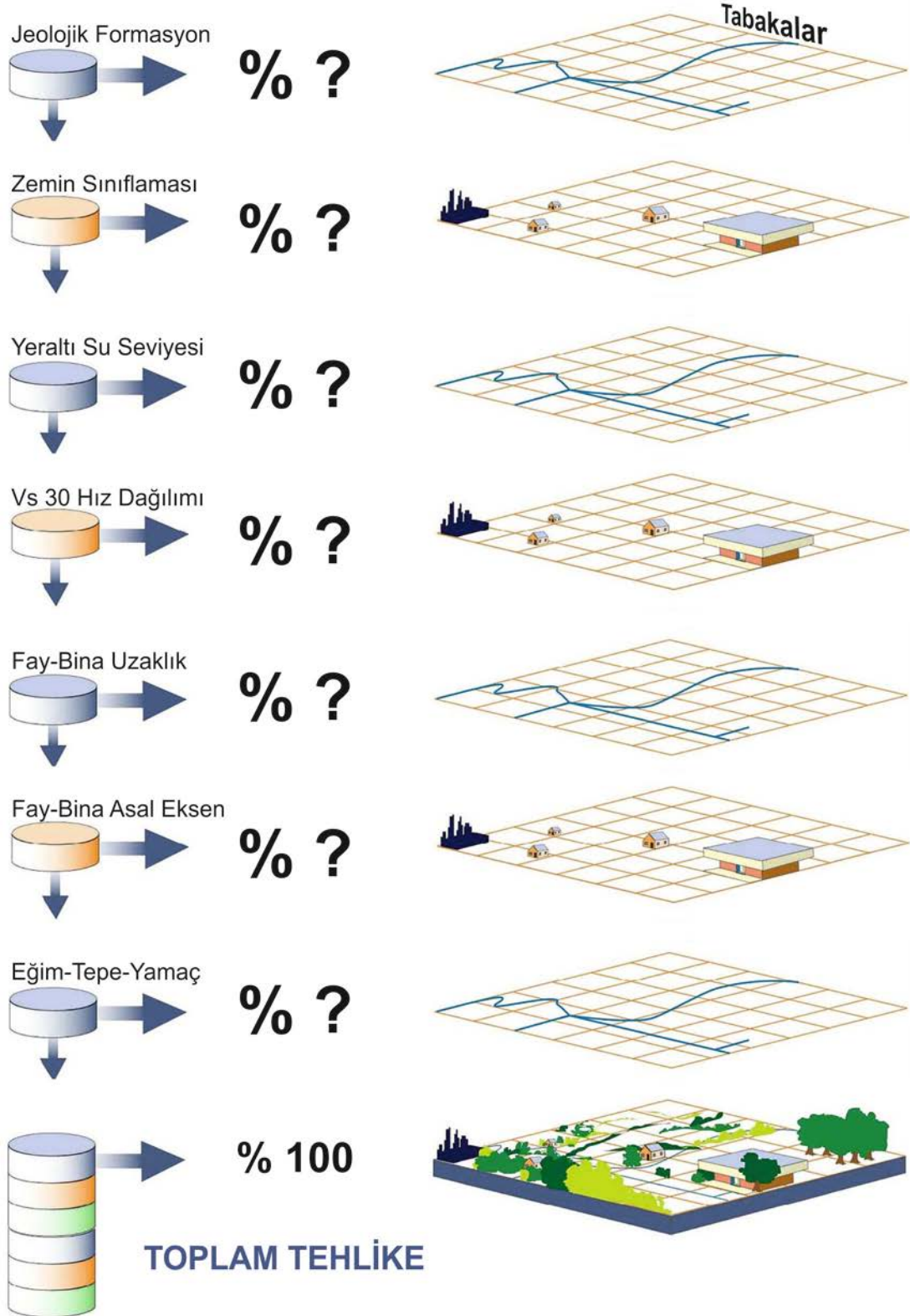
- Etkin bir paylaşım aracı olması,
- Güncellenebilmesi,
- Hızlı veri analizi yapılabilmesi,
- Çok yönlü görselleştirme imkanı sunması,
- Çok disiplinli çalışmaların aynı ortamda toplanabilmesi ve sorgulanabilmesi,

CBS için gerekli coğrafi ve öznitelik veriler amaca uygun olarak toplanmalı ve bilgisayar ortamına aktarılmalıdır. Toplanan bu veriler CBS'nin kurulabilmesi için öncelikler sayısal formata dönüştürülmelidir (Aksaraylı, 2005).

CBS'nin temel elemanı veri toplamadır. Farklı ortamlardan gelen veriyi saklama, analiz etme ve sonuç haritaların elde edilmesi CBS'yi bir bilgisayar programı olmasının yanında sistem çözümü olarak ta ortaya çıkarır (Şekil 2.10).



Şekil 2.10. Bilgisayarda CBS ortamında veri toplama ve tabaka görünümü (Bernhardsen, 2001)



Şekil 2.11. Çalışmadaki CBS tabaka yapısı

Şekil 2.11'de, çalışmada kullanılan veriler ve toplam tehlikeye etki oranları görülmektedir.

CBS'nin en önemli özelliklerinden biri grafik (konumsal), grafik olmayan (çizelge) verilerin ilişkilendirilmesi ve işlevsel hale getirilmesidir. Aralarında bağ kurulan verilerin bir arada tutulması CBS'de veri katmanlarıyla gerçekleştirilir. Katman bir haritanın grafik ve grafik olmayan verilerinin toplandığı sayısal biçimdir. Bir katmanda, grafik veriler, nokta, çizgi ve alan özellikler ile grafik olmayan çizelge verilerin sistem dışı verilerle bağlantıları, harita üzerine işlenen harfler (text bilgileri) ve katmanın dış sınırlarının tanımlanması, topolojik veri tabanında saklı tutulur (Yomralıoğlu, 2000).

3. DEPREM RİSKİ ANALİZİ KAPSAMINDA VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Depreme yönelik tehlike analizinin yapılacağı bu çalışmada; alanda yapılmış tüm çalışmalar değerlendirilmiş, 17 Ağustos 1999 depreminde bölgede meydana gelen zarar ve sebepleri gözden geçirilmiştir. Olası bir depremde bölgedeki yapılara zarar verebilecek tüm veriler bu bölümde incelenerek, tehlike analizinde hangilerinin kullanılacağı araştırılacaktır.

Çalışmada kullanılan tüm veriler, bina öz nitelik tablosuna işlenerek veri grubuna dahil edilmiştir. Yapılan çalışmanın ayrıntısını artırabilmek ve zeminden çok zemin üzerinde bulunan yapılar incelenmiştir. Deprem sonrasında kullanılma durumuna göre yapının kullanım fonksiyonu da CBS ortamı veri grubuna eklenmiştir.

Yapıya ait tüm veriler Şekil 3.1.a'da görüleceği gibi bir kimlik bilgisi olarak CBS ye eklenmiş ve sonrasında her yapının özelliklerine kolayca ulaşılabilecek bir sistem kurulmuştur (YTAS, YTAF).

3.1. Çalışma Alanı Yapı Stoğu ve CBS Ortamındaki Özellikleri

Çalışma başlangıcında alan ile ilgili veriler toplanmıştır. Toplanan verilerin karşılaştırmaları yapıldığında, kurumların hepsinde farklı yapı adetleri ve özellikleri görülmüştür.

Gölcük Belediyesi'nden elde edilen verilere göre 2450 yapıya ulaşılırken Kocaeli Büyükşehir Belediyesi'nden elde edilen verilere göre 3456 adet yapıya ulaşılmıştır. Hava fotoğrafları ve alan analizlerinden elde edilen güncel veriye bağlı olarak Kocaeli Büyükşehir Belediye Başkanlığı'ndan alınan verilerin kullanılmasına karar verilmiştir.

Bu verilerde Nüfus Vatandaşlık İşleri Genel Müdürlüğü (NVI)'nin kullandığı "Adres No" tanımlaması gibi bir özellik olmadığından Kocaeli Büyükşehir Belediyesi CBS Şube Müdürlüğü'nün ürettiği "KBB_BINAID" (Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Bina ID Numarası) polygon tanımlaması için kullanılmıştır.

“KBB_BINAID” kullanımının, veri girişi sırasında karışıklığı önlemek açısından oldukça önemli bir yeri vardır. “KBB_BINAID” yi kullanmak yerel yönetimler ile veri paylaşımı ve ortak dili konuşmak açısından da önemlidir.

NVİ ile görüşülerek alan ile ilgili poligon bazlı demografik yapıya ait bilgiler elde edilmiştir. “Adres No” bilgisi de bu veriler içinde yer almaktadır. “Adres No” ve “KBB_BINAID” karşılaştırılması yapılarak tüm veriler aynı anda iki ID tanımlaması ile eşleştirilmiştir.

3456 adet yapı polygonu tanımlanmış olan CBS katmanı incelendiğinde, bazı polygonların kullanım fonksiyonlarının, spor alanlarını veya farklı nitelikteki alanları gösterdiği görülmüştür. Sonuç kısmında yapılacak olan, tehlike analizi hesaplaması çalışması öncesinde alandaki toplanma alanları ve bunların yapılara olan uzaklıklarının veri gürubuna girilmesi ile bu polygonların niteliklerine daha fazla değer kazandırmıştır.

3.1.1. Yapı tehlike analizi sistemi (YTAS) ve yapı tehlike analizi fişi (YTAF)

Veri girişi tamamlandıktan sonra; yapı ile ilgili bilgilere kolay ulaşılması, girilmiş olan görsellerin “Adres No” ve “KBB_BINAID” numarası ilişkilendirilmesi, görseller arasında dosya adı karmaşasının yaşanmaması verilere kolay ulaşım için önemlidir.

Çalışma sırasında CBS ortamında oluşturulan veri yapısının, CBS programlarına ihtiyaç duyulmadan da incelenebilmesi için bir sistem geliştirilmiştir.

Şekil 3.1-a’da gösterilen kolay ulaşılır arşivleme sistemi Yapı Tehlike Analizi Sistemi (YTAS)’nin oluşturulmasına karar verilmiştir.

CBS sistemine girilmiş olan, yapıya ait görseller ve yer bilimlerine ait veriler derlenerek isimleri, klasör yapıları düzenlenmiş ve YTAS arşivleme sistemi oluşturulmuştur.

Bu sistemin oluşturulması sırasında “Adres No” ve “KBBBINAID” baz alınmıştır. Yapıya ait klasör ve görsellerin isimlendirilmesinde “O” yapıya ait “KBBBINAID” kullanılmaktadır. Tüm yapılara ait “KBBBINAID” ile verilmiş olan klasörler TÜBİTAK Proje kodu olan “112M421” klasörü altında bulunmaktadır.


Yapı Tehlike Analizi Fişi (YATF); Şekil 3.1-b’de gösterilen yapıya ait tüm bilgilerin ve niteliklerin tek bir belgede toplanmış envanter belgesinin adıdır. Tehlike analizi

saptamasında kullanılan CBS tablosu derlenerek Şekil 3.1-b'de gösterilen belge elde edilmiştir. Bu belgede olması istenen nitelikler derleme sırasında kullanıcı tarafından seçilebilecektir. Oluşturulan YTAF belgesi yine "O" yapıya ait "KBBBINAID" numarası ile isimlendirilmiştir.

a)

- 112M421
- 1276854
- GORSSELLER
- IMAR
- ISKAN
- MIMARI
- RUHSAT
- YAPI
- YTAF
- 1276985
- GORSSELLER
- IMAR
- ISKAN
- MIMARI
- RUHSAT
- YAPI
- YTAF
- 3254525
- GORSSELLER
- IMAR
- ISKAN
- MIMARI
- RUHSAT
- YAPI
- YTAF

b)



KBB_BINAID 1276854 İlgili Mahalle Caddesi/Sokak Adı Kat No Kat Adedi (Foto) Parsel Boyutları Yapım Yılı

3- Yerli Zemin Kuvveti ve Deprem Etkisi

Fayla Uzaklık	Asıl Eksen	Diğer Yatışma Uzaklık	Yerli Su Seviyesi	Analiz Değeri
Kuvvet Durumu	V/S has	V/S has	V/S_30	Kuvvetin (C)
İşletme Sürdürme Açısı (a)	Jelolik Fonksiyon	RCD	Polisyon Oranı	Bulaşıcı
Küçümle Medül	T1 (D/T)Sönme Verilen	Yerli Kuvveti	Seviye	Tayınma gücü
Zemin emiyeli gelmesi	Zemin Büyümesi	Zemin Hakim Tiltlerin Periyodu	Zemin Sınırlaması	Yerleşim uygunluk durumu
Yerli Değer	Hasar Durumu	Eğim/İşletme-yanlış etkisi		

3- Yapıya Ait Bilgiler

Kültür Mirası mı?	Bina Tesisi var mı?	Deprem Yönelimi Yılı	İmar Planı yılı	Plandaki Formu
Ran Tipine Göre Risk var mı?	Plandaki Alan	Yapı Yüksekliği (Ruhusat)	Kat Adedi (Ruhusat)	Kat Adedi (Foto)
() Kat Adedi	Taşıyıcı Sistemi	İsaret Doğru materyali	Çatı Türü	Çatı Materyali

4- Yapısal Risk Unsurları

Düvar Boşluk Oranı	Düvar Boşluk Düzeyi	Yapı-Sokak İlişisi	Kısa Kolin	Yumuk Kat
Ters Dönüş	Zayıf kat	Güçlü Kuvvet	Taşıyıcı Sistem Düşey Etkinliklerinin Sınırlanması	Çıkma Kat
Ağır Çatma	Cebheki Ağır Yük Olup Olmadığı	Taşıyıcı Sistem Bütüncül Müdahaleler	Kolin Kayma, Kiriş Deme	Fonksiyona Bağlı İkinci Riskler

5- Hazırlanmış Durumun Dair Verileri

Zemin Kat Arzalı Kullanım	Üst Kat Kullanımı	Kat Kullanımı Fonksiyon-1	Kat Kullanımı Fonksiyon-2	Kat Kullanımı Fonksiyon-3
Kat Kullanımı Fonksiyon-4	Resmî Tesis Alanına Olan Uzaklık	Eğitim Tesis Alanına Olan Uzaklık	Sağlık Tesis Alanına Olan Uzaklık	Sosyal-Kültürel Tesis Alanına Olan Uzaklık
Açık Yeşil Alan Olan Uzaklık	Akıl, Tehlike Ve Riski Yüksek Kullanıma Olan Uzaklık	Üst Kat Kullanımı	Akıl Sonrası Hizmet Tesis Alanına Olan Uzaklık	Akıl Sonrası Hizmet Tesis Alanına Olan Uzaklık

6- İmar Planı Dair Verileri

Kullanım Fonksiyonu	Resmî Tesis Alanına Olan Uzaklık	Eğitim Tesis Alanına Olan Uzaklık	Sağlık Tesis Alanına Olan Uzaklık	Sosyal-Kültürel Tesis Alanına Olan Uzaklık
Açık Yeşil Alan Olan Uzaklık	Akıl, Tehlike Ve Riski Yüksek Kullanıma Olan Uzaklık	Bilgi Nizam Yapılarında Bilgi Kuvveti Etkin Çözümlere Paralel M.Ö.Ö. M.Ö.	Bilgi Nizam Durumunun Fayda Paralel Olup Olmaması	Nizam Durumu
Yapı Nizamı	Kat Yüksekliği	Aynı Binaların Riski	KAKS VEYA EMSAL	ÇEKME MESAFESİ
İMAR ADASI BOYU-1	İMAR ADASI BOYU-2	İMAR ADASI BOYU-3		

7- Mesafe Kararları

Değerlendirilen Bir Fonksiyon Var mı?	Hangi Fonksiyondan Hangi Fonksiyona Değişiklik Var?

8- Demografik- Nüfus Dair Verileri

Binaların Kış Sayısı	Binaların Yazın Kışın Vazgeçim

Şekil 3.1. a) YTAS (Yapı Tehlike Analizi Sistemi), b) YTAF (Yapı Tehlike Analizi Fişi)

NVI Genel Müdürlüğü'nden elde edilen 11478*10 matrisinden oluşan veri sınıfları aşağıda görülmektedir.

- MAHALLE ADI
- CSBM ADI
- DIŞKAPINO1, DIŞKAPINO2
- İÇKAPINO1
- ADRESNO
- CİNSİYET
- YAŞ
- TOPLAMKİŞİ
- YAPI_KİMLİKNO

NVI Genel Müdürlüğü'nden elde edilmiş olan bu veriler, sonuç CBS veri tabanı ile birleştirilmiştir.

Çalışma alanı içinde bulunan 3456 adet yapıdan 2656 adedinde toplam 9026 hane bulunmakta ve 41.764 kişi yaşamaktadır.

3.2. Kullanılan Veriler

Çalışmada deprem tehlike analizinde kullanılacak veri grupları, akademisyenler ve özel sektör temsilcileri tarafından belirlenmiştir (Tablo 3.1). Belirlenen bu veriler, bölgede yapılmış teknik rapor, tez, proje veya diğer akademik çalışmalardan elde edilmeye çalışılmıştır.

Veri tabanına eklenen kriterlere ait değerler, çalışma alanında yapılmış olan rapor ve diğer akademik çalışmalar araştırılarak Tehlike Analizi değerlendirmesinde kullanılmak üzere CBS ortamına aktarılmıştır (Bülent Kiper Jeoteknik, 2000; Belirti Mühendislik, 2000; Belirti Mühendislik, 2000; ABM Mühendislik, 2001; Bülent Kiper Jeoteknik, 2002; Konak, 2002; Sismak Mühendislik, 2005; AB Zemin Yapı Analizleri, 2009; Yeryapı Mühendislik, 2009; ABM Mühendislik, 2010; ABM Mühendislik, 2010; ABM Mühendislik, 2010; ARSM Jeoteknik, 2011; ARSM Jeoteknik, 2011; Sismotek, 2011; Gürsu Sismik, 2011; Taştan Mühendislik, 2011; Proteknik, 2011; ABM Mühendislik, 2011; Özalaybey et. all., 2011; Taştan Mühendislik, 2012; ABM Mühendislik, 2012; Taştan Mühendislik, 2012; ABM Mühendislik, 2012).

Tablo 3.1. Yapı tehlike analizinde kullanılan veriler ve açıklamaları

Sıra	Yerel Zemin Koşulları ve Deprem Etkisi	Açıklama
1.	Binanın Faya Olan Uzaklığı	Metre veya km
2.	Binanın Faya Göre Asal Eksen Doğrultusu Faya Dik Faya Paralel Diğer	1 faya dik 2 faya paralel 3 diğer
3.	Dere Yatağına Uzaklık	Metre veya km
4.	Yer altı suyu seviyesi	Metre
5.	Ana kaya derinliği	(Özalaybey ve diğ., 2008)
6.	Kıvam durumu	1 Çok yumuşak 2 Yumuşak 3 Sıkı 4 Sert 5 Çok sert
7.	VP hızı	2. tabaka P dalga hızı
8.	VS hızı	2. tabaka S dalga hızı
9.	$V_{s(30)}$	İlk 30 metredeki S dalga Hızı
10.	Kohezyon (C)	
11.	İçsel Sürtünme Açısı (θ)	
12.	Jeolojik Formasyon Etkisi	Bölgesel jeoloji haritalarından girilecek
13.	RQD	Kaya zeminler için

Tablo 3.1. (Devam) Yapı tehlike analizinde kullanılan veriler ve açıklamaları

Sıra	Yerel Zemin Koşulları ve Deprem Etkisi	Açıklama
14.	Poisson Oranı	S dalgasından elastik parametreler
15.	Bulk Modülü	S dalgasından elastik parametreler
16.	Kayma Modülü	S dalgasından elastik parametreler
17.	T_0 (Zemin Hakim Titreşim Peryodu) (Sismik verilerden)	Sismik verilerden
18.	Yatak katsayısı	Sismik verilerden
19.	Sıvılaşma	1 Var 2 Yok
20.	Taşıma gücü	Sondaj verilerinden
21.	Zemin emniyet gerilmesi	Sismik verilerden
22.	Zemin Büyütmesi	Mikrotremor verilerinden
23.	Zemin Hakim Titreşim Peryodu	Mikrotremor verilerinden
24.	Zemin Sınıflaması	Mikrotremor verilerinden
25.	Yapılmış çalışmalardan AFAD terminolojisine göre yerleşim uygunluk durumu (ÖA, UA, UOA, AJE, vb)	Eski raporlardan
26.	İvme değeri	
27.	1999 depremindeki hasar durumu	1999 depremi Bayındırlık gözlem raporlarından 1 hasarsız 2 hafif hasar 3 orta hasar 4 ağır hasar 5 yıkılmış?
28.	Eğim/tepe- yamaç etkisi (%30dan fazla olma durumu)	% cinsinden eğim verisi

3.2.1. Yerleşime uygunluk verileri

Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, İmar ve Şehircilik Daire Başkanlığı, Zemin Deprem İnceleme Şube Müdürlüğü ve Kentsel Dönüşüm ve Gelişim Planlama Şube Müdürlüğü tarafından hazırlanmış olan yerleşime uygunluk verileri, çalışma alanında kullanılan koordinat sistemine dönüştürülmüştür.

Dönüşümü yapılmış olan bu veriler Değirmendere ve çevresinde yapılmış olan 22 adet Jeolojik, Jeoteknik, Jeofizik Etüd raporları incelenmiş ve zemin uygunluk haritaları güncellenerek CBS'ye işlenmiştir (Bülent Kiper Jeoteknik, 2000; Belirti Mühendislik, 2000; Belirti Mühendislik, 2000; ABM Mühendislik, 2001; Bülent Kiper Jeoteknik, 2002; Konak, 2002; Sismak Mühendislik, 2005; AB Zemin Yapı Analizleri, 2009; Yeryapı Mühendislik, 2009; ABM Mühendislik, 2010; ABM Mühendislik, 2010; ABM Mühendislik, 2010; ARSM Jeoteknik, 2011; ARSM Jeoteknik, 2011; Sismotek, 2011; Gürsu Sismik, 2011; Taştan Mühendislik, 2011; Proteknik, 2011; ABM Mühendislik, 2011; Özalaybey et. all., 2011; Taştan Mühendislik, 2012; ABM Mühendislik, 2012; Taştan Mühendislik, 2012; ABM Mühendislik, 2012)..

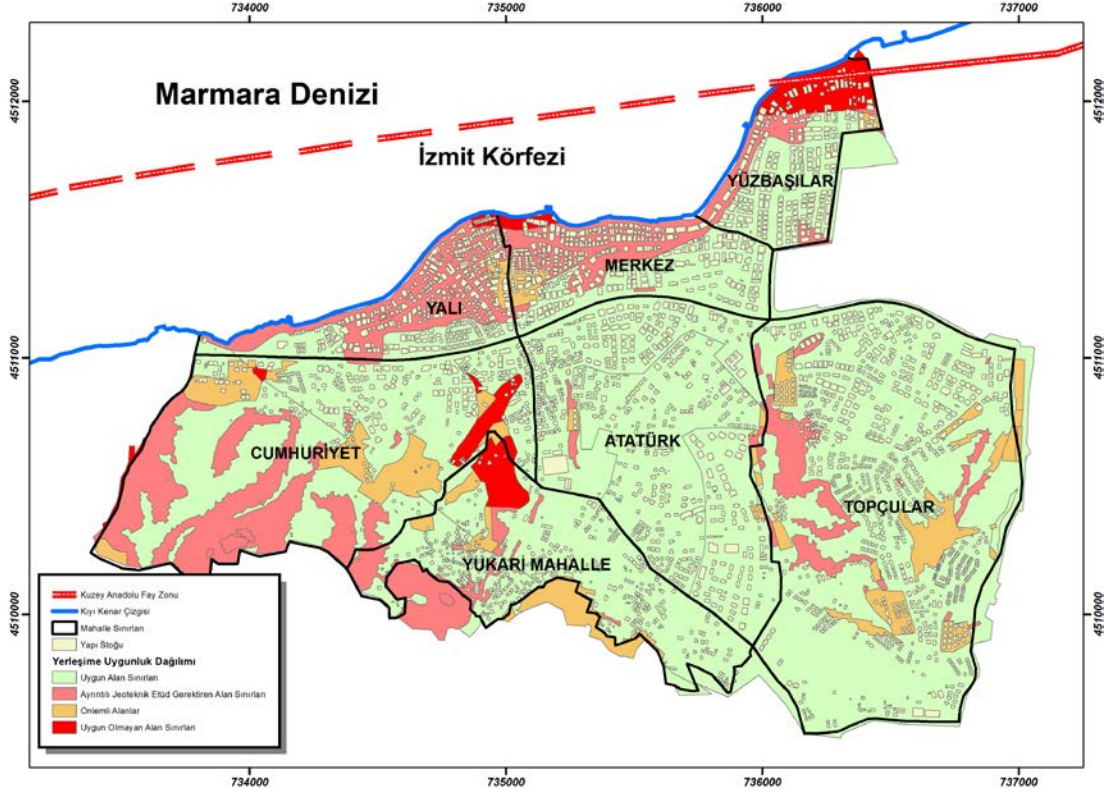
Çalışma verilerine düzenlenerek dahil edilen yerleşime uygunluk verisi alan içinde 4 ana başlık altında 11 farklı sınıflama olarak elde edilmiştir. Bu sınıflamalar aşağıdaki gibidir.

- 1- Uygun Alanlar (UA)
 - a. Uygun Alanlar – 1 (UA_1)
 - b. Uygun Alanlar – 2 (UA_2)
- 2- Önlemlili Alanlar (OA)
 - a. Önlemlili Alanlar – 1-1 (OA_1_1)
 - b. Önlemlili Alanlar – 2-1 (OA_2_1)
 - c. Önlemlili Alanlar – 3 (OA_3)
 - d. Önlemlili Alanlar – 5_1 (OA_5_1)
 - e. Önlemlili Alanlar – 5_2 (OA_5_2)
- 3- Uygun Olmayan Alanlar (UOA)
 - a. Uygun Olmayan Alanlar-1-1 (UOA_1_1)
 - b. Uygun Olmayan Alanlar-2-3 (UOA_2_3)
 - c. Uygun Olmayan Alanlar-2-4 (UOA_2_4)
- 4- Ayrıntılı Jeoteknik Etüd Gerektiren Alanlar (AJE)

Verilerin derlenmesi sonucunda Şekil 3.2’de görülen Değirmendere yerleşime uygunluk haritası elde edilmiştir.

Tablo 3.2’de proje alanı sınırları içerisinde yerleşime uygunluk sınıflarındaki mahalle ölçeğinde bina dağılımları görülmektedir.

Proje alanı içerisinde Uygun olmayan alan sınırlarında 103, Ayrıntılı Jeoteknik Etüd Gerektiren alan sınırlarında 608, Önlemlili Alan sınırları içerisinde de 239 bina bulunmaktadır. Düzenlenmiş olan 22 adet jeolojik, jeofizik ve jeoteknik etüd raporlarından elde edilen verilere göre, proje alanında bulunan 3456 binanın 950 adedi yani yaklaşık yapı stoğunun %27’si zemin olarak riskli alanda yer almaktadır.

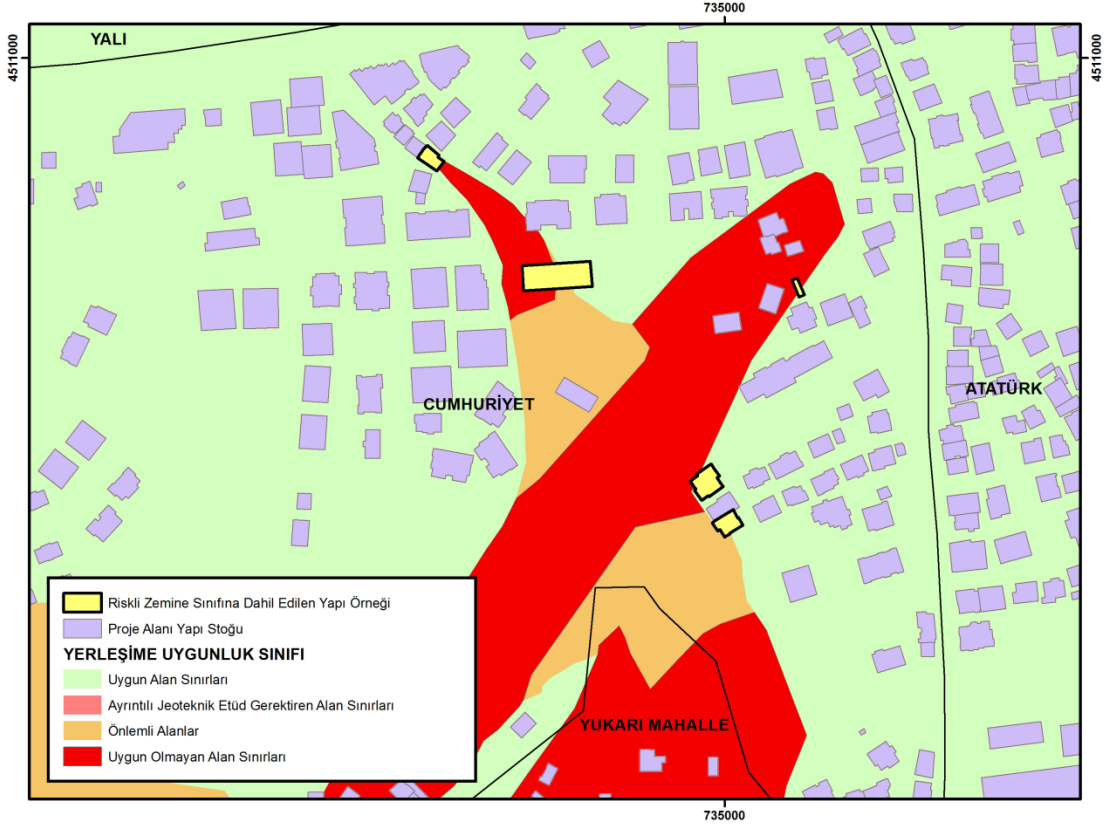


Şekil 3.2. Çalışma sınırlarında yerleşime uygunluk haritası

Tablo 3.2. Yerleşime uygunluk sınıflamalarına göre binaların mahalle ölçeğinde dağılımları

	Atatürk	Cumhuriyet	Merkez	Topçular	Yalı	Yukarı	Yüzbaşı	TOPLAM
UA_1	600	235	125	852	112	211	147	2282
UA_2		38			1	189		228
(OA_1_1)			23		35		6	64
(OA_2_1)	5	44		97		19		165
OA_3								0
OA_5_1					2		1	3
OA_5_2	5							5
UOA_1_1		17	10		15	5	55	102
UOA_2_3		1						1
UOA_2_4								0
AJE	3	14	215	34	272	25	43	606
TOPLAM	613	349	373	983	437	449	252	3456

Tehlike analizinde kullanılmayacak olan uygunluk haritası, sonuç risk analizleri ile karşılaştırılacaktır. 1999 depremlerine maruz kalmış ve bu zeminler üzerinde bulunan yapılarda yaşayanlar için ayrıca bir değerlendirme yapılacaktır.



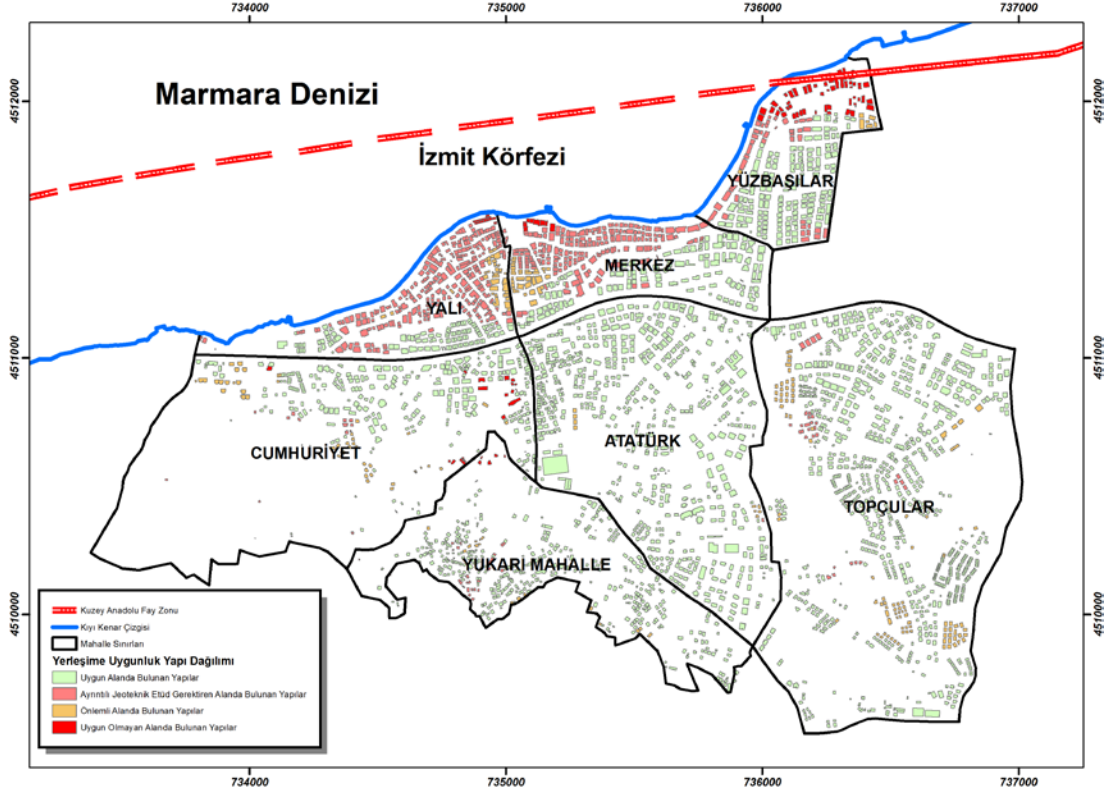
Şekil 3.3. Bir yapının farklı yerleşime uygunluk sınıfları ile çakışması örneği

Elde edilen sonuç risk haritası, bölge için önerilecek afet sonrası ihtiyaç ve planlama önerilerine karar verilmesinde kullanılacaktır.

Yapılar yerleşime uygunluk sınıflandırmaları ile çakıştırılırken 159 yapı birden fazla sınıf ile çakışma sağlamıştır. Bu yapılar risk değerleri yüksek olan sınıfa dahil edilmiştir (Şekil 3.3).

Çalışma alanı içinde bulunan 11 farklı yerleşime uygunluk sınırı 4 ana başlıkta toplanarak CBS ortamına Yapı öz niteliği olarak aktarılmıştır (Şekil 3.4). Bunlar,

- 1- Uygun Alanlar (UA)
- 2- Ayrıntılı Jeoteknik Etüd Gerektiren Alanlar (AJE)
- 3- Önlemler Alanları (OA)
- 4- Uygun Olmayan Alanlar (UOA)



Şekil 3.4. Yapı öznitelik bilgisi olarak yerleşime uygunluk haritası

3.2.2. Hasar durum dağılımı

Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, Gölcük Belediyesi ve Bayındırlık Bakanlığı kayıtlarından elde edilen hasar tespit çalışmaları yazılı belgelerden derlenerek sayısal ortama aktarılmıştır. Deprem sonrası hızlı bir şekilde yapılan hasar tespit çalışmalarının CBS ortamına aktarılma işlemi verilerin nitelikleri nedeniyle yapılamamıştır.

Elde edilen verilerden itirazlar sonucunda değişen hasar tespit durumlarının dağılımları Tablo 3.3'te görülmektedir.

Çalışma alanındaki hasar dağılımları incelendiğinde, 2204 yapı az hasarlı, 331 yapı orta hasarlı, 272 yapı da ağır hasarlı olarak tespit edilmiştir. Tespit edilen bu hasar durumlarına, 1217 adet itiraz yapılmış ve sonuçlandırılmıştır (Tablo 3.3).

1999 depreminden sonra yapılan çalışmanın hızlı yapılmasından kaynaklı sorunlar hasar tespitine yapılan itirazların sonuçlarından da görülmektedir. Sonuçlanmış bazı itirazların da tespit çalışmalarındaki hataları düzelttiği şüphelidir. Bazı yapılarda ağır hasarın itiraz sonucunda hasarsız olarak düzeltildiği görülmektedir. Sonuçlar şüpheli

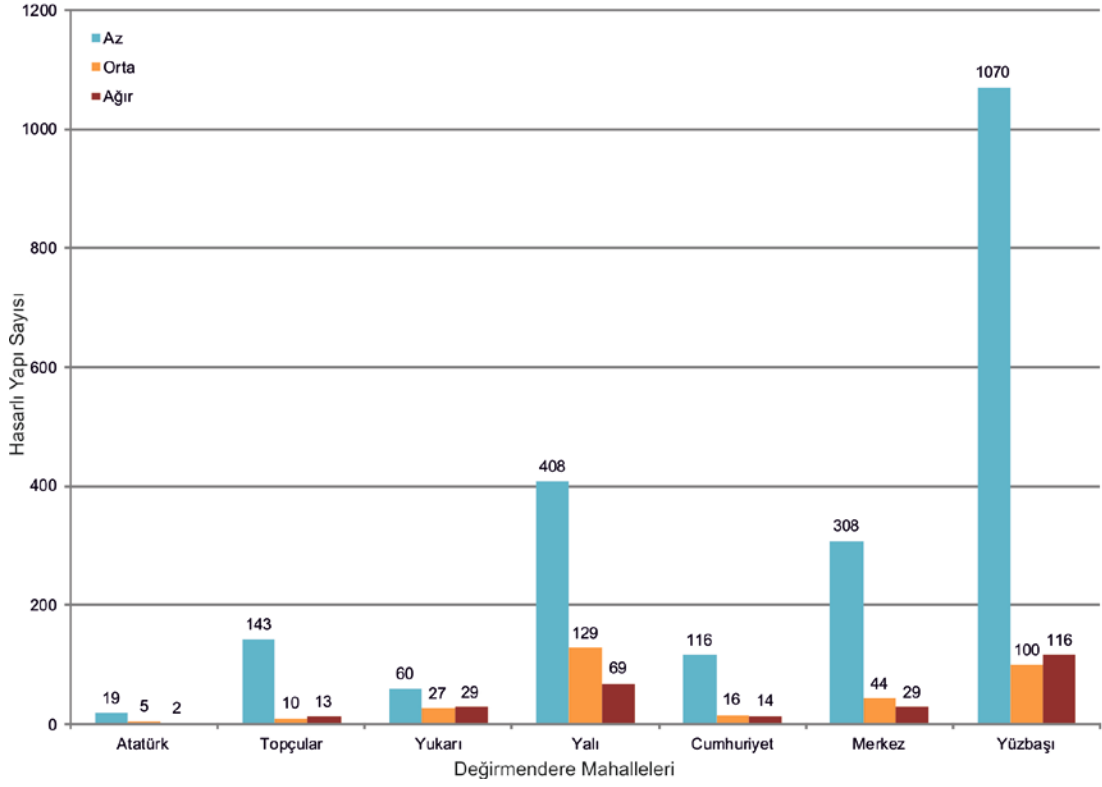
olsa da elde daha güvenilir veri olmadığından hasar tespit çalışmaları da tehlike analizi saptanmasında kullanılacaktır.

Tablo 3.3. Proje alanındaki yapıların mahalle ölçeğinde hasar dağılımı

	Atatürk	Topçular	Yukarı	Yalı	Cumhuriyet	Merkez	Yüzbaşı	TOPLAM
Az	19	143	60	408	116	308	1070	2204
Az'dan Hasarsız				13	8	98	45	164
Az'dan Az'a	8	35	7	146	32	34	354	616
Az'dan Orta'ya		1		28	25	5	108	167
Az'dan Ağır'a				2			20	22
Toplam İtiraz	8	36	7	189	65	137	527	969
Orta	5	10	27	129	16	44	100	331
Orta'dan Hasarsız				15		3	1	19
Orta'dan Aza		1	1	14		2	43	61
Orta'dan Orta'ya	1	6	3	21	2	8	20	61
Orta'dan Ağır'a		1	1	4	1	1	5	13
Toplam İtiraz	1	8	5	54	3	14	69	154
Ağır	2	13	29	69	14	29	116	272
Ağır'dan Hasarsız						2		2
Ağır'dan Az'a			2			1	1	4
Ağır'dan Orta'ya			4	2		3	15	24
Ağır'dan Ağır'a		5	4	15	5	10	25	64
Toplam İtiraz	0	5	10	17	5	16	41	94

Şekil 3.5'de proje alanındaki hasar dağılımının mahalle bazında gösterimi görülmektedir. Faya yakın olan Yüzbaşılar, Merkez ve Yalı Mahallelerindeki hasarlı yapı sayısı dikkat çekicidir. Tehlike analizinde saptanmasında kullanılacak parametrelerden biri olan faya uzaklık sorgulamasının gerekliliği buradan görülmektedir.

Mahalle hasar dağılımına bakıldığında hasarın en yüksek olduğu alanların Yüzbaşı, Merkez ve Yalı Mahalleleri olduğu görülmektedir. Tehlike analizi saptanmasında kullanılacak olan CBS tablosuna veri girişi bu nedenle Yüzbaşılar mahallesinden başlanmıştır.



Şekil 3.5. Mahalle bazında toplam hasar dağılımı

3.2.3. Yapıların faya uzaklıkları

Çalışma alanında bulunan binaların faya uzaklıkları hesaplanarak CBS ortamına aktarılmıştır.

AFAD tarafından hazırlanan Türkiye ve dünyadaki yüzey faylanmalarının araştırıldığı ve uygun fay sakınım bandı genişliğinin araştırıldığı “Yüzey Faylanması Tehlikesinin Değerlendirilmesi ve Fay Sakınım Bantlarının Oluşturulması” kitabında, iyi tanımlanmış bir fay için 115 metre genişliğinde bir sakınım bandı önerilmektedir (Gökçe ve diğ., 2014). Ancak 17 Ağustos 1999 depremi fay kırığı ve çevresindeki hasar düşünüldüğünde çalışmamızda bant genişliği ve riskin azalım değeri 250 metre olarak kullanılmıştır.

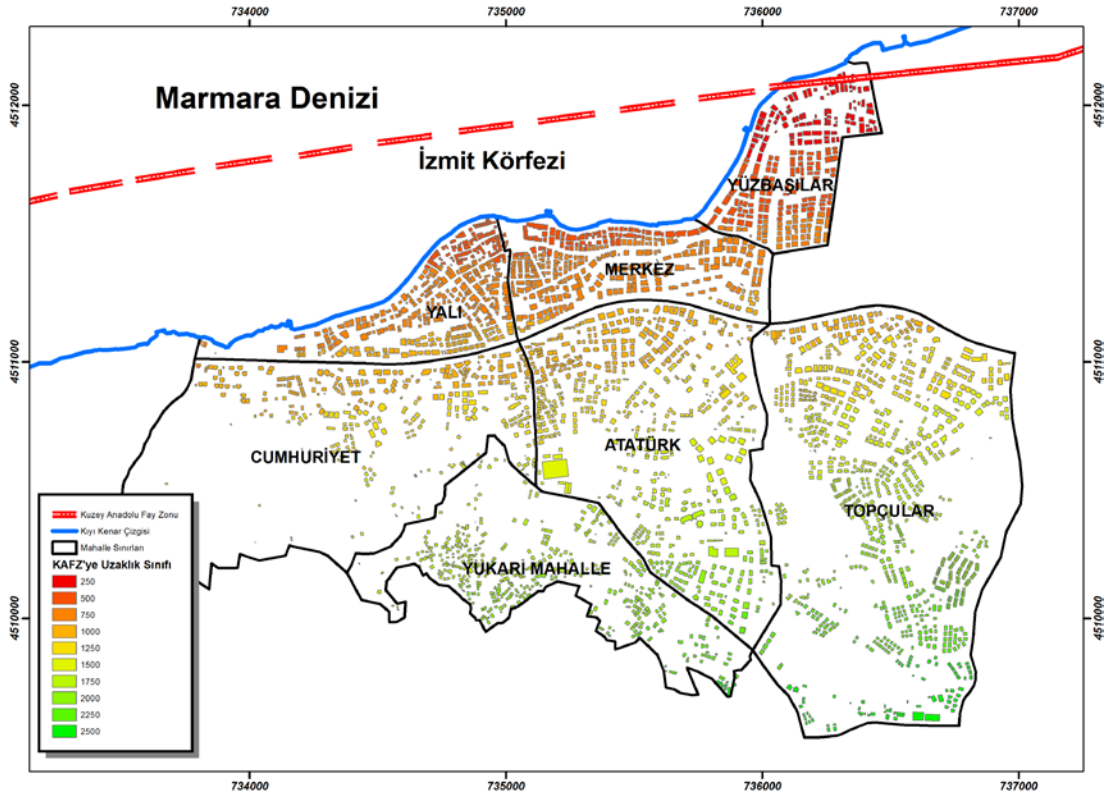
Tehlike analizi saptanmasında kullanılacak veri gurubunda olan faya uzaklık değerleri 250 metrelik dilimlere ayrılarak risk değerleri atanmıştır. Tablo 3.4’te faya uzaklık ve risk oranı gösterilmiştir.

Kullanılan fay, 17 Ağustos 1999 depremindeki yüzey kırığı izidir. Bölgede yapılmış olan çalışmalar incelenerek sonucunda Barka et. all., 2002’de bulunan fay izi kullanılmaya karar verilmiştir.

Şekil 3.6'da çalışma alanında bulunan yapıların, 17 Ağustos 1999 depreminin yüzey kırığına olan uzaklık dağılımı görülmektedir. Yüzbaşılar Mahallesi'nin büyük bölümü Merkez ve Yalı Mahallelerinin kuzey bölümlerinin faya yakınlıkları nedeniyle tehlike analizi sonuçlarında da kritik bölgeler olarak çıkması beklenmektedir. 17 Ağustos 1999 depreminde, Merkez ve Yalı Mahallelerinin sınır bölgesinde bulunan bir alan denize doğru kaymıştır.

Tablo 3.4. Faya uzaklık-Risk oranı tablosu

Faya Uzaklık (m)	Risk Oranı (%)	Yapı Adedi
0-250	100	104
251-500	90	287
501-750	80	547
751-1000	70	554
1001-1250	60	506
1251-1500	50	298
1501-1750	40	461
1751-2000	30	391
2001-2250	20	215
2251-2500	10	93



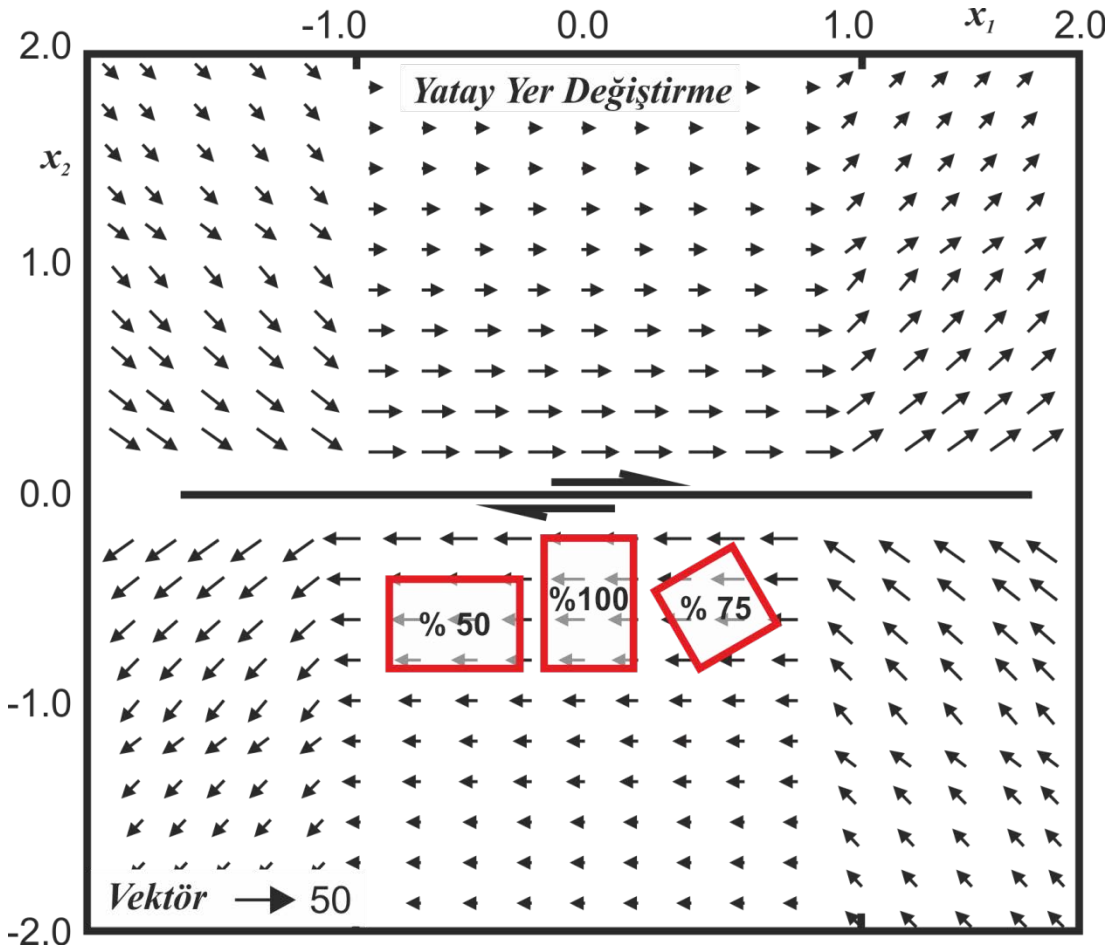
Şekil 3.6. 17/08/1999 Depremi yüzey kırığının çalışma alanı yapı stoğuna göre konumu (Fay izi Barka et. all., 2002'den alınmıştır)

3.2.4. Binanın faya göre asal eksen doğrultusu

17 Ağustos 1999 depreminden sonra yapılan arazi çalışmaları binanın faya göre yönelmesinin de hasara etki ettiği görülmüştür. Bu nedenle, Değirmendere veya doğrultu atımlı faylanmanın olduğu farklı alanlarda, binanın uzun ekseninin faya göre yönelmesi risk sınıflaması içine katılmalıdır.

Depremler sırasında oluşan yatay ivmeler, depremlerde yıkıcı etkiyi oluştururlar. Yatay ivmeler deprem yönünde daha büyüktür (Koçak, 2006).

Şekil 3.7’de tam doğrultu atımlı faylanmadaki yatay yükler görülmektedir (Kasahara, 1981). Yükün temas ettiği alanın büyüklüğü yapının maruz kaldığı kuvveti artıracak ve daha fazla hasar alacaktır. Yani yapının uzun eksenini faya dik olma durumunda alacağı hasar diğer konumlandırmalardan daha fazla olacaktır. Yapının faya açılı bir şekilde konumlanması hasar alma durumunu azaltacaktır. En az hasar alma durumu yapının faya paralel olarak konumlanması durumudur.



Şekil 3.7. Tam doğrultu atımlı faylanmada yatay birim yük dağılımı (Kasahara, 1981)

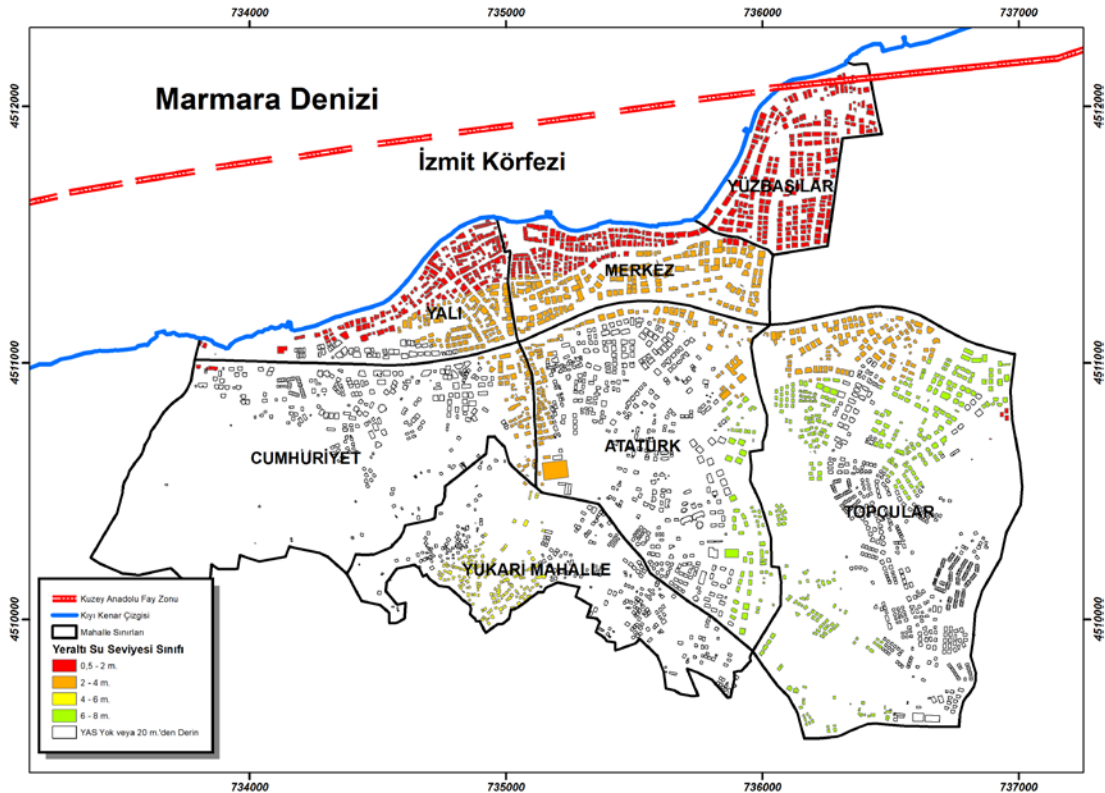
tanımlaması yapılmıştır. Tablo 3.6'da YAS durumu ve risk oranı gösterilmiştir. Şekil 3.9'da Yapı öznitelik bilgilerine eklenmiş olan YAS haritası görülmektedir.

Çalışma alanı içindeki yapıları %44'ü sivilaşma riski yüksek olan zeminler üzerinde konumlandığı Tablo 3.6'da görülmektedir.

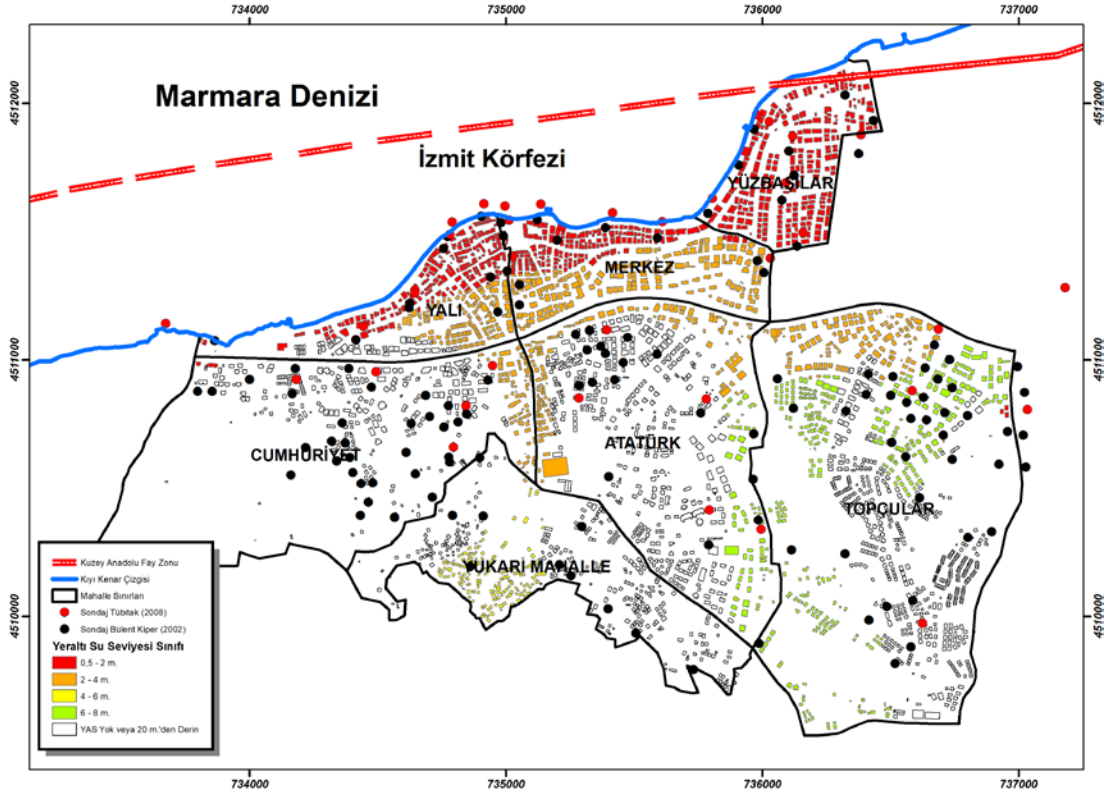
Elde edilen YAS bilgileri TÜBİTAK 2008'den 38 adet ve Kiper, 2000'den 130 adet sondaj noktası incelenerek elde edilmiştir. İnceleme alanında toplam 168 adet sondaj verisi incelenmiştir (Şekil 3.10).

Tablo 3.6. YAS durumu-Risk oranı tablosu

YAS Durumu (m)	Risk Oranı (%)	Yapı Adedi
0,5-2	80	690
2-4	70	657
4-6	50	172
6-8	30	418
20<	0	1519



Şekil 3.9. Yeraltı su seviyesi haritası



Şekil 3.10. YAS belirlendiği sondaj noktaları dağılımı

3.2.6. $V_{s(30)}$ hız dağılımı

$V_{s(30)}$ hızı ilk 30 metre kalınlığındaki üst tabakadaki S dalgası hızını tanımlamaktadır. Kayma dalgası olarak da tanımlanan S dalgasının ilk 30 metredeki hız dağılımı depremin bu bölgedeki yaratacağı hasar ile orantılıdır. $V_{s(30)}$ hızı ne kadar düşükse hasar artacaktır (Kanai and Tanaka, 1961).

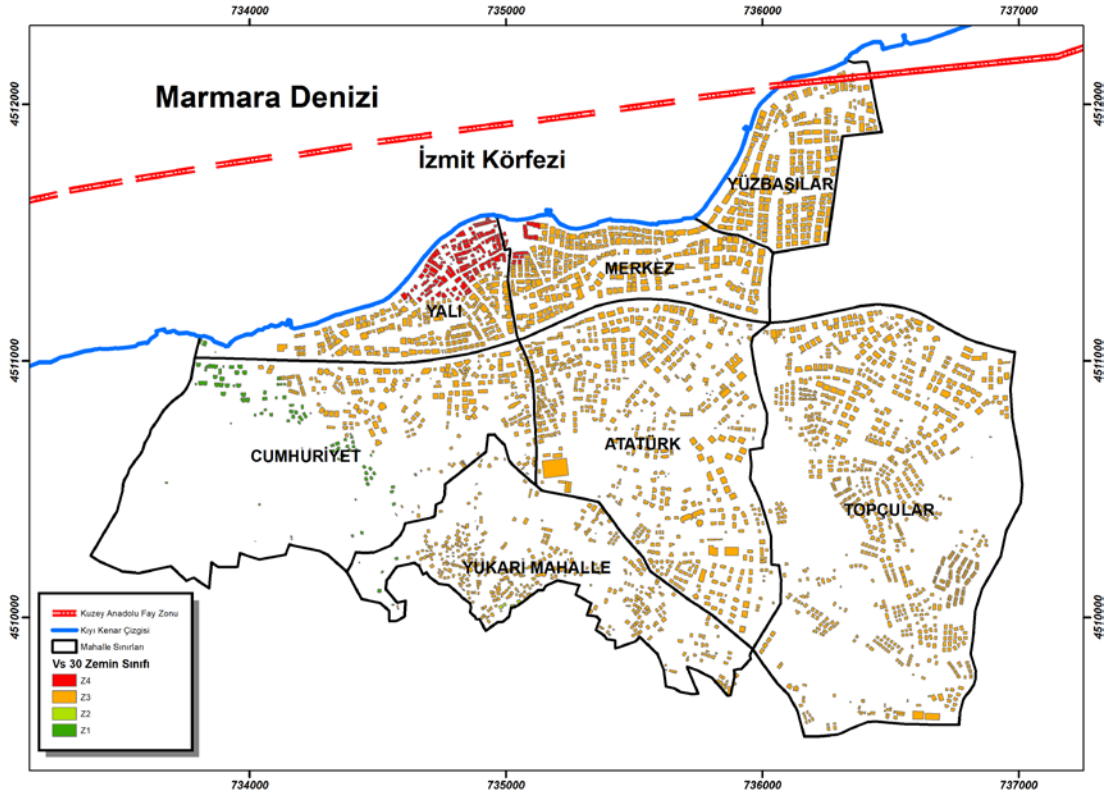
$V_{s(30)}$ hız dağılımı, Özalaybey diğ. 2008 yılında Kocaeli Büyükşehir Belediyesi'ne yaptıkları rapordan alınmıştır.

Tablo 3.7'de Kanai ve Tanaka 1961 e göre S dalgası zemin sınıflaması verilmiştir. Mikrotemor den elde edilen zemin sınıfı değeri ile uyumlu olması için Kanai ve Tanaka 1961 sınıflaması seçilmiştir. Bu sınıflamaya göre düzenlenmiş olan $V_{s(30)}$ hız dağılımları yapı özniteliklerine eklenmiştir (Şekil 3.11).

3456 adet yapının bulunduğu çalışma alanı sınırları içinde bulunan yapıların %91'i 5 metreden kalın alüvyon üzerinde konumlandığı Tablo 3.7'den görülmektedir.

Tablo 3.7. S Dalgası hız dağılımına göre zemin sınıflaması (Kanai ve Tanaka 1961) ve risk oranı

SINIF	TANIM	Vs (m/sn)	Risk Oranı (%)	Yapı Adedi
Z1	Kaya, sıkı kumlu çakıllı birimler	>900	10	96
Z2	Kumlu çakıl, kumlu sıkı kil veya mil'den oluşmuş dilüviyal ya da kalınlığı 5 metre veya daha kalın çakıllı alüvyon	600-900	40	6
Z3	Kalınlığı 5 metre veya daha büyük alüvyon	300-600	60	3160
Z4	Yumuşak delta depolanmaları, kalınlığı 30 metre veya daha büyük çamur ve üst toprak birimlerini de içeren alüvyon	< 300	80	194



Şekil 3.11. $V_{s(30)}$ hız dağılımları

3.2.7. Eğim/ tepe-yamaç etkisi

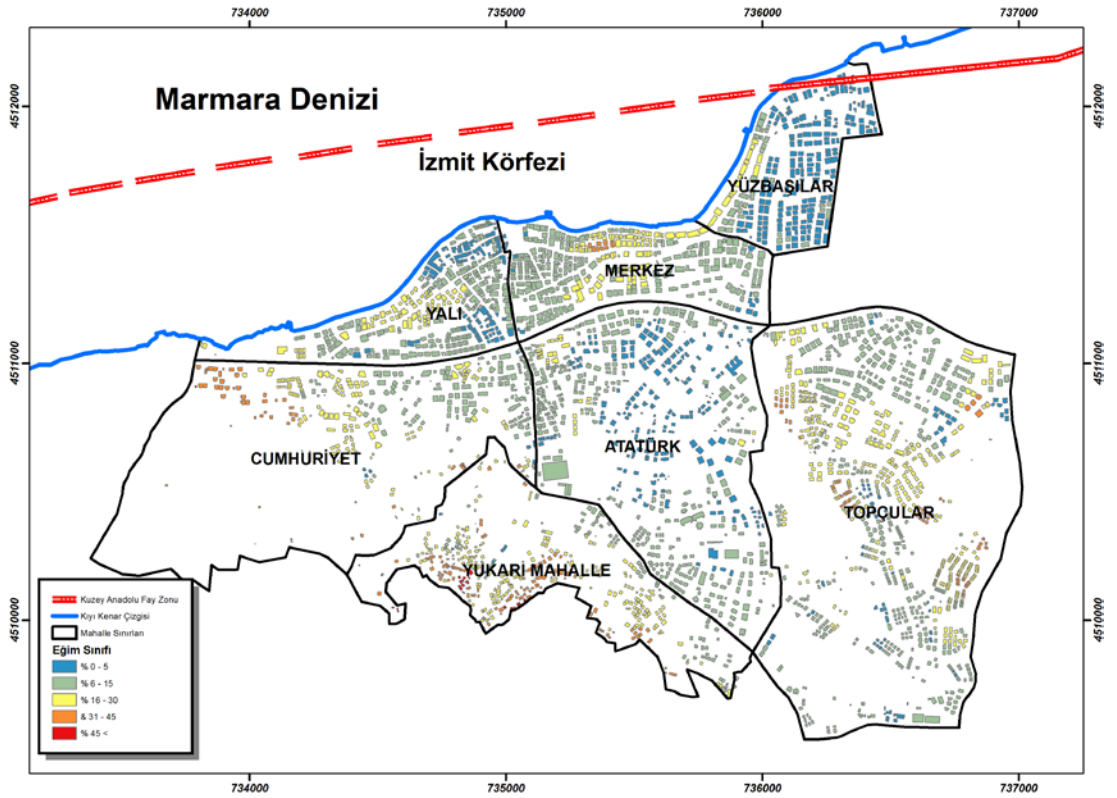
Yüksek eğimli bölgelerde meydana gelen depremlerde, depremin etkisinden uzak alanlarda eğime bağlı yapısal hasarlar görülmüştür. 17 Ağustos 1999 Kocaeli depreminde de bu tip hasarlar arazi çalışmalarında gözlemlenmiştir.

Bayındırlık Bakanlığı'nın 2006 yılında yayınladığı Yerbilimsel Verilerin Planlamaya Entegrasyonu El Kitabı'ndaki eğim sınıflandırması kullanılmıştır. Tablo 3.8'de Eğim

sınıfları, açıklaması ve risk oranları görülmektedir. Şekil 3.12’de eğim bilgilerinin yapı özniteliklerine eklenmiş dağılım haritası görülmektedir. Dağılım incelendiğinde, nispeten eğimli bir arazi üzerinde kurulmuş olan çalışma alanında yapıların yerleşimleri eğimin az olduğu bölgelerde yoğunlaşmış olduğu görülmektedir. Yüksek eğime sahip olan bölgelerdeki yapı adedi 261 olarak görülmektedir.

Tablo 3.8. Eğim miktarı ve risk oranları

Eğim (Derece)	Açıklama	Risk Oranı (%)	Yapı Adedi
0° – 5°	Yumuşak eğimli alanlar	10	643
5° – 15°	Düşük eğimli alanlar	10	1615
15° – 30°	Orta eğimli alanlar	30	936
30° – 45°	Yüksek eğimli alanlar	50	241
> 45°	Çok yüksek eğimli alanlar	70	21



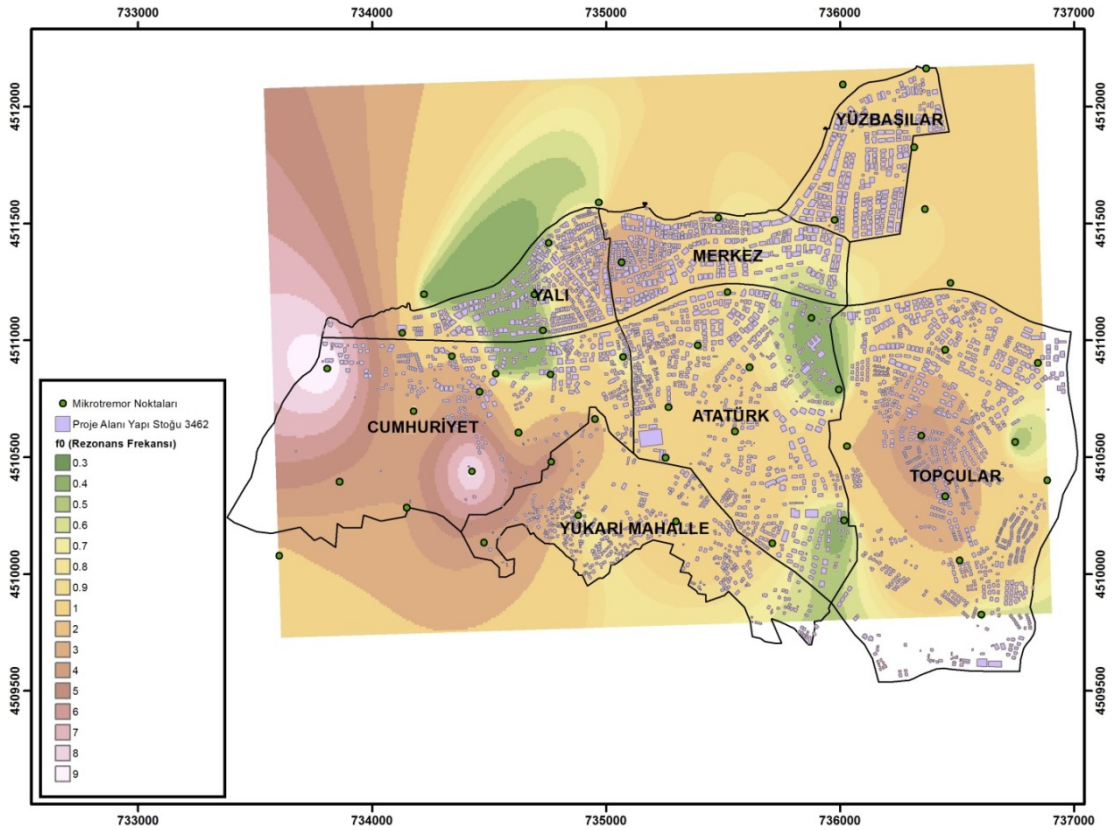
Şekil 3.12. Eğim sınıflama dağılımı

3.2.8. Mikrotremor verilerinden zemin özellikleri

3.2.8.1. Zemin hakim frekansı (f_0)

Proje alanında yapılmış olan mikrotremor çalışmaları sonucunda elde edilmiş olan hakim frekans değerleri tehlike analizi hesaplanmasında kullanılmak üzere yapı stoğu veri setine işlenmiştir. Proje alanında yapılmış olan hakim frekans haritası Şekil 3.13'de görülmektedir.

Yapı hangi hakim frekans sınırında kalıyorsa binaya o değer atanmıştır. Riski belirleme açısından örnek verecek olursak, hakim frekans değeri 0.3 olan bölgelerde 3-4 katlı yapıların deprem sırasında rezonansa girmeleri hasar oranlarının artması beklenir. Bu nedenle hakim frekans değeri 0.3 olan bölgelerde 3-4 kat dışında bir yapılaşma seçilmesi önerilecektir.

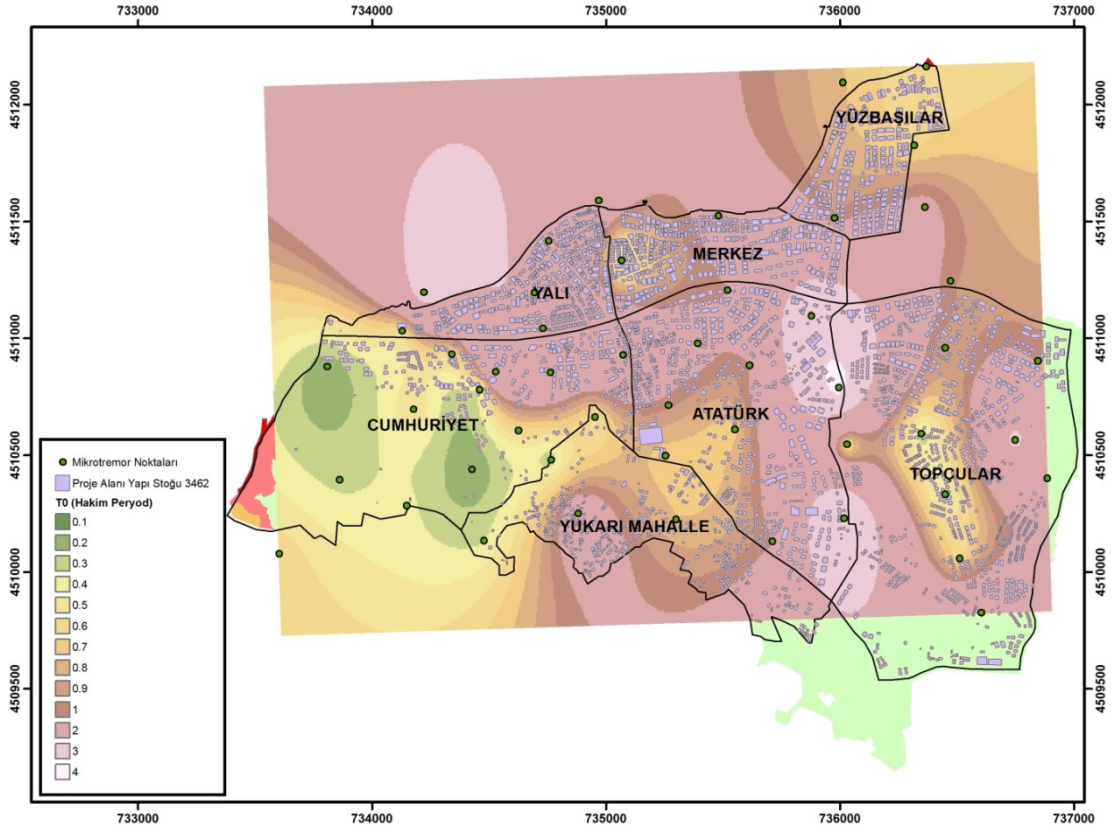


Şekil 3.13. Mikrotremorden elde edilen zemin hakim frekansları

3.2.8.2. Zemin hakim periyodu

Proje alanında yapılmış olan mikrotremor çalışmaları sonucunda elde edilmiş olan zemin hakim periyod değerleri tehlike analizi hesaplanmasında kullanılmak üzere yapı stoğu veri setine işlenmiştir (Şekil 3.14). Yapı hangi zemin hakim periyod değeri

sınırında kalıyorsa binaya o değer atanacaktır. Riski belirleme açısından örnek verecek olursak zemin hakim periyod değeri 0.3 olan bölgelerde 3 katlı binaların depremde daha fazla hasar alması beklenir. Bu nedenle zemin hakim periyod değeri 0.3 olan bölgelerde 3 kat dışında bir yapılaşma seçilmesi önerilecektir.



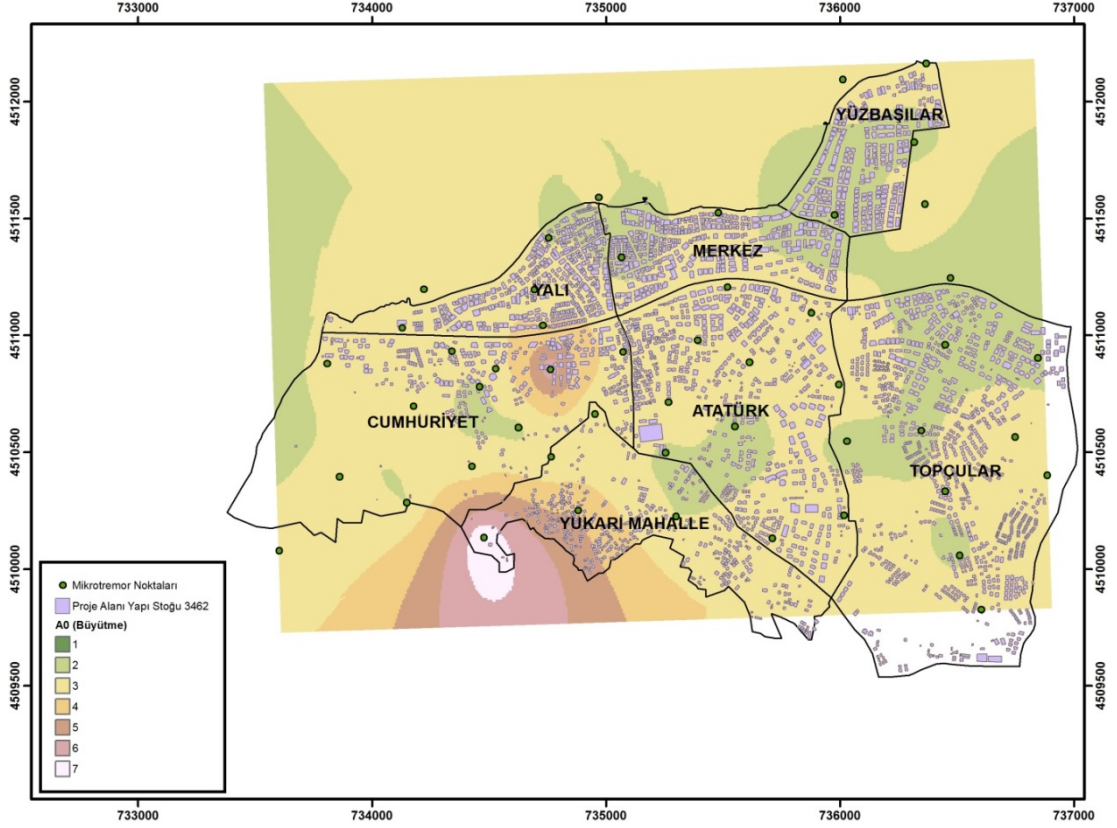
Şekil 3.14. Mikrotremorden elde edilen zemin hakim periyod değerleri

Proje kapsamında yapılmış olan 50 adet mikrotremor çalışması sonucunda bölge için üretilen büyütme ve periyod değerlerinden Kanai ve Tanaka 1961'e göre elde edilmiş olan zemin sınıflaması kullanılmıştır (Şekil 3.17). Tablo 3.11'de mikrotremor verilerinden elde edilen zemin sınıfı ve risk oranları görülmektedir. $V_{s(30)}$ hız dağılımı, Jeolojik formasyon etkisi ve mikrotremorden elde edilen zemin tanımlamaları uyumlu olduğundan risk oranları da aynı tanımlanmıştır.

3.2.8.3. Zemin büyütmesi (A_0)

Proje alanında yapılmış olan mikrotremor çalışmaları sonucunda elde edilmiş olan zemin büyütme değerleri tehlike analizi hesaplanmasında kullanılmak üzere yapı stoğu veri setine işlenmiştir (Şekil 3.15). Yapı hangi zemin büyütme değeri sınırında kalıyorsa binaya o değer atanacaktır. Riski belirleme açısından örnek verecek olursak zemin büyütme değeri 2 olan bölgelerde deprem sonrası meydana gelecek

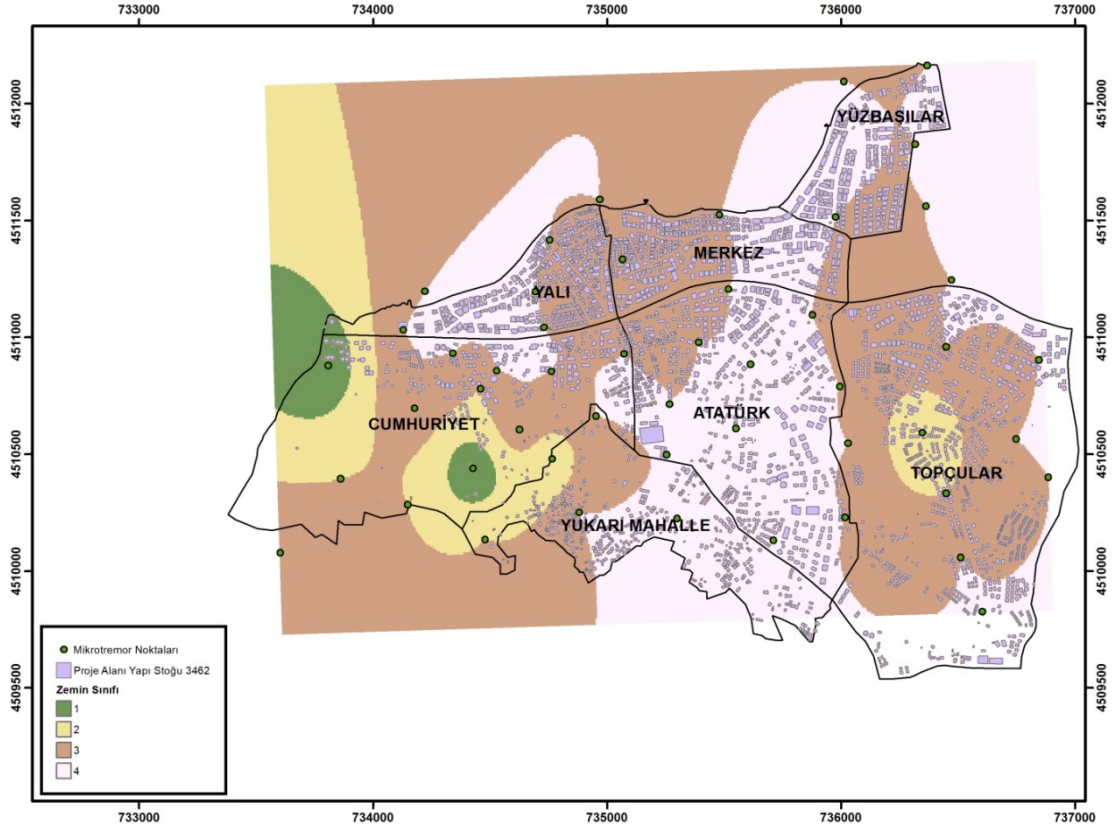
olan sarsıntı bu bölgelerde 2 kat büyütülmüş hali ile hissedilecektir. Bu nedenle zemin büyütme değeri 1'den büyük olan bölgelerde risk daha büyük olacaktır. Bu bölgelerde bu değerler uygun yapılaşma önerileri olacaktır.



Şekil 3.15. Mikrotremorden elde edilen zemin büyütme değerleri

3.2.8.4. Zemin sınıfı

Çalışma, 112M421 nolu TÜBİTAK projesinin bir bölümünü oluşturmaktadır. Bölgede yapılmış olan mikrotremor çalışmaları incelendiğinde güvenilir verinin çok az olduğu ve bölgenin zemini hakkında yeterli bilgi edinilemeyeceği anlaşılmıştır. Bu nedenle, proje kapsamında çalışma alanı içini ve çevresini kapsayan 50 noktada mikrotremor çalışması yapılmıştır. Tamamlanan mikrotremor çalışmasının sonuçları projenin diğer verileri ile karşılaştırıldığında bölgede meydana gelen hasarın sebepleri de anlaşılmaktadır. Hasarın yoğun olduğu Yüzbaşı ve Yalı mahalleleri zemin sınıflaması açısından en riskli gruplar olan Z3-Z4 sınıfları üzerinde bulunmaktadır (Şekil 3.16). Tablo 3.9 ve 3.10'da zemin sınıflarının teknik özellikleri görülmektedir.



Şekil 3.16. Mikrotremorden elde edilen zemin sınıfları

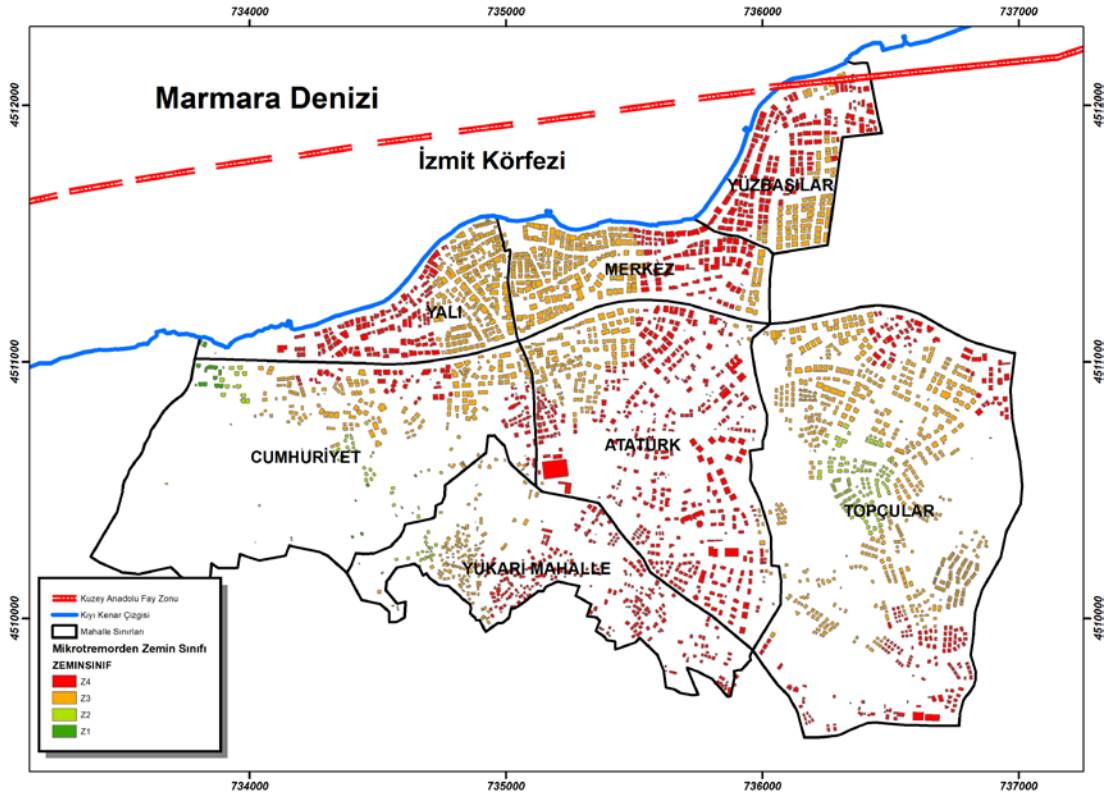
Zemin sınıfı değerleri de tehlike analizi hesaplanmasında kullanılmak üzere yapı veri setine girilmiştir. Diğer veriler gibi; sonuç raporunda kullanılmadan önce toplam riske etkisi oranında ağırlıklandırılarak % risk olarak tanımlaması yapılacaktır.

Tablo 3.9. Zemin gruplarının özellikleri

Zemin Grubu	Zemin Grubu Tanımı	Stand. Penetr (N/30)	Relatif Sıklık (%)	Serbest Basınç Direnci (kPa)	Kayma Dalgası Hızı (m/s)
(A)	1. Masif volkanik kayalar ve ayrışmamış sağlam metamorfik kayalar, sert çimentolu tortul kayalar....	—	—	> 1000	> 1000
	2. Çok sıkı kum, çakıl.....	> 50	85–100	—	> 700
	3. Sert kil ve siltli kil.....	> 32	—	> 400	> 700
(B)	1. Tüf ve aglomera gibi gevşek volkanik kayalar, süreksizlik düzlemleri bulunan ayrışmış çimentolu tortul kayalar....	—	—	500–1000	700–1000
	2. Sıkı kum, çakıl.....	30–50	65–85	—	400–700
	3. Çok katı kil ve siltli kil...	16–32	—	200–400	300–700
(C)	1. Yumuşak süreksizlik düzlemleri bulunan çok ayrışmış metamorfik kayalar ve çimentolu tortul kayalar.....	—	—	< 500	400–700
	2. Orta sıkı kum, çakıl.....	10–30	35–65	—	200–400
	3. Katı kil ve siltli kil.....	8–16	—	100–200	200–300
(D)	1. Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yumuşak, kalın alüvyon tabakaları.....	—	—	—	< 200
	2. Gevşek kum.....	< 10	< 35	—	< 200
	3. Yumuşak kil, siltli kil.....	< 8	—	< 100	< 200

Tablo 3.10. Yerel zemin sınıfları

Zemin Sınıfı	Zemin Özellikleri	Risk Oranı (%)	Yapı Adedi
Z1	(A) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (B) grubu zeminler	10	19
Z2	$h_1 > 15$ m olan (B) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (C) grubu zeminler	40	201
Z3	$15 \text{ m} < h_1 \leq 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 \leq 10$ m olan (D) grubu zeminler	60	1792
Z4	$h_1 > 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 > 10$ m olan (D) grubu zeminler	80	1444



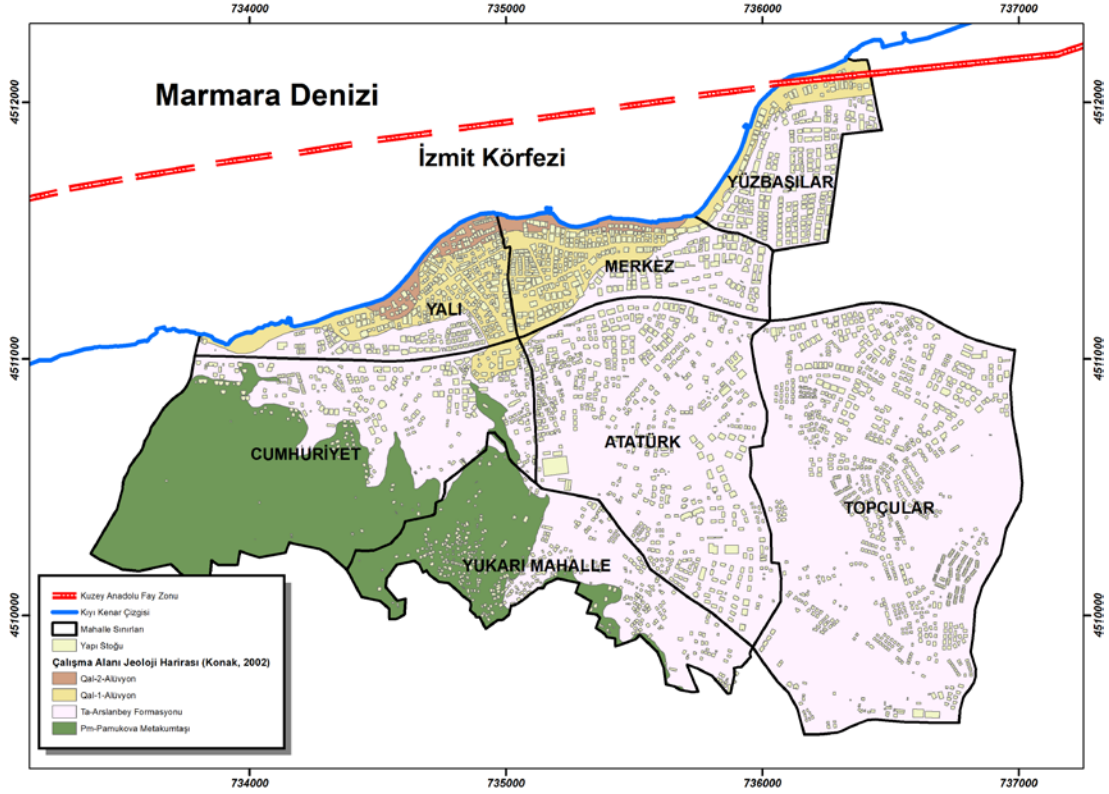
Şekil 3.17. Mikrotremorden elde edilen eklenmiş zemin sınıflaması haritası

Tablo 3.11. Mikrotremorden elde edilen zemin sınıflamaları ve risk oranları

SINIF	TANIM	H/V Peryod (sn)	H/V Büyütme	Vs (m/sn)	Risk Oranı (%)	Yapı Adedi
Z1	Kaya, sıkı kumlu çakıllı birimler	<0,3	<1,5	>900	10	19
Z2	Kumlu çakıl, kumlu sıkı kil veya mil'den oluşmuş dilüviyal ya da kalınlığı 5 metre veya daha kalın çakıllı alüvyon	0,3-0,5	1,5-2	600-900	40	201
Z3	Kalınlığı 5 metre veya daha büyük alüvyon	0,5-0,7	1,5-2,5	300-600	60	1792
Z4	Yumuşak delta depolanmaları, kalınlığı 30 metre veya daha büyük çamur ve üst toprak birimlerini de içeren alüvyon	>0,7	>2	< 300	80	1444

3.2.9. Jeolojik formasyon etkisi

Çalışma alanının jeolojisi incelendiğinde bölgede 3 ana formasyon altında 4 farklı jeolojik birimin olduğu görülmektedir (Şekil 3.18). Birimler ile ilgili ayrıntılı bilgi bölüm 1’te verilmiştir.

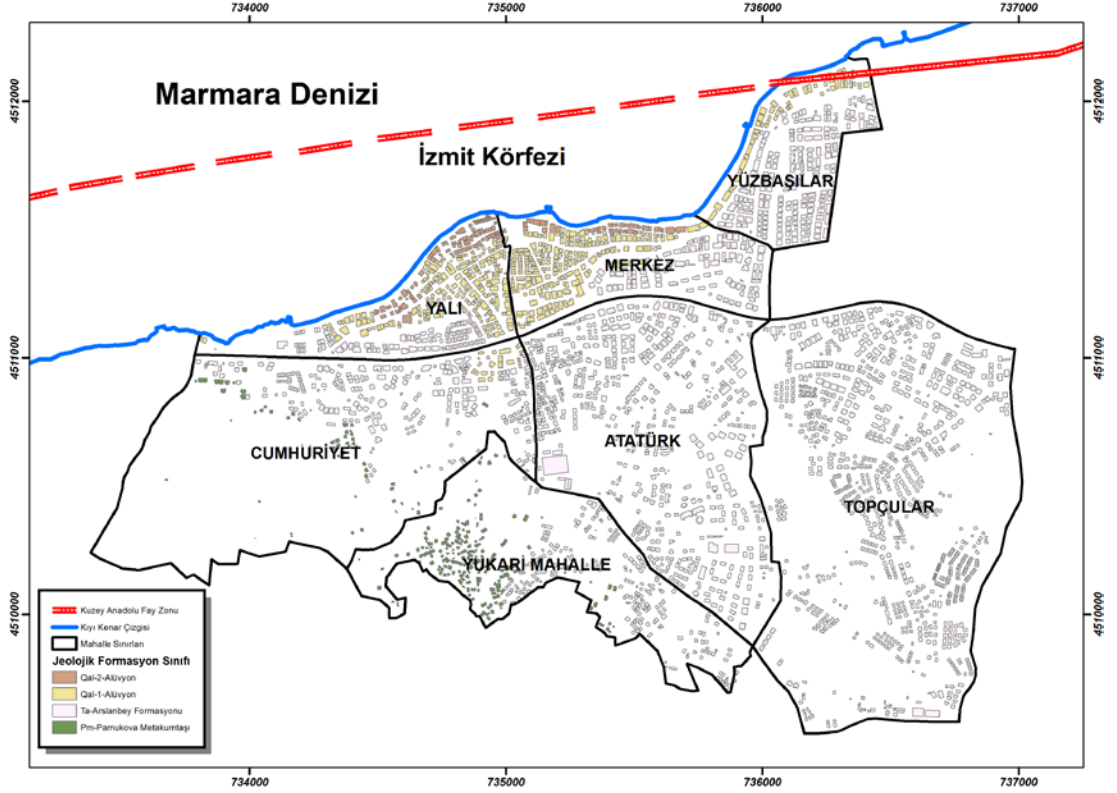


Şekil 3.18. Jeolojik Formasyon dağılımı (Konak, 2002)

Değirmendere bölgesinde yapılmış olan jeolojik çalışmalardan arazi gözlemleri sonucunda Konak 2002'nin birim sınırlarının ve birim tanımlarının doğruluğu görülmüştür. Bu çalışmaya göre Değirmendere'de 4 farklı jeolojik birim tanımlanmıştır. Tablo 3.12'de jeolojik birimler, açıklamaları ve risk oranları görülmektedir.

Tablo 3.12. Jeolojik birimler, açıklamaları ve risk oranları

BİRİM	BİRİM AÇIKLAMASI	RİSK ORANI (%)	Yapı Adedi
Qal-2	Genç Alüvyon: Kil, Silt, Kum, Çakıl yer yer Kavkı Parçalı, Orta Katı veya Orta Sıkı Zemin, $q_{em}=0,5-0,75 \text{ kg/cm}^2$	80	135
Qal-1	Alüvyon: Az çakıllı, Kil, Siltli Kil, Kum, Katı veya Sıkı Zemin, $q_{em}=0,75-1,25 \text{ kg/cm}^2$	60	490
Ta	Arslanbey Formasyonu: Az tutturulmuş Çakıl, Kum, Silt, Kil, Karbonatlı Kil, Katı veya Sıkı Zemin, $q_{em}=0,75-2 \text{ kg/cm}^2$	40	2549
Pm	Pamukova Metakumtaşı: $q_{em}=2 \text{ kg/cm}^2$	10	284



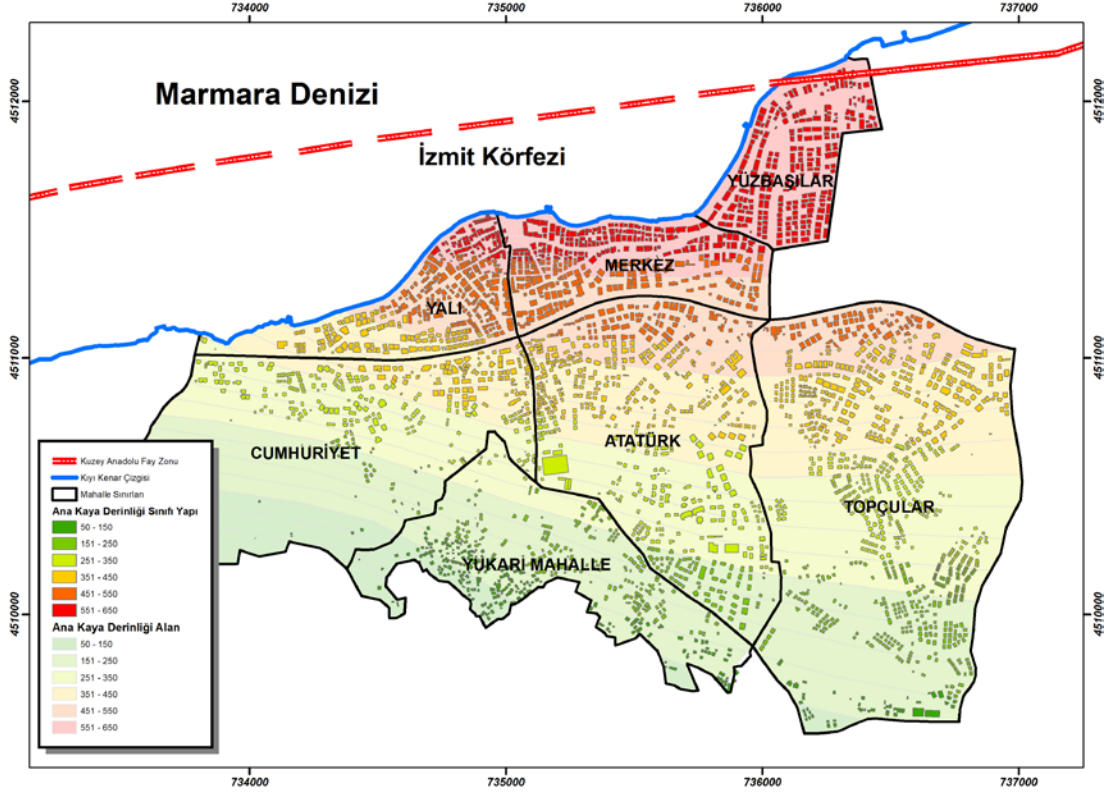
Şekil 3.19. Jeolojik formasyon dağılımı (Konak, 2002)

3.2.10. Ana kaya derinliği

Çalışma alanı ve civarını kapsayan Özalaybey ve diğ. tarafından 2011 yılında yapılmış olan çalışmadan elde edilen ana kaya derinliği dağılımı Şekil 3.20'de görülmektedir. Kıyı bölgelerinde ana kaya derinliği 650 m. olduğu görülmektedir. Bu bölgelerde alüvyon kalınlığının fazla olduğu da jeolojik formasyon haritalarından görülebilir. Bölgenin güneyine inildikçe topografya yükselmekte ve ana kaya derinliği de azalmaktadır.

Tablo 3.13. Ana kaya derinliği ve yapı adedi ilişkisi

Ana Kaya Derinliği (m)	Yapı Adedi	Ana Kaya Derinliği (m)	Yapı Adedi
625	58	325	170
600	259	300	181
575	214	275	142
550	156	250	178
525	98	225	133
500	110	200	140
475	190	175	136
450	188	150	192
425	247	125	105
400	209	100	6
375	188	75	6
350	150		



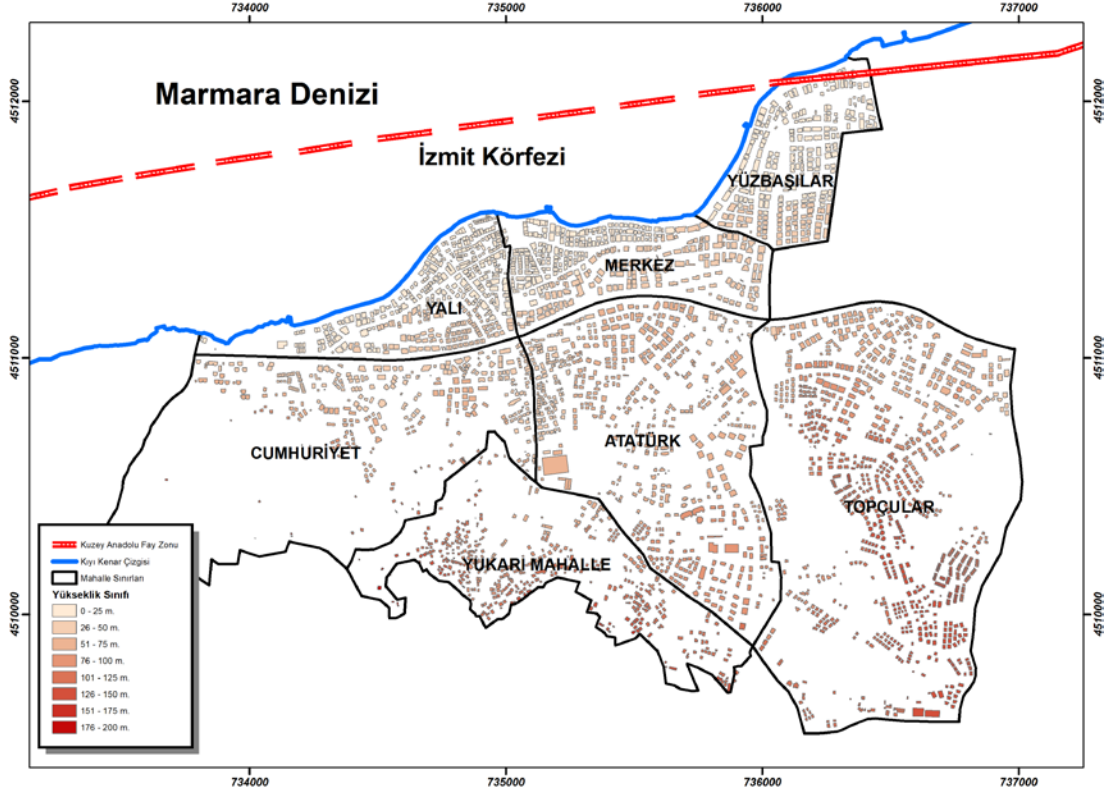
Şekil 3.20. Ana kaya derinliği dağılım haritası

3.2.11. Yükseklik dağılımı

Bölgenin topoğrafyası 0-200m arasında değişmektedir. Genel olarak kıyı bölgesinde yerleşim yoğun olmakla birlikte bölgenin eski yerleşimi yüksek kotlarda gerçekleşmiştir (Şekil 3.21). Zamanla artan nüfus yoğunluğu düşük kotlarda yapılaşmayı getirmiş ve bölgenin yoğun nüfusu bu alanlarda yoğunlaşmıştır (Tablo 3.14).

Tablo 3.14. Yükseklik ve yapı adedi ilişkisi

Yükseklik (m)	Yapı Adedi
25	701
50	734
75	691
100	482
125	556
150	279
175	12
200	1



Şekil 3.21. Yükseklik dağılım haritası

3.2.12. Demografik dağılım

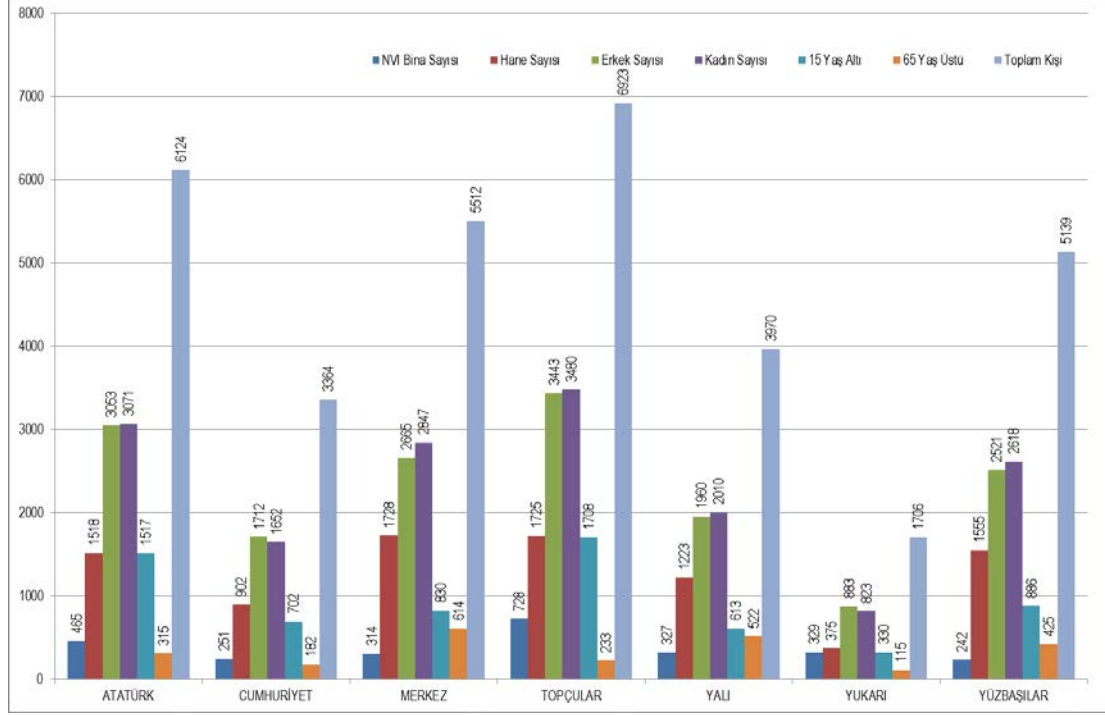
Afet riski, hasar, zarar, kayıp ve olumsuz sonuçlara yol açma potansiyeli taşıyan bir olayın, doğurabileceği maddi kayıpların toplamıdır. Risk sözcüğü, belirli bir tehlikenin, gelecekte belirli bir zaman suresi içerisinde meydana gelmesi halinde, insan, insan yerleşmeleri ve çevre üzerinde, bu unsurların zarar veya hasar görebilirlikleri ile orantılı olarak yol açacağı kayıpların olasılığını ifade eder.

Riskten veya kayıp olasılığından bahsedebilmek için, belirli büyüklükte bir tehlike veya olayın var olması, bu olaydan etkilenebilecek değerlerin (insan, yapı, v.b.) bulunması ve bu değerlerin tehlike veya olaydan etkilenme oranları veya zarar görebilirliklerinin tahmin edilebilmesi gerekmektedir.

Afet riski matematiksel olarak: Risk = Tehlike x Değer (Etkilenebilecek unsurlar) x Zarar görebilirlik (Etkilenme oranı) olarak ifade edilebilir.

Dolayısıyla riski belirleyen önemli faktör tehlikeli bina sayılarının belirlenmesi olduğu gibi aynı zamanda bu binalarda yaşayan insan sayısı da diğer önemli konudur.

Değirmendere bütününde NVİ'den alınan ayrıntılı nüfus verilerinin (Şekil 3.22) binalar ile ilişkilendirilmesi suretiyle elde edilen sonuçlar, kaç kişinin olası bir deprem afeti durumunda etkilenebileceğini göstermekte ve riski tarif etmektedir.



Şekil 3.22. Yapılardaki demografik dağılım

Tablo 3.15 ve Şekil 3.22'de, 728 bina ve 1725 hanenin yer aldığı Topçular Mahallesi, 6923 kişi ile en yüksek nüfusa sahip mahalle olarak gözükmektedir. Topçular Mahallesinde, 15 yaşının altındaki nüfus 1708 kişi ve 65 yaşının üstünde ki nüfus ise 233 kişi olarak tespit edilmiştir.

6124 kişilik nüfusuyla Atatürk Mahallesi'nde 465 adet bina bulunmakta ve bu binalarda 1518 hane yaşamaktadır. Bu mahallede 15 yaşının altındaki nüfus 1517 kişi ve 65 yaşının üstündeki nüfus 315 kişi olarak bulunmuştur.

Merkez mahallesi 5512 kişilik nüfusu ile üçüncü en kalabalık mahalledir. Mahallede bulunan 314 binada 1728 hane yaşamaktadır. 830 kişi 15 yaş altı nüfus içerisinde, 614 kişi 65 yaş üstü nüfus içerisinde gözükmektedir. 5139 kişilik nüfusu bulunan Yüzbaşılar Mahallesi'nde 242 bina bulunmakta ve 1555 hane yaşamaktadır. 15 yaş altında 886 kişi ve 65 yaş üstünde 425 kişi bu mahallededir.

Yalı mahallesi nüfusu 3970 kişi, 327 binada 1223 hane bulunmakta, 613 kişi 15 yaş altı ve 522 kişi 65 yaş üstü olarak tespit edilmiştir. Cumhuriyet mahallesi 3364 kişilik

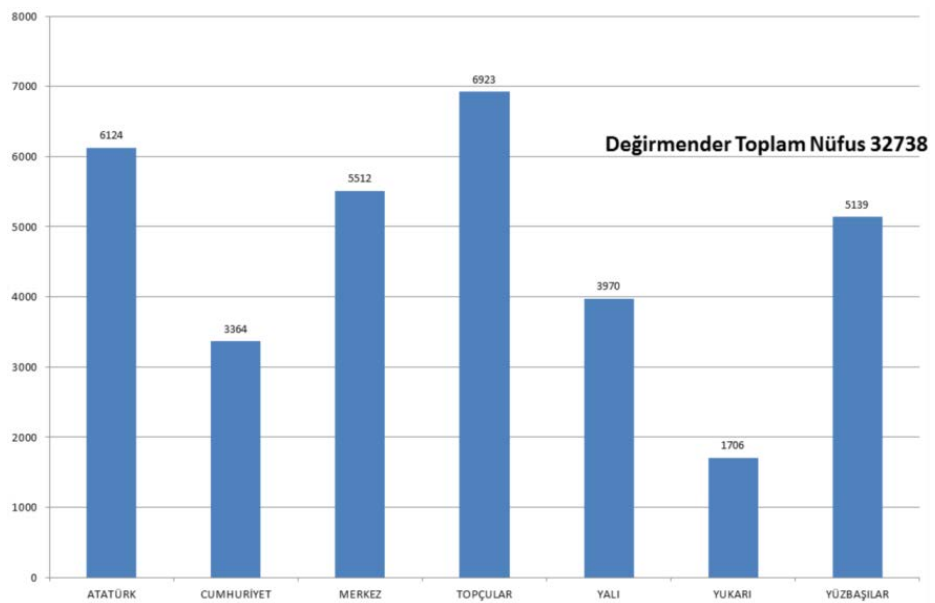
nüfus, 251 binalık bir yapı grubu ve 902 adet haneden bir araya gelmektedir. 702 kişi 15 yaş altı ve 182 kişi 65 yaş üstü nüfustur.

Son olarak Yukarı Mahalle'de 1706 kişilik nüfus gözükmetedir. Düşük kat yükseklikleri ve az yoğun bina bölgesi olarak nitelendirilebilecek bir mahalle olan bu bölgede 329 adet bina bulunmakta ve bu binalarda 375 hane yaşamaktadır. 330 kişi 15 yaş altı ve 115 kişi 65 yaş üstü gruptadır. Bu değerlendirmede, 15 yaş altı ve 65 yaş üstü nüfus grupları olası afet durumunda yardım edilmesi gereken grup içerisinde yer aldıkları için oldukça önemlidir.

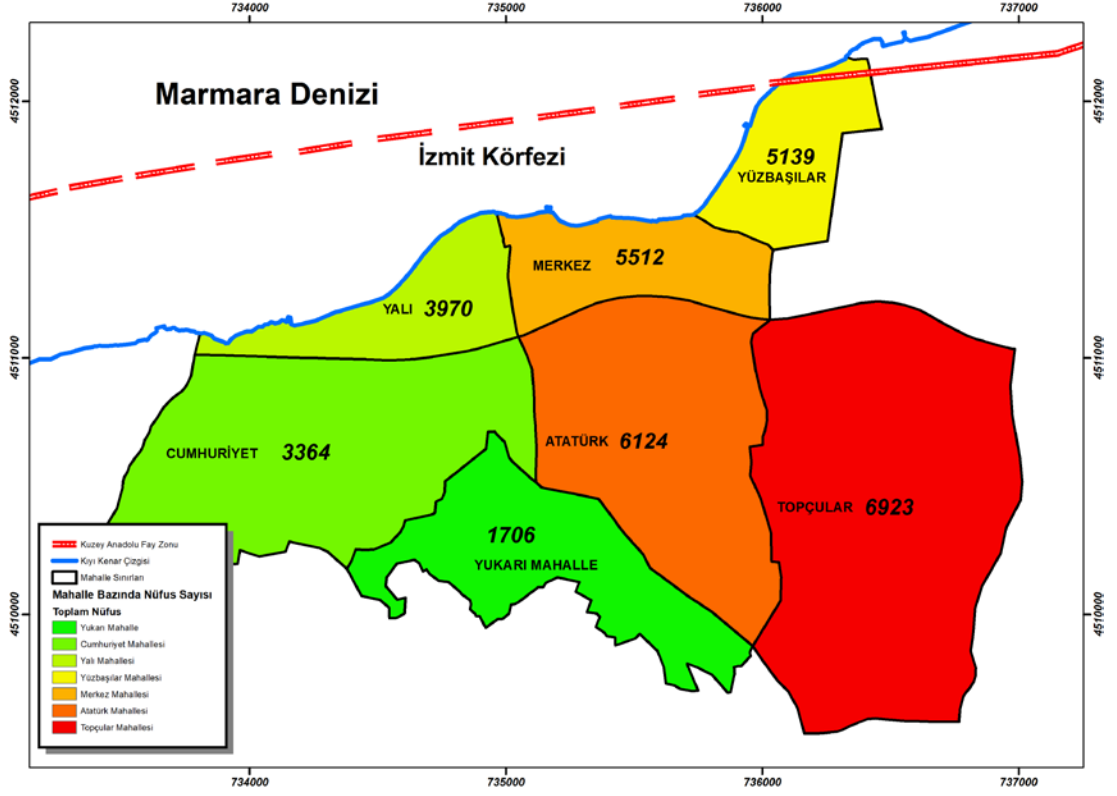
Tablo 3.15. Konut sayıları ve demografik dağılım

Mahalle	Toplam Bina	Hane Sayısı	Toplam Nüfus	Kadın	Erkek	K15	B65
Atatürk	465	1.518	6.124	3.053	3.071	1.517	315
Cumhuriyet	251	902	3.364	1.712	1.652	702	182
Merkez	314	1.728	5.512	2.665	2.847	830	614
Topçular	728	1.725	6.923	3.443	3.480	1.708	233
Yalı	327	1.223	3.970	1.960	2.010	613	522
Yukarı	329	375	1.706	883	823	330	115
Yüzbaşılar	242	1.555	5.139	2.521	2.618	886	425
Toplam	2.656	9.026	32.738	16.237	16.501	6.586	2.406

Tablo 3.15., çalışma alanında bulunan yapı, hane ve nüfus dağılımını göstermektedir. Değirmendere'nin nüfus dağılımı incelendiğinde kırılğan nüfus oranı %27,47 olarak görülmektedir.



Şekil 3.23. Mahalle bazında nüfus dağılımı



Şekil 3.24. Mahalle bazında nüfus dağılım haritası

Çalışma alanında elde edilen bu veriler, bölgenin deprem karşısında genel durumunu ortaya koymaktadır. 17 Ağustos 1999 depreminden elde edilen tecrübeler ile bölge sonraki depremden bu verilerin ışığında daha az zarar olarak atlatılmasını sağlayacaktır.

4. ANALİTİK HİYERARŞİK SÜREÇ (AHS)

Tehlike analizi haritasında kullanılacak olan kriterlerin seçimi kadar bu kriterlere uygulanacak ağırlıklandırma işlemi de önemlidir. Çalışma alanı için seçilen kriterlerin güvenilir ve tehlikeyi tam yansıtabilmesi gereklidir. Bu zorunluluklar, verilerin ağırlıklandırılmasında kullanılacak yöntemi de öne çıkarmaktadır.

Kullanılacak yöntem;

- Çalışmamızdaki gibi büyük ölçekli problemleri derleyebilecek esnek bir model içermeli,
- Çok sayıda kriterin problemin çözümüne dahil edilebilmeli,
- Problemin çözümünde objektifliği sağlayabilmeli,
- Ortaya çıkan değerler, CBS ortamında kolay uygulanabilmeli,
- Geniş uygulama alanına sahip olmalıdır.

Bu özellikleri ile öne çıkan, çok kriterli karar verme yöntemi olan Analitik Hiyerarşik Süreç (AHS) yöntemi, çalışmamızda kullanılmıştır.

4.1. Tehlike Analizi Saptanmasında Kullanılacak Verilerin Ağırlıklandırılması

CBS altyapısı oluşturulurken, çalışma alanından bağımsız olarak, depremde etkisi olduğu düşünülen veriler akademisyenler ve konusunda uzman kişilere sorularak listelenmiştir. 28 adet veriden oluşan bu listeden (Tablo 4.1); bölge özelinde, yapıya deprem anında hasar verme potansiyelleri göre değerlendirilmiş ve 7 adet veri seçilmiştir.

AHS yöntemi ile ağırlıklandırılma yapılacak olan bu veriler Tablo 4.2'de görülmektedir.

Tablo 4.1. Yapı tehlike analizinde kullanılan kriterleri

Sıra	Yerel Zemin Koşulları ve Deprem Etkisi	Açıklama
1.	Binanın Faya Olan Uzaklığı	Metre veya km
2.	Binanın Faya Göre Asal Eksen Doğrultusu Faya Dik Faya Paralel Diğer	1 faya dik 2 faya paralel 3 diğer
3.	Dere Yatağına Uzaklık	Metre veya km
4.	Yer altı suyu seviyesi	Metre
5.	Ana kaya derinliği	(Özalaybey ve diğ., 2008)
6.	Kıvam durumu	1 Çok yumuşak 2 Yumuşak 3 Sıkı 4 Sert 5 Çok sert
7.	VP hızı	2. tabaka P dalga hızı
8.	VS hızı	2. tabaka S dalga hızı
9.	$V_{s(30)}$	İlk 30 metredeki S dalga Hızı
10.	Kohezyon (C)	
11.	İçsel Sürtünme Açısı (ϕ)	
12.	Jeolojik Formasyon Etkisi	Bölgesel jeoloji haritalarından girilecek
13.	RQD	Kaya zeminler için
14.	Poisson Oranı	S dalgasından elastik parametreler
15.	Bulk Modülü	S dalgasından elastik parametreler
16.	Kayma Modülü	S dalgasından elastik parametreler
17.	T_0 (Zemin Hakim Titreşim Peryodu)	Sismik verilerden
18.	Yatak katsayısı	Sismik verilerden
19.	Sıvılaşma	1 Var 2 Yok
20.	Taşıma gücü	Sondaj verilerinden
21.	Zemin emniyet gerilmesi	Sismik verilerden
22.	Zemin Büyütmesi	Mikrotremor verilerinden
23.	Zemin Hakim Titreşim Peryodu	Mikrotremor verilerinden
24.	Zemin Sınıflaması	Mikrotremor verilerinden
25.	Yapılmış çalışmalardan AFAD terminolojisine göre yerleşim uygunluk durumu (ÖA, UA, UOA, AJE, vb)	Eski raporlardan
26.	İvme değeri	
27.	1999 depremindeki hasar durumu	1999 depremi Bayındırlık gözlem raporlarından 1 hasarsız 2 hafif hasar 3 orta hasar 4 ağır hasar 5 yıkılmış?
28.	Eğim/ tepe- yamaç etkisi (%30dan fazla olma durumu)	% cinsinden eğim verisi

Tablo 4.2. Ağırlıklandırmaları hesaplanacak olan veri gurubu

Sıra	Yerbilimleri Faktörleri
1.	Binanın Faya Olan Uzaklığı (FU)
2.	Binanın Faya Göre Asal Eksen Doğrultusu (Faya Dik, Faya Paralel,Diğer) (FD)
3.	Yer altı suyu seviyesi (YAS)
4.	$V_{s(30)}$ (VS)
5.	Jeolojik Formasyon Etkisi (JFE)
6.	Zemin Sınıflaması (Mikrotremor verilerinden) (ZS)
7.	Eğim/ tepe- yamaç etkisi (%30dan fazla olma durumu) (E)

Deprem anında yapıya etki eden faktörlerin çok olması, CBS projelerindeki uygulama kolaylığı, konusunda uzman kişi görüşlerinin ağırlık hesaplamasında etki etmesi, esnek bir yöntem olması ve niteliklerin ikili kıyaslama yapılarak sonuç ağırlığının hesaplanması gibi avantajları nedeni ile bir “Çok Kriterli Karar Verme” yöntemi olan Analitik Hiyerarşik Süreçi çalışma için uygun bulunmuştur (Yaralıoğlu, 2004; Akbulak, 2010; Kavzoğlu ve diğ., 2013; Karaman ve Erden, 2014).

4.2. Analitik Hiyerarşik Süreç

Analitik Hiyerarşik Süreç (AHS), ilk olarak 1968 yılında Myers ve Alpert ikilisi tarafından ortaya atılmış ve Saaty 1977’de bir model olarak geliştirilerek karar verme problemlerinin çözümünde kullanılabilir hale getirilmiştir (Yaralıoğlu, 2004).

AHS, karmaşık karar problemlerinde, karar alternatif ve kriterlerine göreceli önem değerleri verilerek yönetsel karar mekanizmasının çalıştırılması esasına dayanan bir karar verme işlemidir (Timor, 2011).

Farklı kaynaklarda değişik adımlara bölünmüş olan AHS aşamaları Yaralıoğlu 2004 ve Timor 2011’e göre derlenerek çalışmada uygulanmıştır.

AHS yönteminin akış şeması Şekil 4.1’de görülmektedir.



Şekil 4.1. AHS yöntemi akış şeması

4.2.1. Karar verme problemi tanımlanması (Adım 1)

Karar verme probleminin tanımlanması, iki aşamadan oluşturulur. Birinci aşamada karar noktaları saptanır. Diğer bir deyişle karar kaç sonuç üzerinden değerlendirilecektir sorusuna cevap aranır. İkinci aşamada ise karar noktalarını etkileyen faktörler saptanır. Bu çalışmada karar noktalarının sayısı m , karar noktalarını etkileyen faktör sayısı ise n ile sembolize edilmiştir. Özellikle sonucu etkileyecek faktörlerin sayısının doğru belirlenmesi ve her bir faktörün detaylı tanımlarının yapılması, ikili karşılaştırmaların tutarlı ve mantıklı yapılabilmesi açısından önemlidir.

4.2.2. Faktörler arası karşılaştırma matrisi oluşturulması (Adım 2)

Faktörler arası karşılaştırma matrisi, $n \times n$ boyutlu bir kare matristir. Bu matrisin köşegeni üzerindeki matris bileşenleri 1 değerini alır. Karşılaştırma matrisi aşağıda gösterilmiştir;

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (4.1)$$

Karşılaştırma matrisinin köşegeni üzerindeki bileşenler, yani ($i = j$) olduğunda, 1 değerini alır. Çünkü bu durumda ilgili faktör kendisi ile karşılaştırılmaktadır. Faktörlerin karşılaştırılması, birbirlerine göre sahip oldukları önem değerlerine göre birebir ve karşılıklı yapılır. Faktörlerin birebir karşılaştırılmasında Tablo 4.3'teki önem skalası kullanılır.

Tablo 4.3. Karşılaştırmada kullanılan önem dereceleri tablosu (Saaty, 1982; Timor, 2011)

Önem Derecesi	Değer Tanımları	Açıklama
1	Eşit Derecede Önemli	Her iki faktör aynı öneme sahiptir
3	Orta Derecede Önemli	Tecrübe ve yargılara göre bir faktör diğerine göre biraz daha önemlidir
5	Kuvvetli Derecede Önemli	Bir faktör diğerinden kuvvetle daha önemlidir
7	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Bir faktör diğerine göre yüksek derecede kuvvetle tercih edilmektedir
9	Mutlak Derecede Önemli	Faktörlerden biri diğerinden çok yüksek derecede önemlidir
2,4,6,8	Ara Değerleri Temsil Etmektedir	İki faktör arasındaki tercihte küçük farklar olduğunda kullanılır

Örneğin birinci faktör üçüncü faktöre göre karşılaştırmayı yapan tarafından daha önemli görünüyorsa, bu durumda karşılaştırma matrisinin birinci satır üçüncü sütun bileşeni ($i = 1, j = 3$), 3 değerini alacaktır. Aksi durumda yani birinci faktörün üçüncü faktörle karşılaştırılmasında, daha önemli tercihi üçüncü faktörden yana kullanılacaksa bu durumda karşılaştırma matrisinin birinci satır üçüncü sütun bileşeni 1/3 değerini alacaktır. Aynı karşılaştırmada birinci faktörle üçüncü faktörün karşılaştırılmasında faktörler eşit öneme sahip oldukları yönünde tercih kullanılıyorsa bu durumda bileşen 1 değerini alacaktır.

Karşılaştırmalar, karşılaştırma matrisinin tüm değerleri 1 olan köşegeninin üstünde kalan değerler için yapılır. Köşegenin altında kalan bileşenler için ise doğal olarak Eşitlik (4.2)'i kullanmak yeterli olacaktır. Tablo 4.4'te örnek karşılaştırma matrisi görülebilir.

$$a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}} \quad (4.2)$$

Tablo 4.4. Örnek karşılaştırma matrisi

KRİTERLER	A	B	C
A	1	3	5
B	1/3	1	7
C	1/5	1/7	1

4.2.3. Faktörlerin yüzde önem dağılımları belirlenmesi (Adım 3)

Karşılaştırma matrisi, faktörlerin birbirlerine göre önem seviyelerini belirli bir mantık içerisinde gösterir. Ancak bu faktörlerin bütün içerisindeki ağırlıklarını, diğer bir deyişle yüzde önem dağılımlarını belirlemek için, karşılaştırma matrisini oluşturan sütun vektörlerinden yararlanılır ve n adet ve n bileşenli B sütun vektörü oluşturulur;

$$B_i = \begin{bmatrix} b_{11} \\ b_{21} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ b_{n1} \end{bmatrix} \quad (4.3)$$

B sütun vektörlerinin hesaplanması Eşitlik (4.4) ile yapılır;

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (4.4)$$

Örneğin değerlendirme faktörlerinin birbirleriyle karşılaştırılmalarını gösteren A karşılaştırma matrisi aşağıdaki gibi tanımlanmışsa ve B₁ vektörü hesaplanmak isteniyorsa,

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1/3 & 5 \\ 3 & 1 & 4 \\ 1/5 & 1/4 & 1 \end{bmatrix}$$

Bu durumda; B_1 vektörünün b_{11} elemanı, $b_{11} = \frac{a_{11}}{a_{11} + a_{21} + a_{31}} = \frac{1}{1 + 3 + (1/5)} = 0,238$ olarak hesaplanır.

B_1 vektörünün diğer elemanları benzer şekilde hesaplandığında;

$$B_1 = \begin{bmatrix} 0,238 \\ 0,714 \\ 0,048 \end{bmatrix}$$

Vektörü elde edilir. B_1 sütun vektörünün bileşenleri toplandığında toplamın 1 olduğu görülür.

Yukarıda anlatılan adımlar diğer değerlendirme faktörleri içinde tekrarlandığında faktör sayısı kadar B sütun vektörü elde edilecektir. n adet B sütun vektörü, bir matris formatında bir araya getirildiğinde ise aşağıda gösterilen C matrisi oluşturulacaktır;

$$C = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & \dots & C_{1n} \\ C_{21} & C_{22} & \dots & C_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ C_{n1} & C_{n2} & \dots & C_{nn} \end{bmatrix} \quad (4.5)$$

Yukarıdaki Eşitlik (5.5) göz önüne alındığında C matrisi aşağıdaki gibi oluşur.

$$C = \begin{bmatrix} 0,238 & 0,210 & 0,500 \\ 0,714 & 0,632 & 0,400 \\ 0,048 & 0,158 & 0,100 \end{bmatrix}$$

C matrisinden yararlanarak, faktörlerin birbirlerine göre önem değerlerini gösteren yüzde önem dağılımları elde edilebilir. Bunun için Eşitlik (4.5)'te gösterildiği gibi C matrisini oluşturan satır bileşenlerinin aritmetik ortalaması alınır ve Öncelik Vektörü olarak adlandırılan W sütun vektörü elde edilir;

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} \quad (4.6)$$

W sütun vektörlerinin hesaplanması Eşitlik (4.6) ile yapılır;

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} \quad (4.7)$$

Eşitlik (4.7), C matrisi ile çözüldüğünde öncelik vektörünün elemanları aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$W = \begin{bmatrix} \frac{0,238 + 0,210 + 0,500}{3} \\ \frac{0,714 + 0,632 + 0,400}{3} \\ \frac{0,048 + 0,1580 + 0,100}{3} \end{bmatrix} \cong \begin{bmatrix} 0,32 \\ 0,58 \\ 0,10 \end{bmatrix}$$

Bu durumda her üç faktör birlikte değerlendirildiğinde yaklaşık değerlerle, birinci faktör % 32, ikinci faktör % 58 ve üçüncü faktör % 10 öneme sahip olacaktır.

4.2.4. Faktör kıyaslamalarında tutarlılık ölçümü (Adım 4)

AHS kendi içinde ne kadar tutarlı bir sistematığe sahip olsa da sonuçların gerçekçiliği doğal olarak, karar vericinin faktörler arasında yaptığı birebir karşılaştırmadaki tutarlılığa bağlı olacaktır. AHS bu karşılaştırmalardaki tutarlılığın ölçülebilmesi için bir süreç önermektedir. Sonuçta elde edilen Tutarlılık Oranı (Consistency Ratio (CR)) ile, bulunan öncelik vektörünün ve dolayısıyla faktörler arasında yapılan birebir karşılaştırmaların tutarlılığın test edilebilmesi imkanını sağlamaktadır. AHS, CR hesaplamasının özünü, faktör sayısı ile Temel Değer adı verilen (λ) bir katsayının karşılaştırılmasına dayandırmaktadır. λ 'nın hesaplanması için öncelikle A karşılaştırma matrisi ile W öncelik vektörünün matris çarpımından D sütun vektörü elde edilir;

$$D = A \times W \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} \quad (4.8)$$

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (4.9)$$

Eşitlik (4.8)'de tanımlandığı gibi, bulunan D sütun vektörü ile W sütun vektörünün karşılıklı elemanlarının bölümünden her bir değerlendirme faktörüne ilişkin temel değer (E) elde edilir. Bu değerlerin aritmetik ortalaması, Eşitlik (4.10)'daki gibi karşılaştırmaya ilişkin temel değeri (λ) verir;

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (4.10)$$

Bir kare matrisin öz değerleri arasındaki en büyük kıymet λ_{\max} ile ifade edilir. λ_{\max} ı hesaplayabilmek için Tüm Öncelikler Matrisinin her bir elemanı, Öncelikler Vektörü elemanlarına bölünerek, elde edilen yeni matris elemanlarının ortalaması alınmaktadır.

λ hesaplandıktan sonra Tutarlılık Göstergesi (Consistency Index (CI)), Eşitlik (4.11)'den yararlanarak hesaplanabilir;

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (4.11)$$

Son aşamada ise CI, Rastgele Değer İndeksi (Random Index (RI)) olarak adlandırılan ve Tablo 4.3'de gösterilen standart düzeltme değerine bölünerek Eşitlik (4.12)'deki gibi CR elde edilir. Tablo 4.3' den faktör sayısına karşılık gelen değer seçilir. Örneğin 3 faktörlü bir karşılaştırmada kullanılacak RI değeri Tablo 4.5'ten 0,58 olacaktır.

Tablo 4.5. Rastgele değer indeksi (RI) değerleri

N	RI
1	0,00
2	0,00
3	0,58
4	0,90
5	1,12
6	1,24
7	1,32
8	1,41
9	1,45
10	1,49
11	1,51
12	1,48
13	1,56
14	1,57
15	1,59

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (4.12)$$

Hesaplanan CR değerinin 0,10 dan küçük olması karar vericinin yaptığı karşılaştırmaların tutarlı olduğunu gösterir. CR değerinin 0.10' dan büyük olması ya AHS'deki bir hesaplama hatasını ya da karar vericinin karşılaştırmalarındaki tutarsızlığını gösterir.

4.3. AHS ile Grup Kararı Verilmesi

Bir problemde bireysel karar yerine AHS ile bir grup kararı verilmesi gerektiğinde, grup üyelerinin deneyim, bilgi ve değerlendirmelerini kullanabilmeleri için probleme ait hiyerarşik yapı oluşturularak AHS adımları uygulanır.

Grup kararlarında uygulanan beyin fırtınası ve karşılıklı fikir paylaşımları genellikle konunun daha iyi anlaşılmasını ve problemin daha iyi temsilini sağlar. Bir grup kararında uygulanan aşamalar aşağıda yer almaktadır (Al-Harbi, 2001; Timor, 2011).

1. Bir organizasyonda grup kararı verilmesi gerektiğinde, grup üyelerinin ortak çıkarları söz konusu olabileceği gibi, her bir grup üyesinin motivasyonu farklı olup kararlar ilgili çeşitli konularda çatışma içinde de olunabilir. Ancak, grup üyelerinin neticede aynı ortak amaç için çalıştıkları göz önüne alınarak, sonuç olarak bir ortak görüş elde edilebileceği ve daha az çatışma (çelişme) olacağı varsayılarak uzlaşma sağlamak için genellikle en iyi yolun grup kararı olduğu söylenebilir. Böylelikle grup üyeleri arasında daha fazla haberleşme olacağı gibi her bir grup üyesinin kararda söz sahibi olması sağlanacaktır.
2. Grup kararı, gruptaki bireylerin tek tek görüşleri alınarak verilebileceği gibi ortak grup kararı şeklinde de oluşabilir. Grup, karar vermek için bir araya gelerek probleme ait hiyerarşiyi tartışarak değiştirebilir. Daha sonra problemle ilgili yargı oluşturulur. Az bir olasılıkla da olsa, bütün grup üyeleri aynı fikirde ise grup üyeleri ortak karar verir veya nihai karar için oylama yapılabilir.

Forman (1998)'de, AHS'de, grup kararlarının ya "bireysel tercihler" biçiminde veya grup üyelerinin tartışmaları sonucu elde edilen "ortak grup yargısı" biçiminde oluşturulduğu belirtilmektedir. Saaty (2008)'de, bir grup kararı oluşturulması gerektiğinde "bireysel tercihlerden tek bir grup yargısının oluşturulmasında" en iyi yolun bireysel tercihlerin ortalamasının alınarak görüşlerin bir araya getirilmesinin olduğunu ifade etmektedir.

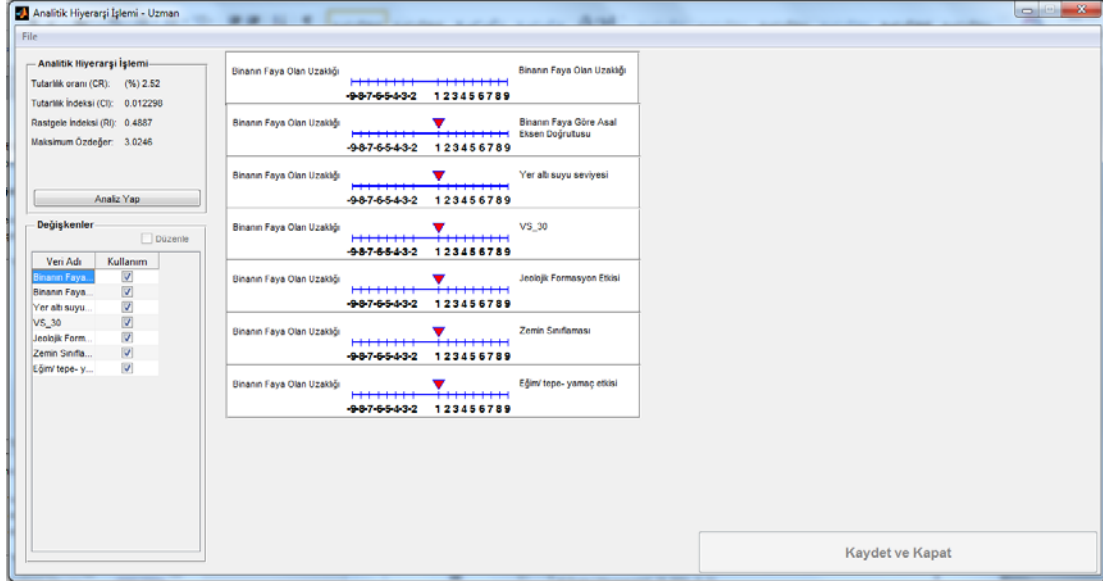
Saaty (2008)'de, karar vericilerin "uzman" kişiler olması halinde yargılarının birleştirilmesini istemeyebilecekleri, bu durumda ise her bir yargı (değerlendirme) sonucunda elde edilen değerlerin (ağırlıkların) ortalamasının alınması gerektiği belirtilmektedir.

4.4. Çalışma Alanı İçin Tehlike Analizi Ağırlıklarının Hesaplanması

Çalışmada AHS'nin kolay uygulanabilmesi ve sonuçlara hızlı ulaşabilmek için Matlab yazılımı kullanılmıştır.

Uygulama, ilk kriter olan "Faya Uzaklık Kriteri"ni, sırasıyla diğer kriterlerle kıyaslamaktadır. Bu işlem için, Tablo 4.3'teki önem ve kıyaslama dereceleri kullanılmaktadır.

İlk kriterin diğerleri ile kıyaslanması bittiğinde, sonraki kriterin karşılıklı kıyaslanmasına geçilmiştir.

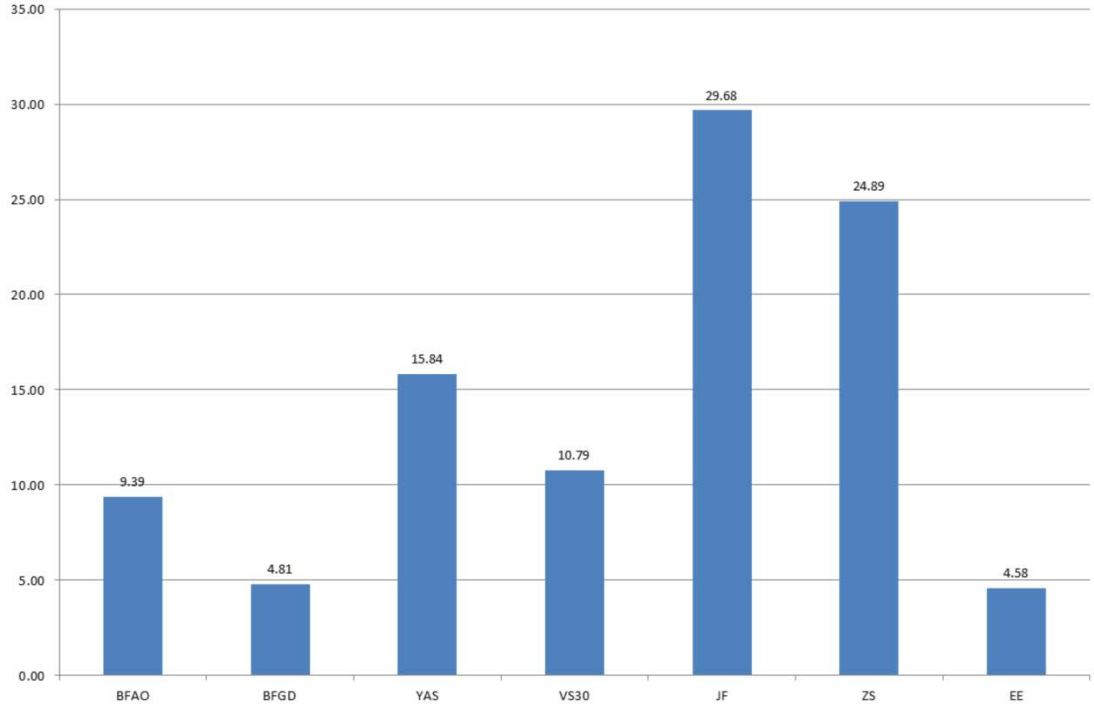


Şekil 4.2. AHS uygulaması için kullanılan program arayüzü

Karşılaştırma ve değerlendirme işlemleri sonucunda kararlılık indeks değeri %9 olarak hesaplanmıştır. Bu değer yapılan karşılaştırmanın güvenilir olduğunu ve çıkan ağırlıkların kullanılabilir nitelikte olduğunu göstermektedir. Analitik Hiyerarşik Süreç işlemi sonucunda “Tehlike Analizi hesaplanmasında” kullanılacak olan faktörler Tablo 4.6’da % ağırlık değerleri ile verilmiştir (Şekil 4.3).

Tablo 4.6. Tehlike analizinde kullanılacak olan kriterlerin ağırlıkları

Sıra	Yerbilimleri Faktörleri	Yer Bilimleri Tehlike Analizi Katsayıları (%)
1.	Jeolojik Formasyon Etkisi	29,68
2.	Zemin Sınıflaması (Mikrotremor verilerinden)	24,89
3.	Yer altı suyu seviyesi	15,84
4.	$V_{s(30)}$	10,79
5.	Binanın Faya Olan Uzaklığı	9,39
6.	Binanın Faya Göre Asal Eksen Doğrultusu	4,81
7.	Eğim/ tepe- yamaç etkisi	4,58



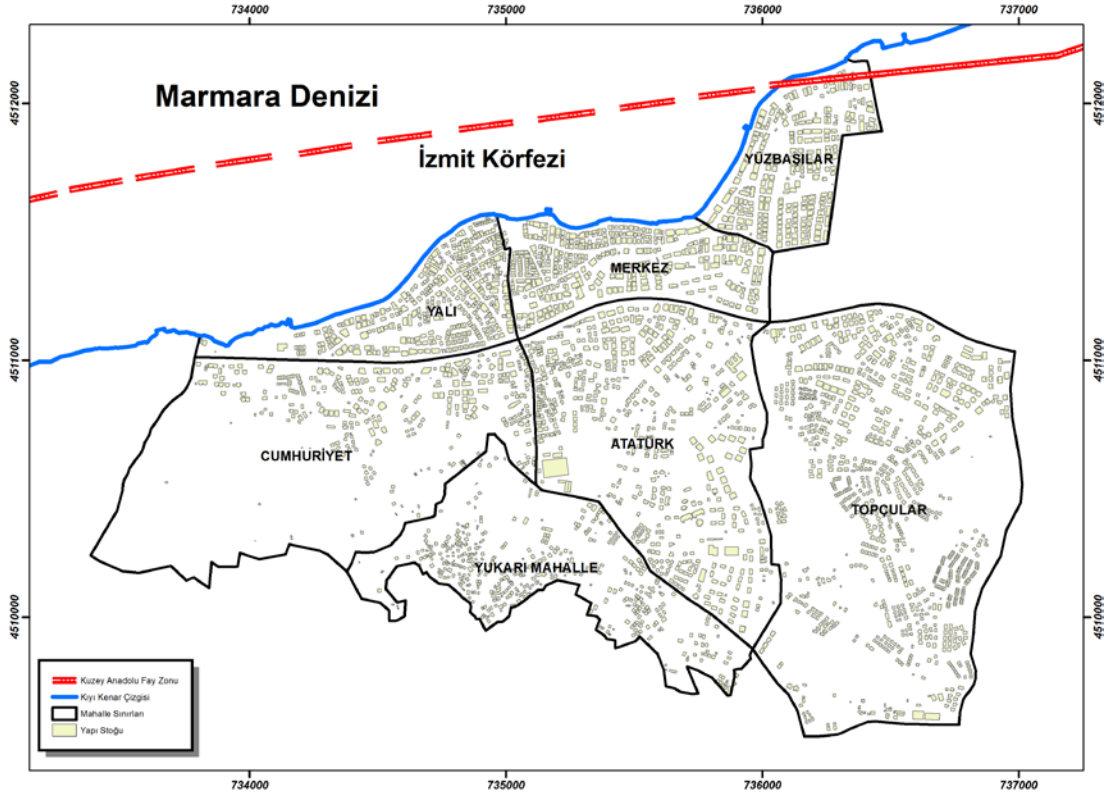
Şekil 4.3. Tehlike analizi hesaplanmasına etki edecek olan faktörlerin ağırlık dağılımı

Tehlike analizinde kullanılacak olan bu ağırlıklar, bölgenin deprem karşısındaki risk sınıflandırmalarını ortaya koyacaktır.

Ağırlıklandırılan bu 7 adet veri gurubu; Tablo 4.1'de bulunan diğer guruplardan, bölgede meydana gelebilecek bir deprem sırasında yapıya etki etme potansiyellerine göre ayırtlanmıştır. Sonrasında da, AHS yöntemi ile ağırlıklandırılarak Tablo 4.6'daki katsayılar elde edilmiştir.

5. TEHLİKE ANALİZİ SONUÇLARI VE DAĞILIMLARI

Çalışma alanında bulunan 3456 adet yapının (Şekil 5.1) yerbilimleri tehlike analizi değerlendirmeleri Tablo 5.1'deki kriterler üzerinden yapılmıştır. Bu kriterlere AHS uygulanmış ve Tablo 5.1'de görülen ağırlık değerleri elde edilmiştir.



Şekil 5.1. Çalışma alanı yapı stoğu

Tablo 5.1. Tehlike analizinde kullanılacak olan kriterlerin ağırlıkları

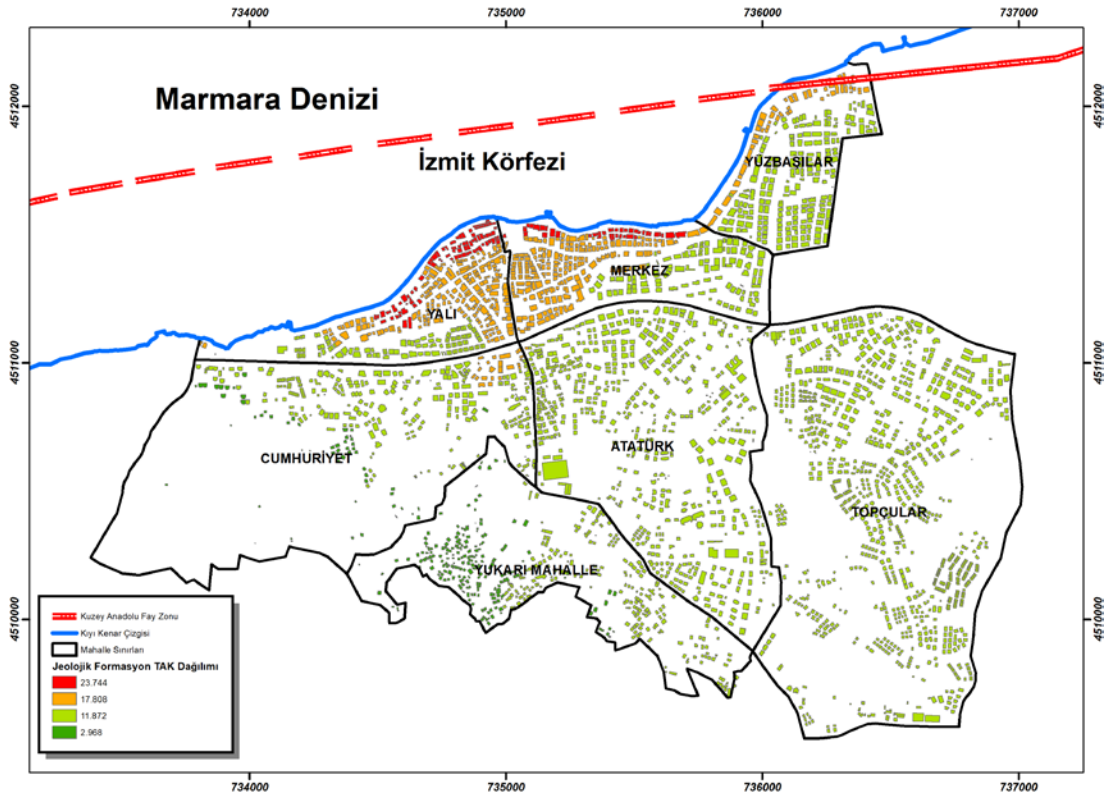
Sıra	Yerbilimleri Faktörleri	Yer Bilimleri TAK (%)
1.	Jeolojik Formasyon Etkisi	29.68
2.	Zemin Sınıflaması (Mikrotremor verilerinden)	24.89
3.	Yer altı suyu seviyesi	15.84
4.	$V_{s(30)}$	10.79
5.	Binanın Faya Olan Uzaklığı	9.39
6.	Binanın Faya Göre Asal Eksen Doğrultusu	4.81
7.	Eğim/ tepe- yamaç etkisi	4.58

Tüm yapılar için AHS yöntemi ile elde edilen Tehlike Analizi Katsayıları (TAK) yapıların nitelik tablosuna eklenerek CBS ortamına aktarılmıştır.

5.1. Jeolojik Formasyon Etkisine Göre Risk Değerlendirmesi

Çalışma alanının jeolojisi incelendiğinde bölgede 3 ana formasyon altında 4 farklı jeolojik birimin olduğu görülmektedir (Tablo 5.2). Birimler ile ilgili ayrıntılı bilgi bölüm 1’te görülebilir.

AHS uygulanarak elde edilmiş olan Jeolojik Formasyon TAK değeri olan “29,68” Jeolojik Formasyon risk oranları ile çarpılarak yapıların nitelik değerlerine eklenmiş ve CBS ortamına aktarılmıştır. Jeolojik Formasyon TAK değerleri Tablo 5.2’de görülmektedir.



Şekil 5.2. Jeolojik formasyon TAK değerleri dağılımı

Çalışma alanında bulunan en zayıf zemin grupları olan Qal-1 ve 2’de toplam 525 yapı bulunmasına rağmen bu alanlardaki yapılaşmanın çok katlı olması nedeniyle 2121 hane bulunmaktadır. Ortalama olarak bir yapıda 4 hane bulunmaktadır. Yoğun bir yapılaşma görülen bu bölgelerde toplam 6823 kişi yaşamaktadır.

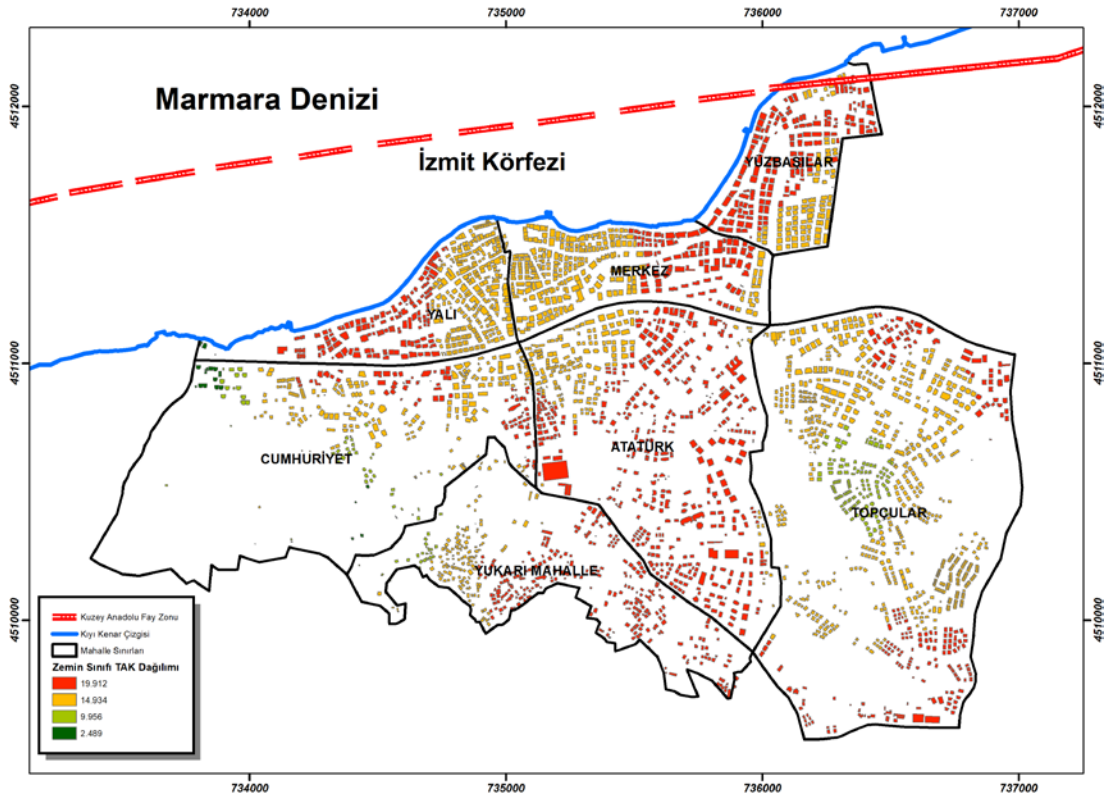
Toplam nüfusun %21,30’u yüksek riskli olarak tanımlanan Qal-1 ve 2 sınırları içinde bulunmaktadır.

Tablo 5.2. Jeolojik birimler TAK değerleri ve riske maruz kalan nüfus dağılımı

Birim	Risk Oranı (%)	Yapı Adedi	Yapı Oranı	TAK Değeri (Risk Oranı x 9,39)	Erkek	Kadın	B65	K15	Kişi Sayısı	Kişi Oranı (%)	Hane
Qal-2	80	135	3,91	23,74	475	516	173	131	991	3,09	316
Qal-1	60	490	14,12	17,81	2859	2973	743	927	5832	18,21	1805
Ta	40	2549	73,76	11,87	12067	12224	1402	5212	24291	75,84	6482
Pm	10	284	8,22	2,97	470	447	66	165	917	2,86	230

Kırılgan nüfus olarak değerlendirilen (B65, K15) 65 yaş üstü ve 15 yaş altı nüfus değerlendirildiğinde 1974 kişi riskli alanda yaşamaktadır. Bu bölgelerdeki toplam nüfus ile kırılgan nüfus oranı %29 olarak görülmektedir. Riskli bölgelerde yaşayan üç kişiden biri afet sonrasında kurtarılmak için yardıma ihtiyaç duyacaktır.

5.2. Mikrotremor Zemin Sınıfına Göre Risk Değerlendirmesi



Şekil 5.3. Mikrotremor zemin sınıfı TAK değerleri dağılımı

112M421 nolu TÜBİTAK projesi bünyesinde yapılmış olan mikrotremor çalışmasından elde edilen zemin sınıfı değerleri, yapı nitelik tablosuna eklenerek CBS ortamına aktarılmıştır.

AHS uygulanarak elde edilmiş olan mikrotremor zemin sınıfı TAK değeri olan "24,89" mikrotremor zemin sınıfı risk oranları ile çarpılarak yapıların nitelik değerlerine eklenmiş ve CBS ortamına aktarılmıştır. Zemin sınıfı TAK değerleri Tablo 5.3'de görülmektedir.

Tablo 5.3. Mikrotremor zemin sınıfı TAK değerleri ve riske maruz kalan nüfus dağılımı

Zemin Sınıfı	Risk Oranı (%)	Yapı Adedi	Yapı Oranı (%)	TAK Değeri	Erkek	Kadın	B65	K15	Kişi Sayısı	Kişi Oranı (%)	Hane
Z1	10	19	0,55	2,49	90	86	11	27	176	0,55	50
Z2	40	201	5,82	9,96	428	433	42	164	861	2,69	242
Z3	60	1792	51,85	14,93	8211	8362	1220	3289	16573	51,74	4571
Z4	80	1444	41,78	19,91	7142	7279	1111	2955	14421	45,02	3970

Çalışma alanında bulunan en zayıf zemin grupları olan Z4-Z3'de toplam 3236 yapı bulunmaktadır. Toplam yapı sayısına oranlandığında yapıların %94'ü riskli zemin grupları üzerinde bulunmaktadır.

Çalışma alanındaki toplam 8833 hane bulunmaktadır. Bunların %97'si yine bu riskli zemin grupları üzerinde yer almaktadır.

Yüzbaşılar, Merkez, Yalı ve Topçular mahallelerinin riskli zeminler üzerinde buldukları Şekil 5.3'ten görülmektedir. Topçular mahallesindeki müstakil yapılanma bu mahalledeki riski nispeten azaltmaktadır.

Yüzbaşılar, Merkez, Yalı mahallelerindeki çok katlı ve yoğun yapılaşma zeminsel riskle birlikte müdahale sırasındaki zorluklarında sebebi olacaktır.

Yoğun bir yapılaşma görülen bu bölgelerde toplam 30994 kişi yaşamaktadır.

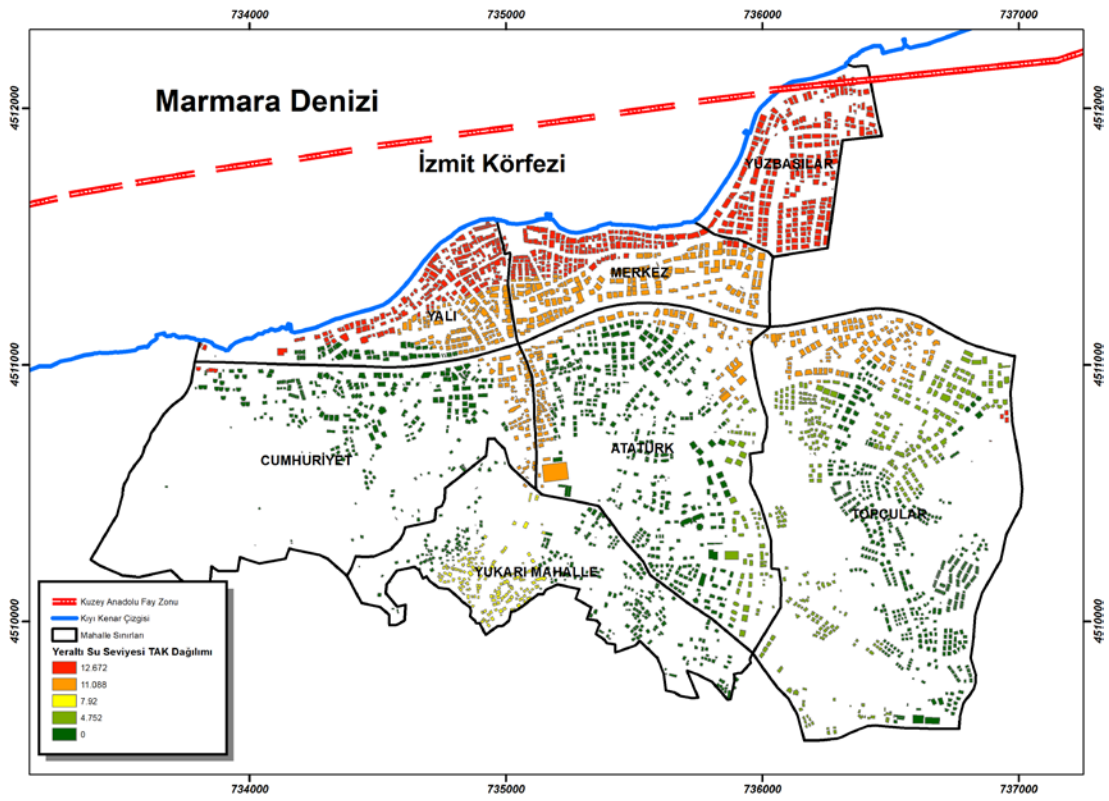
Toplam nüfusun %96,76'sı yüksek riskli olarak tanımlanan sınırlar içinde bulunmaktadır.

Kırılgan nüfus olarak değerlendirilen (B65, K15) 65 yaş üstü ve 15 yaş altı nüfus değerlendirildiğinde 8575 kişi riskli alanda yaşamaktadır. Bu bölgelerdeki toplam nüfus ile kırılgan nüfus oranı %28 olarak görülmektedir. Riskli bölgelerde yaşayan her üç kişiden biri afet sonrasında kurtarılmak için yardıma ihtiyaç duyacaktır.

5.3. Yeraltı Suyu Seviyesine Göre Risk Değerlendirmesi

Çalışma alanında yapılmış olan raporlardan derlenen toplam 168 adet sondaj logu üzerindeki bilgiler değerlendirilerek CBS ortamına aktarılmıştır. Sondaj değerleri ve arazi gözlemlerinden elde edilen YAS dağılımı yapının nitelik tablosuna eklenerek CBS ortamına aktarılmıştır.

AHS uygulanarak elde edilmiş olan YAS TAK değeri olan “15,84” YAS risk oranları ile çarpılarak yapıların nitelik değerlerine eklenmiş ve CBS ortamına aktarılmıştır. YAS TAK değerleri Tablo 5.4’de görülmektedir.



Şekil 5.4. Yeraltı su seviyesi TAK değerleri dağılımı

Tablo 5.4. YAS TAK değeri ve riske maruz kalan nüfus dağılımı

YAS Durumu (m)	Risk Oranı (%)	Yapı Adedi	Yapı Oranı (%)	TAK Değeri	Erkek	Kadın	B65	K15	Kişi Sayısı	Kişi Oranı (%)	Hane
0,5-2	80	1519	45,95	12,67	4247	4437	1020	1374	8684	27,11	2691
2-4	70	690	19,97	11,09	4220	4331	639	1627	8551	26,70	2399
4-6	50	657	19,01	7,92	256	245	52	88	501	1,56	115
6-8	30	172	4,98	4,75	1722	1741	123	910	3463	10,81	846
20<	0	418	12,09	0	5426	5406	550	2436	10832	33,82	2782

Çalışma alanında sıvılaşma riski bulunan zayıf zemin grupları olan 0,5-5 ve 2-4'de toplam 2209 yapı bulunmaktadır. Toplam yapı sayısına oranlandığında yapıların %94'ü sıvılaşma riski olan zemin grupları üzerinde bulunmaktadır.

Çalışma alanındaki toplam 8833 hane bulunmaktadır. Bunların %58'si yine bu riskli zemin grupları üzerinde yer almaktadır.

Yüzbaşılar, Merkez ve Yalı mahallelerinin riskli zeminler üzerinde buldukları Şekil 5.4'ten görülmektedir.

Yüzbaşılar, Merkez, Yalı mahallelerindeki çok katlı ve yoğun yapılaşma sıvılaşma riski ile birlikte müdahale sırasındaki zorluklarında sebebi olacaktır.

Yoğun bir yapılaşma görülen bu bölgelerde toplam 10427 kişi yaşamaktadır.

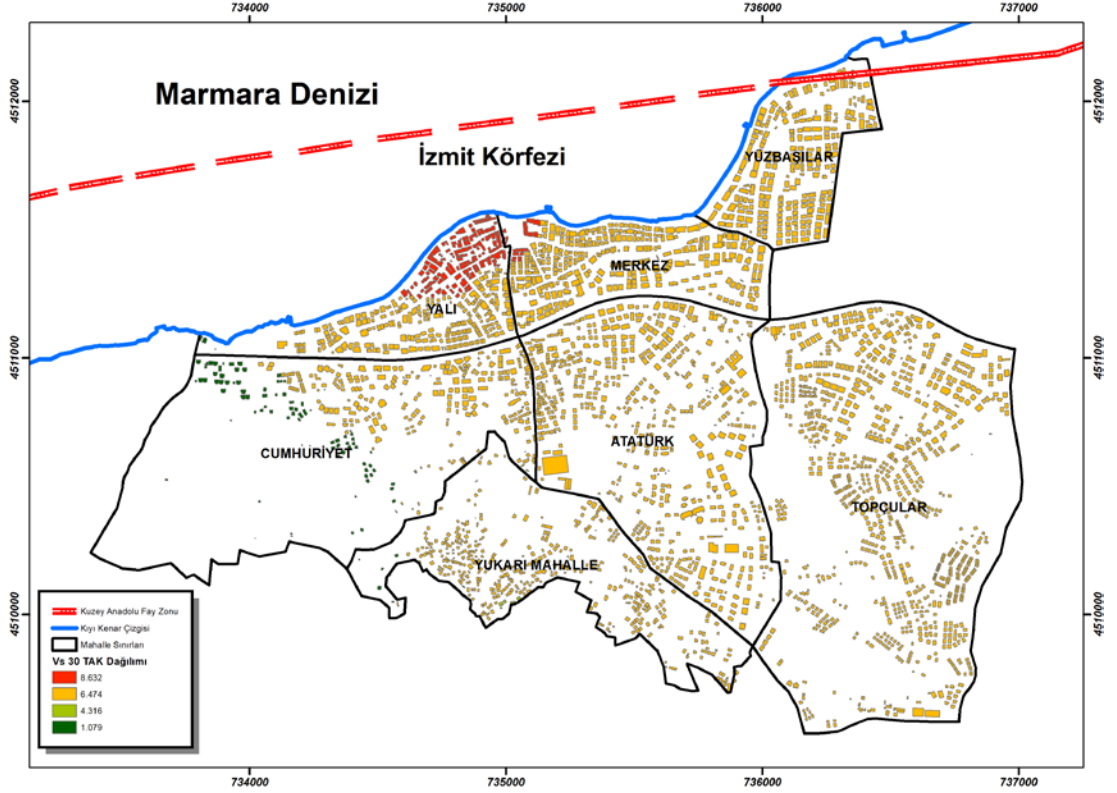
Toplam nüfusun %33'ü sıvılaşma riski yüksek olarak tanımlanan sınırlar içinde bulunmaktadır.

Kırılgan nüfus olarak değerlendirilen (B65, K15) 65 yaş üstü ve 15 yaş altı nüfus değerlendirildiğinde 4660 kişi riskli alanda yaşamaktadır. Bu bölgelerdeki toplam nüfus ile kırılgan nüfus oranı %45 olarak görülmektedir. Riskli bölgelerde yaşayan her iki kişiden biri afet sonrasında kurtarılmak için yardıma ihtiyaç duyacaktır.

5.4. $V_{s(30)}$ Hız Dağılımına Göre Risk Değerlendirmesi

$V_{s(30)}$ hız dağılımı, Özalaybey diğ. 2008 yılında Kocaeli Büyükşehir Belediyesi'ne yaptıkları rapordan alınarak CBS ortamına yapı nitelik değerlerine eklenerek aktarılmıştır.

AHS uygulanarak elde edilmiş olan $V_{s(30)}$ TAK değeri olan "10,79" $V_{s(30)}$ risk oranları ile çarpılarak yapıların nitelik değerlerine eklenmiş ve CBS ortamına aktarılmıştır. $V_{s(30)}$ TAK değerleri Tablo 5.5'de görülmektedir.



Şekil 5.5. $V_{s(30)}$ TAK değerleri dağılımı

Tablo 5.5. $V_{s(30)}$ Hız Dağılımı sınıflaması TAK değerleri ve riske maruz kalan nüfus dağılımı

SINIF	V_s (m/sn)	Risk Oranı (%)	Yapı Adedi	Yapı Oranı (%)	TAK Değeri	Erkek	Kadın	B65	K15	Kişi Sayısı	Kişi Oranı (%)	Hane
Z1	>900	10	96	2,78	1,08	294	281	33	99	575	1,80	170
Z2	600-900	40	6	0,17	4,32	13	12	5	2	25	0,08	5
Z3	300-600	60	3160	91,44	6,47	14853	15127	2155	6125	29980	93,60	8217
Z4	< 300	80	194	5,61	8,63	711	740	191	209	1451	4,53	441

Çalışma alanında $V_{s(30)}$ Hız dağılımı verilerine göre, riskli bulunan zayıf zemin grupları olan Z4-Z3'te toplam 3354 yapı bulunmaktadır. Toplam yapı sayısına oranlandığında yapıların %97'si riskli zemin grupları üzerinde bulunmaktadır.

Çalışma alanındaki toplam 8833 hane bulunmaktadır. Bunların %98'i yine bu riskli zemin grupları üzerinde yer almaktadır.

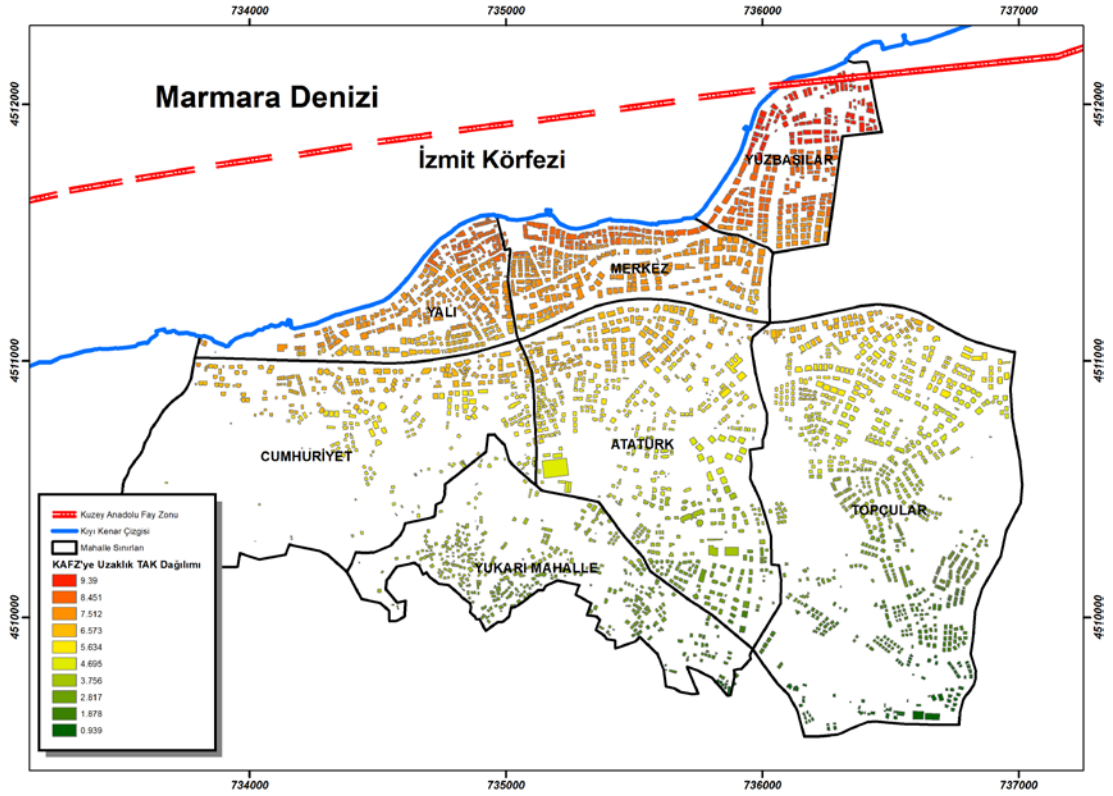
Yüzbaşılar, Merkez, Yalı mahallelerindeki çok katlı ve yoğun yapılaşma sivilleşme riski ile birlikte müdahale sırasındaki zorluklarında sebebi olacaktır.

Yoğun bir yapılaşma görülen bu bölgelerde toplam 31431 kişi yaşamaktadır.

Toplam nüfusun %98'i riskli yüksek olarak tanımlanan sınırlar içinde bulunmaktadır.

Kırılgan nüfus olarak değerlendirilen (B65, K15) 65 yaş üstü ve 15 yaş altı nüfus değerlendirildiğinde 8680 kişi riskli alanda yaşamaktadır. Bu bölgelerdeki toplam nüfus ile kırılğan nüfus oranı %28 olarak görülmektedir. Riskli bölgelerde yaşayan her üç kişiden biri afet sonrasında kurtarılmak için yardıma ihtiyaç duyacaktır.

5.5. Yapıların Faya Uzaklıklarına Göre Risk Değerlendirmesi



Şekil 5.6. KAFZ'ye uzaklık TAK değerleri dağılımı

Çalışma alanında bulunan binaların faya uzaklıkları hesaplanarak CBS ortamına aktarılmıştır. AHS uygulanarak elde edilmiş olan Faya Uzaklık TAK değeri olan "9.39" faya uzaklık risk oranları ile çarpılarak yapıların nitelik değerlerine eklenerek CBS ortamına aktarılmıştır. Faya uzaklık TAK değerleri Tablo 5.6'da görülmektedir.

Çalışma alanında faya uzaklık dağılımı verilerine göre, riskli bulunan zayıf zemin grupları olan 0-750m'de toplam 938 yapı bulunmaktadır. Toplam yapı sayısına oranlandığında yapıların %27'si riskli uzaklıkta bulunmaktadır.

Tablo 5.6. Faya uzaklık TAK değeri ve riske maruz kalan nüfus dağılımı

Faya Uzaklık (m)	Risk Oranı (%)	Yapı Adedi	Yapı Oranı (%)	TAK Değeri (Risk Oranı x 9,39)	Erkek	Kadın	B65	K15	Kişi Sayısı	Kişi Sayısı (%)	Hane
0-250	100	104	3,01	9,39	741	750	165	261	1491	4,65	457
251-500	90	287	8,30	8,451	1710	1784	419	547	3494	10,91	1113
501-750	80	547	15,83	7,512	3792	4024	820	1234	7816	24,40	2375
751-1000	70	554	16,03	6,573	3449	3445	451	1418	6894	21,52	1900
1001-1250	60	506	14,64	5,634	2609	2556	194	1274	5165	16,13	1264
1251-1500	50	298	8,62	4,695	1271	1294	95	683	2565	8,01	625
1501-1750	40	461	13,34	3,756	937	987	106	441	1924	6,01	449
1751-2000	30	391	11,31	2,817	848	845	103	354	1693	5,29	410
2001-2250	20	215	6,22	1,878	415	369	24	173	784	2,45	199
2251-2500	10	93	2,69	0,939	99	106	7	50	205	0,64	41

Çalışma alanındaki toplam 8833 hane bulunmaktadır. Bunların %44'ü yine bu riskli uzaklık gurubu üzerinde yer almaktadır.

Yüzbaşılar, Merkez, Yalı mahallelerindeki çok katlı ve yoğun yapılaşma sivilaşma riski ile birlikte müdahale sırasındaki zorluklarında sebebi olacaktır.

Yoğun bir yapılaşma görülen bu bölgelerde toplam 12801 kişi yaşamaktadır.

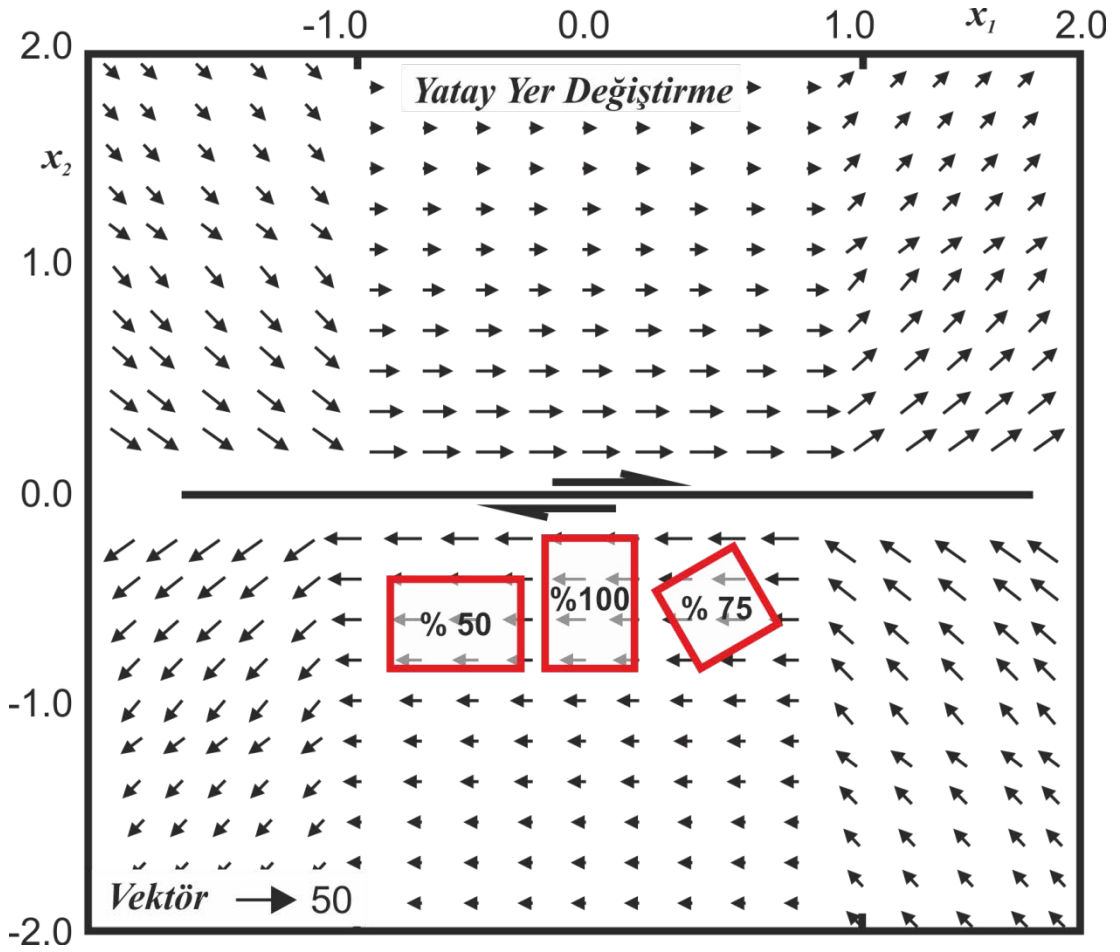
Toplam nüfusun %40'ı riski yüksek olarak tanımlanan sınırlar içinde bulunmaktadır.

Kırılgan nüfus olarak değerlendirilen (B65, K15) 65 yaş üstü ve 15 yaş altı nüfus değerlendirildiğinde 3446 kişi riskli alanda yaşamaktadır. Bu bölgelerdeki toplam nüfus ile kırılgan nüfus oranı %27 olarak görülmektedir. Riskli bölgelerde yaşayan her üç kişiden biri afet sonrasında kurtarılmak için yardıma ihtiyaç duyacaktır.

5.6. Binanın Faya Göre Asal Eksen Doğrultusuna Bağlı Risk Değerlendirmesi

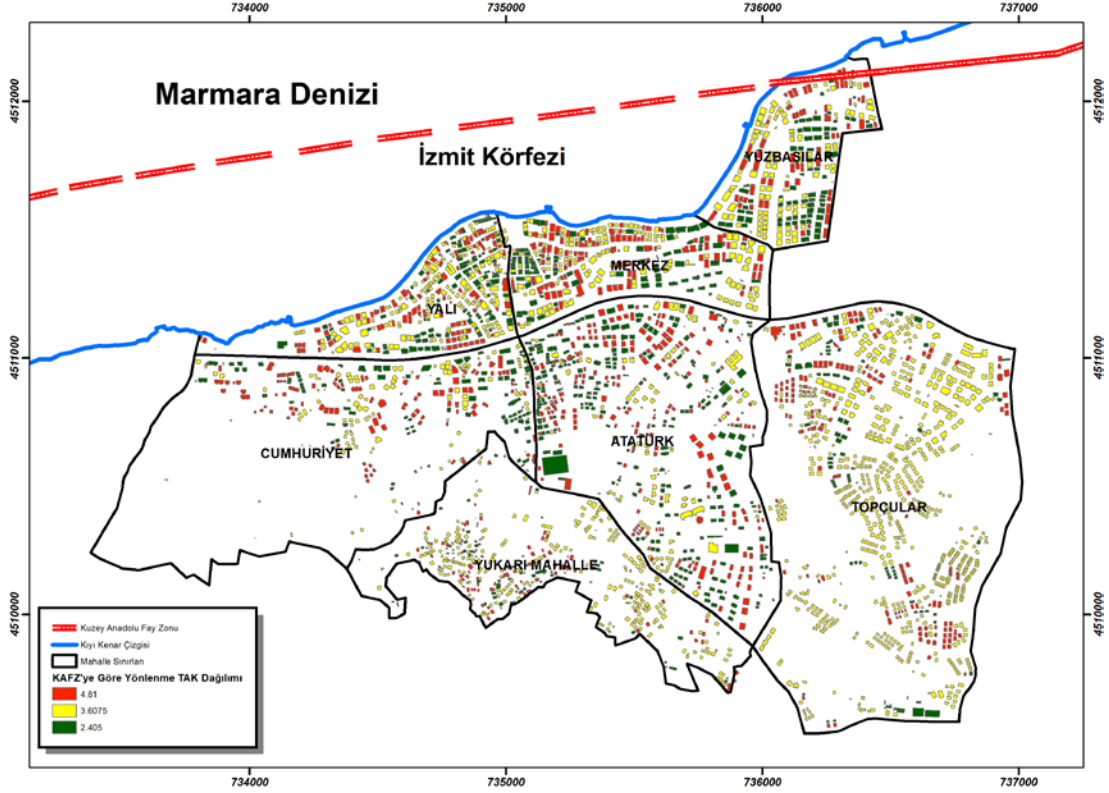
Tam doğrultu atımlı faylanmalarda hasara etki eden yatay yüklerdir (Şekil 5.7). TAK değerlendirmelerinin bir sınıfı olan binanın asal eksen doğrultusu sınıflaması da bu nedenle önemlidir. Yükün temas ettiği alanın büyüklüğü yapının maruz kaldığı kuvveti artıracak ve daha fazla hasar alacaktır.

Çalışma alanında bulunan yapıların faya göre duruşları tespit edilmiş ve 3 sınıfa ayrılarak CBS ortamına aktarılmıştır (Tablo 5.7).



Şekil 5.7. Tam doğrultu atımlı faylanmada yatay yük dağılımı (Kasahara, 1981)

AHS uygulanarak elde edilmiş olan faya göre yönlenme TAK değeri olan “4,81” binanın faya göre asal eksen doğrultusu risk oranları ile çarpılarak yapıların nitelik değerlerine eklenerek CBS ortamına aktarılmıştır. Faya göre yönlenme TAK değerleri Tablo 5.2’de görülmektedir.



Şekil 5.8. KAFZ'ye göre yönlenme TAK değerleri dağılımı

Tablo 5.7. KAFZ'ye göre yönlenme TAK değeri ve riske maruz kalan nüfus dağılımı

Faya Göre Yönlenme	Risk Oranı (%)	Yapı Adedi	Yapı Oranı (%)	TAK Değeri	Erkek	Kadın	B65	K15	Kişi Sayısı	Kişi Oranı (%)	Hane
Faya dik	100	970	28,07	4,81	4932	5037	737	1953	9969	31,12	2747
Diğer	75	1678	48,55	3,61	6735	6863	960	2802	13598	42,45	3759
Faya paralel	50	808	23,38	2,41	4204	4260	687	1680	8464	26,42	2327

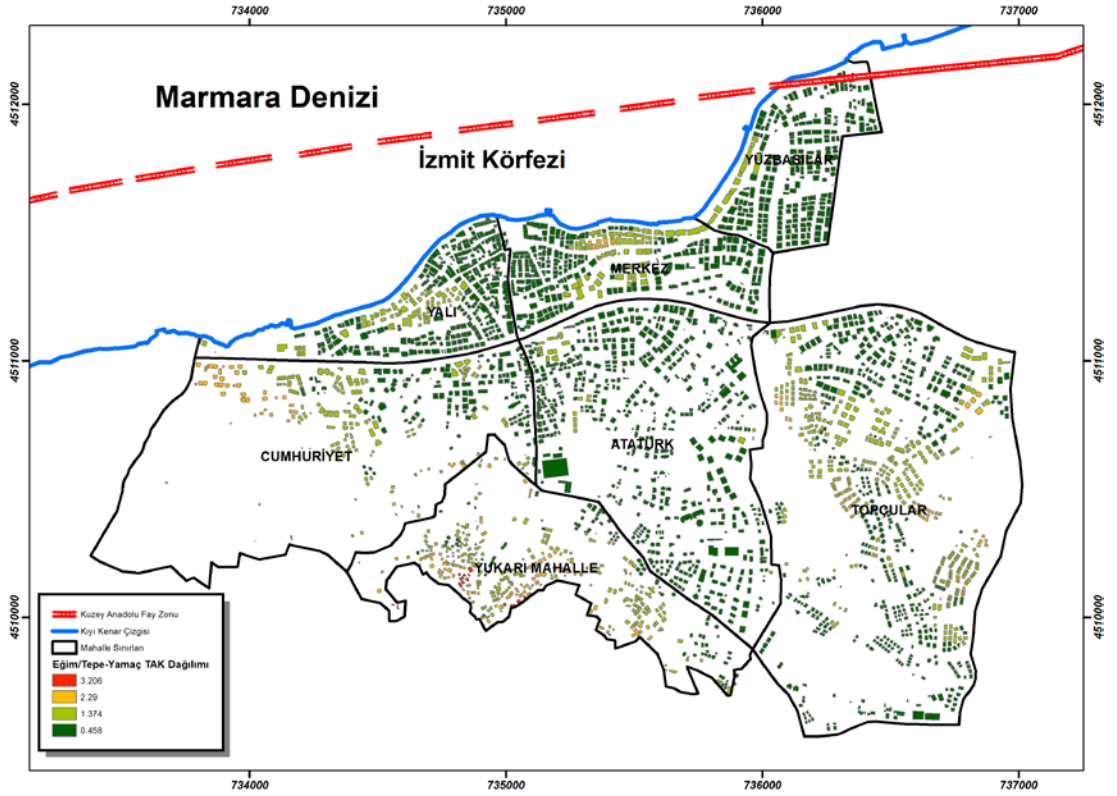
Çalışma alanında yatay güce maruz kalma dağılımı verilerine göre, riskli bulunan 1 ve 2 grupları sınırlarında toplam 2648 yapı bulunmaktadır. Toplam yapı sayısına oranlandığında yapıların %77'si riski uzaklıkta bulunmaktadır.

Çalışma alanındaki toplam 8833 hane bulunmaktadır. Bunların %74'ü yine bu riskli gruplar üzerinde yer almaktadır. Bu bölgelerde toplam 23567 kişi yaşamaktadır. Toplam nüfusun %74'ü riski yüksek olarak tanımlanan sınırlar içinde bulunmaktadır.

Kırılgan nüfus olarak değerlendirilen (B65, K15) 65 yaş üstü ve 15 yaş altı nüfus değerlendirildiğinde 6452 kişi riskli alanda yaşamaktadır. Bu bölgelerdeki toplam nüfus ile kırılgan nüfus oranı %27 olarak görülmektedir. Riskli bölgelerde yaşayan her üç kişiden biri afet sonrasında kurtarılmak için yardıma ihtiyaç duyacaktır.

5.7. Eğim/ Tepe-Yamaç Etkisine Göre Risk Değerlendirmesi

AHS uygulanarak elde edilmiş olan Eğim/Tepe-Yamaç etkisi TAK değeri olan “4,58” Eğim/Tepe-Yamaç risk oranları ile çarpılarak yapıların nitelik değerlerine eklenerek CBS ortamına aktarılmıştır. Eğim/Tepe-Yamaç TAK değerleri Tablo 5.8’de görülmektedir.



Şekil 5.9. Eğim/Tepe-Yamaç TAK değerleri dağılımı

Tablo 5.8. Eğim miktarı TAK değerleri ve riske maruz kalan nüfus dağılımı

Eğim (Derece)	Risk Oranı (%)	Yapı Adedi	Yapı Oranı (%)	TAK Değeri	Erkek	Kadın	B65	K15	Kişi Sayısı	Kişi Oranı (%)	Hane
0° – 5°	10	643	18,61	0.46	3980	4069	545	1652	8049	25,13	2229
5° – 15°	10	1615	46,73	0.46	8143	8243	1245	3297	16386	51,16	4515
15° – 30°	30	936	27,08	1.37	3180	3285	514	1281	6465	20,18	1790
30° – 45°	50	241	6,97	2.29	545	537	75	196	1082	3,38	290
> 45°	70	21	0,61	3.21	23	26	5	9	49	0,15	9

Çalışma alanında eğim verilerine göre, riskli bulunan 30-45° ve >45° grupları sınırlarında toplam 262 yapı bulunmaktadır. Toplam yapı sayısına oranlandığında yapıların %8’i riskli eğim gurubunda bulunmaktadır.

Çalışma alanındaki toplam 8833 hane bulunmaktadır. Bunların %3,39'u yine bu riskli gruplar üzerinde yer almaktadır.

Bu bölgelerde toplam 1131 kişi yaşamaktadır. Toplam nüfusun %4'ü riski yüksek olarak tanımlanan sınırlar içinde bulunmaktadır.

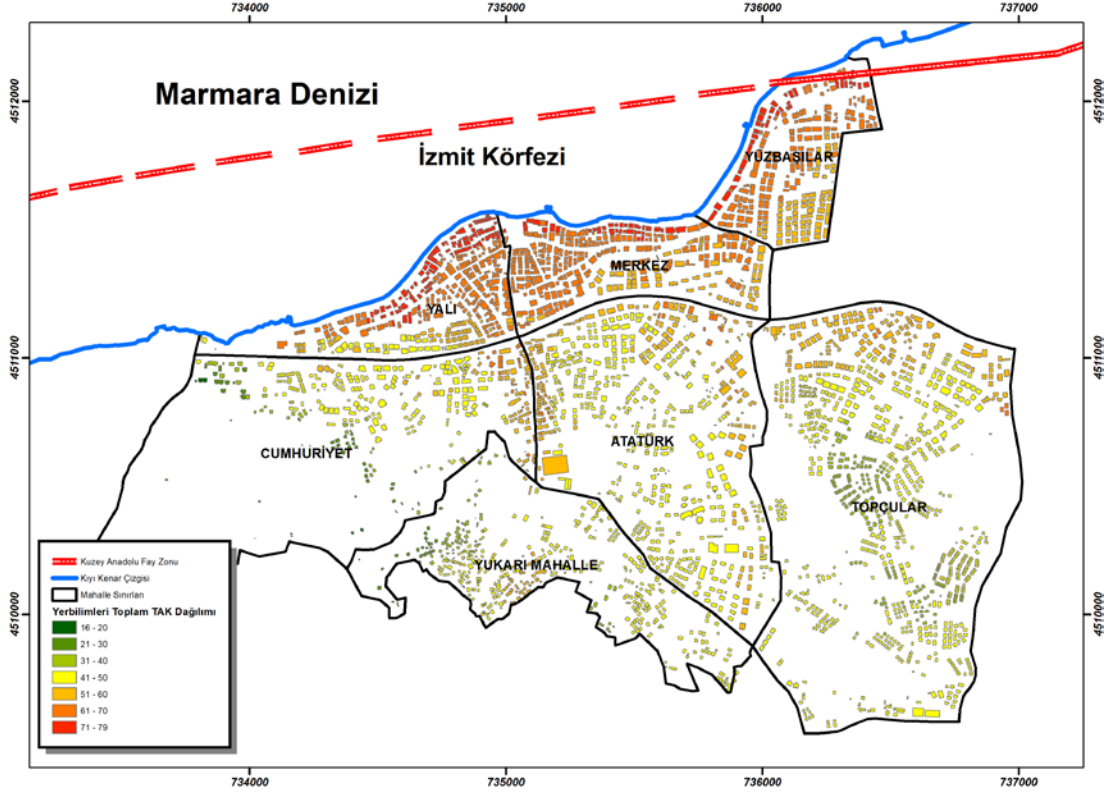
Kırılgan nüfus olarak değerlendirilen (B65, K15) 65 yaş üstü ve 15 yaş altı nüfus değerlendirildiğinde 285 kişi riskli alanda yaşamaktadır. Bu bölgelerdeki toplam nüfus ile kırılgan nüfus oranı %25 olarak görülmektedir. Riskli bölgelerde yaşayan her dört kişiden biri afet sonrasında kurtarılmak için yardıma ihtiyaç duyacaktır.

5.8. Yerbilimleri Toplam Tehlike Analizi Haritası

Çalışma alanı için elde edilen veri guruplarının değerlendirilmesi sonucunda, her bir veri gurubunun tehlike analizi sonuçlarının toplamından alanın risk dağılımı elde edilmiştir (Şekil 5.10). Elde edilen risk dağılımının sınıflanması sonucunda en fazla yapının %41-50 risk aralığında bulunduğu görülmektedir (Tablo 5.9).

Tablo 5.9. Toplam TAK değerleri ve riske maruz kalan nüfus dağılımı

Sınıf	Yapı Adedi	Yapı Oranı (%)	Erkek	Kadın	B65	K15	Kişi Sayısı	Kişi Oranı (%)	Hane
16 – 20,00	5	0,14	13	9	2	1	22	0,07	8
21 – 30,00	73	2,11	175	176	15	68	351	1,10	93
31 – 40,00	278	8,04	472	472	45	172	944	2,95	260
41 – 50,00	1598	46,24	5867	5827	565	2779	11694	36,51	2901
51 – 60,00	646	18,69	4401	4467	567	1793	8868	27,69	2449
61 – 70,00	658	19,04	4088	4312	900	1381	8400	26,22	2546
71 – 78,68	198	5,73	855	897	290	241	1752	5,47	576
TOPLAM	3456	100	15871	16160	2384	6435	32031	100	8833



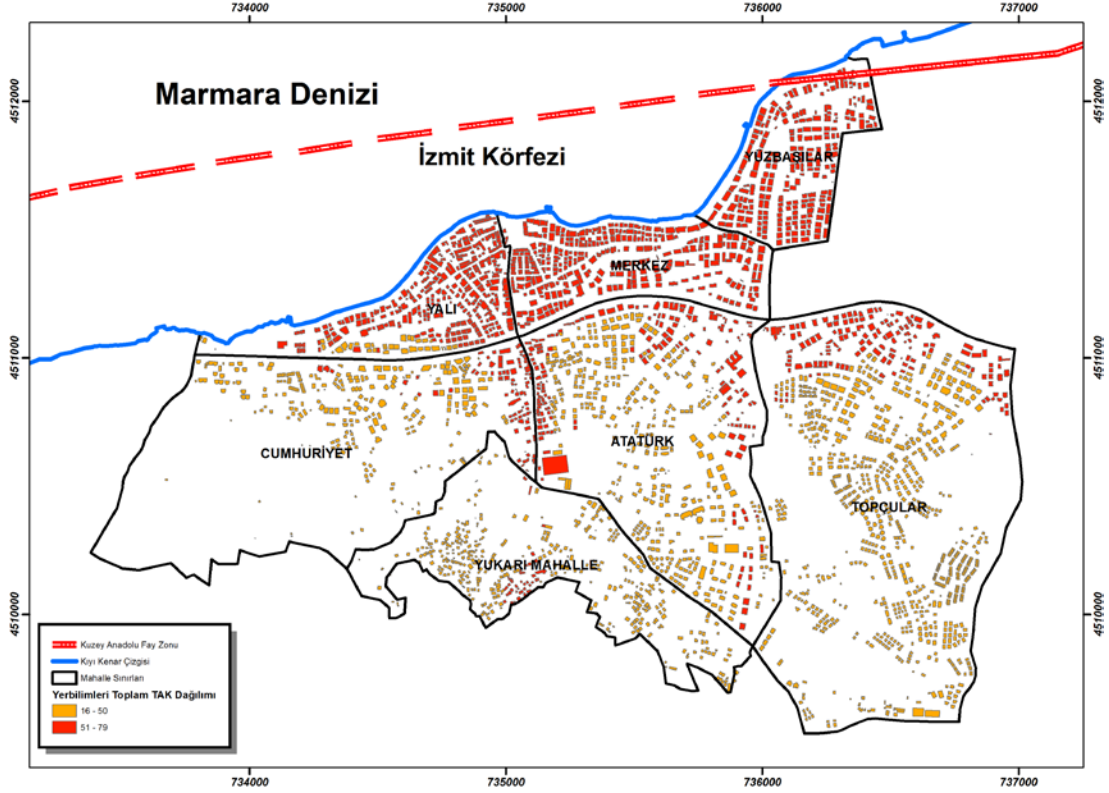
Şekil 5.10. Toplam tehlike analizi haritası

Tablo 5.10. Hasargörebilirliği yüksek yapılardaki nüfus dağılımı

Sınıf	Yapı Adedi	Yapı Adedi (%)	Erkek	Kadın	B65	K15	Kişi Sayısı	Kişi Sayısı (%)	Hane
16 – 50,00	1954	56,53	6527	6484	627	3020	13011	40,62	3262
51 – 78,68	1502	43,47	9344	9676	1757	3415	19020	59,38	5571
TOPLAM	3456	100	15871	16160	2384	6435	32031	100	8833

Çalışma alanı içindeki az riskli yapılarda yaşayan kişi sayısı 13011, toplam hane sayısı 3262, riski yüksek riskli yapılarda yaşayan kişi sayısı 19020, toplam hane sayısı 5571 adet olduğu tablo 5.10'dan görülmektedir.

Toplam nüfusun %59,38'lik kısmı riski yüksek yapılarda konaklamaktadır. Riskin yoğun olduğu yerler aynı zamanda yapılaşmanın da yoğun olduğu alanlardır. Müdahale ve kurtarma çalışmalarında zorluk yaşanması beklenmektedir.



Şekil 5.11. Toplam TAK değerleri % 50 üzerinde olma durumu dağılımı

Tablo 5.11. Hasargörebilirliği yüksek yapılardaki mahalle bazında riske maruz kalan nüfus dağılımı

Mahalle	Toplam Yapı Adedi	Riskli Yapı Adedi	Riskli Yapı Oranı (%)	Erkek	Kadın	B65	K15	B75	K04	Kişi Sayısı	Kişi Sayısı (%)	Hane
Atatürk	613	193	31.48	966	982	128	450	44	137	1948	6,08	504
Cumhuriyet	349	89	25.5	339	329	51	162	16	57	668	2,09	167
Merkez	373	373	100	2685	2871	627	836	225	258	5556	17,35	1745
Topçular	983	158	16.07	1343	1333	82	639	23	191	2676	8,35	668
Yalı	437	393	89.93	1640	1690	441	508	182	171	3330	10,40	1018
Yukarı	449	42	9.35	52	55	13	14	5	6	107	0,33	28
Yüzbaşılar	252	252	100	2319	2416	415	806	2	0	4735	14,78	1441
Toplam	3456	1501	-	9344	9676	1757	3415	497	820	19020	59,38	5571

Mahalle bazında riskli yapılar dağılımı incelendiğinde Merkez ve Yüzbaşılar mahallelerinde yapıların tamamı yüksek risk altında bulunmaktadır. Yalı mahallesindeki riskli yapı oranı %90 civarındadır. Bu sınırlar içindeki riski yüksek hane sayısı 4204 adettir. Toplam hane sayısının %75,46'sı riskli hane grubundadır.

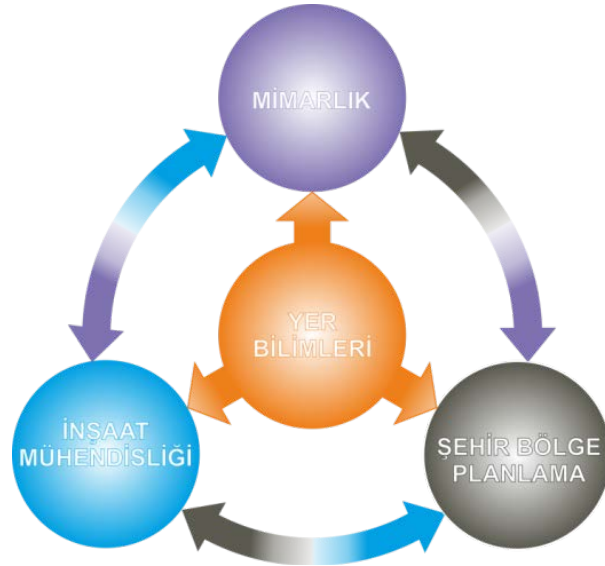
Bu üç mahallede toplam etkilenen nüfus 13621 yani toplam nüfusun %42,52'si riski yüksek mahallelerde oturmaktadır.

Kırılgan nüfus olarak değerlendirilen 65 yaşından büyük ve 15 yaşından küçük toplam 5172 kişi riski yüksek alanlarda bulunmaktadır.

Davidson, 1997'ye göre; 4 yaşından küçük ve 65 yaşından büyük kişiler kırılgan yaş aralığında bulunmaktadır. Bu tanıma göre de; 2577 kişi riski yüksek alanlarda oturmaktadır.

6. TEHLİKE ANALİZİ SONUÇLARININ AFET YÖNETİMİ UYGULAMALARI

Bir bölgenin planlama çalışmalarının ilk adımı olarak yerbilimsel raporlar hazırlanması gerekmektedir. Sonrasındaki aşamalarda yapılaşmaya açılan alan üzerinde bölgesel veya parsel bazında yerbilimleri çalışmaları yapılarak, planlama, mimarlık ve inşaat mühendisliğinin kullanması için uygun bilgiler üretilmektedir. Bu sistematik akış, yerbilimlerinin diğer kullanıcı bilim dalları için temel veri ürettiğini göstermektedir (Şekil 6.1.).



Şekil 6.1. Yapı üretimi bilgi akış şeması

Bir yapının oluşumunun tüm süreçlerinde taban bilgi, yerbilimleri tarafından üretilmektedir. Bu sebeple, afet yönetiminin tüm evreleri ve özellikle zarar azaltma çalışmalarında da temel olarak yerbilimsel veriler kullanılmalıdır. Buna bağlı olarak, üretilen veri grupları çok disiplinli bir ortamda geliştirilmeli ve değerlendirilmelidir. Tek bilim dalı tarafından üretilen veri yerine çok disiplinli olarak üretilmiş veri gruplarını kullanmak sonucun doğruluğunun garantisi olacaktır.

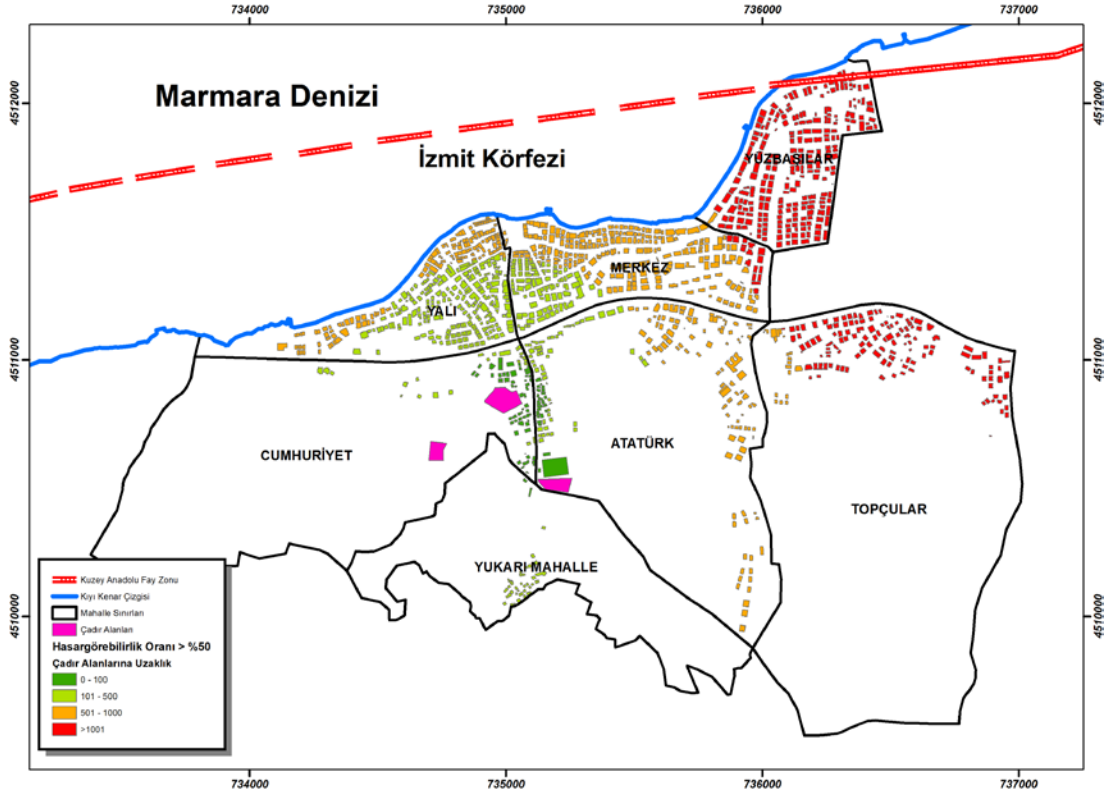
Çalışmamız, TÜBİTAK tarafından 112M421 numara ile desteklenmiş ve Ocak 2015'te tamamlanan "Kocaeli- Gölcük- Değirmendere Beldesi Kentsel Afet Risk Yönetimine Dair Tehlike Analizinin Saptanması" başlıklı 1001 projesinin bir parçasını oluşturmaktadır.

Bir bölgenin afete karşı dirençliliği, potansiyel olarak afete maruz kalan bir sistemin makul bir seviyede işlerlik ve strüktür elde edebilecek derecede yeniden adapte olabilmesi için karşı koyması veya değişmesi olarak tanımlanır (Gerçek ve diğ., 2015).

Çadır alanları, kamu yapıları (sağlık, güvenlik vb.) bir kentin afet sonrasında direncini oluşturan faktörlerdir. Riskli yapıların direnç faktörlerine olan uzaklığı ve bu faktörlerin nitelikleri, bölgede yaşayan insanların afetin etkisinden kurtulma süreçlerini etkileyecektir.

6.1. Riski Yüksek Yapıların Çadır Alanlarına Uzaklıkları

Çalışma alanı bütününde valilik tarafından belirlenmiş üç adet çadır alanı bulunmaktadır. Bu alanlardan ikisi Cumhuriyet Mahallesi'nde, biri ise Atatürk Mahallesi'nde bulunmaktadır. Çadır alanları yaklaşık olarak 150 m. yüksekliğinde konumlanmıştır.



Şekil 6.2. Hasargörebilirliği yüksek yapıların çadır alanına uzaklık dağılımı

Çalışma alanında belirlenmiş olan çadır alanlarının riskli yapılara olan uzaklıkları incelendiğinde, kırılğan nüfus başta olmak üzere tüm afetzedelerin ulaşımı için uygun olmadığı görülmektedir. İdeal ulaşım mesafeleri aşağıdaki verilmiştir.

- 0-100m. (Çocuk ve yaşlıların acil durumda kendi başlarına hareket edebilecekleri en az yürüme mesafesi)
- 101-500m. (yetişkin en az yürüme mesafesi)
- 501-1000m. (yetişkin ortalama yürüme mesafesi)
- 1001m.-üzeri (tercih edilmeyen yürüme mesafesi)

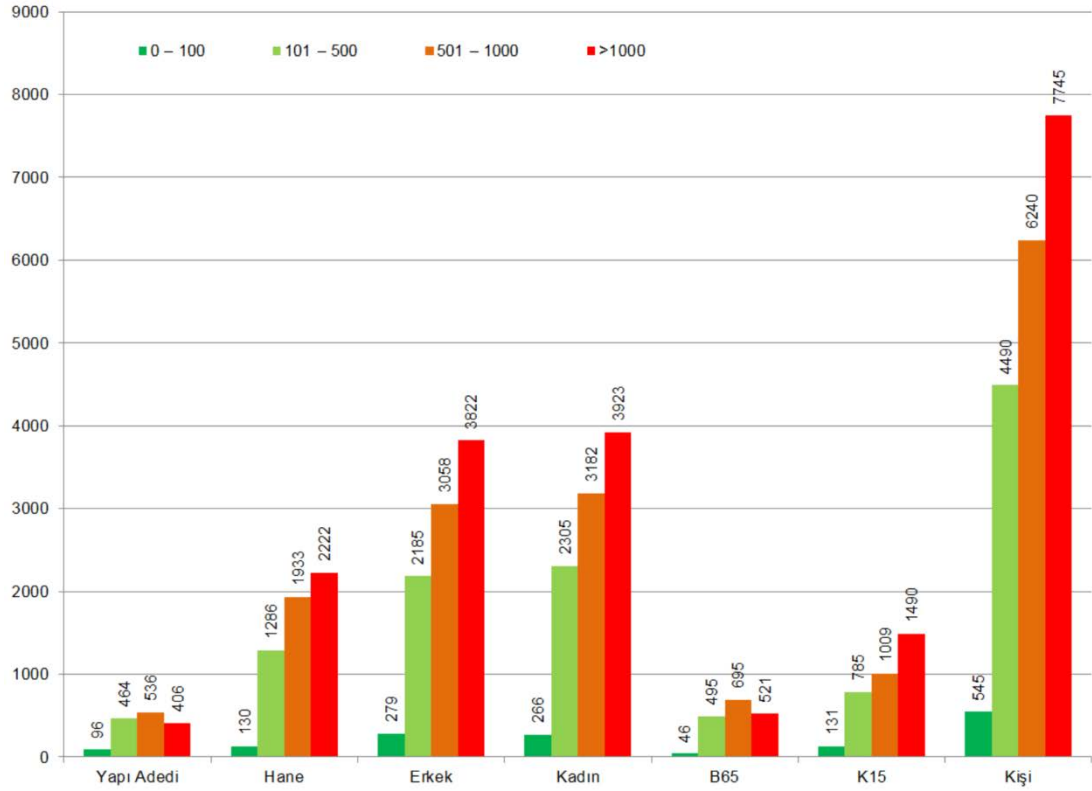
Tablo 6.1. Hasargörebilirliği yüksek yapıların çadır alanlarına uzaklıkları ve etkilenen nüfus dağılımı

Çadır Alanına Uzaklık (m)	Yapı Adedi	Erkek	Kadın	B65	K15	B75	K04	Kişi	Hane
0 – 100	96	279	266	46	131	16	46	545	130
101 – 500	464	2185	2305	495	785	168	252	4490	1286
501 – 1000	536	3058	3182	695	1009	281	314	6240	1933
>1000	406	3822	3923	521	1490	168	462	7745	2222

Çalışma alanında ilan edilen çadır alanlarının riski yüksek yapılara uzaklıkları incelendiğinde, nüfusun %74'ünün ideal yürüme mesafesinden uzak oldukları görülmektedir (Tablo 6.1.).

Kırılgan nüfus olarak tanımlanan 65 yaşından büyük ve on beş yaşından küçük bireylerin %72'si çadır alanlarına ideal yürüme mesafesinden uzak bölgelerde yaşamaktadırlar.

Alandaki hane dağılımı incelendiğinde, toplam hane sayısının %75'i yani 4155 adet hanenin de çadır alanlarına ideal yürüme mesafesinden uzak oldukları görülmektedir (Şekil 6.3.).



Şekil 6.3. Çadır alanlarına uzaklıkların, yapı, hane ve demografik dağılımları

6.2. Riski Yüksek Yapıların Kamu Yapılarına Uzaklıkları

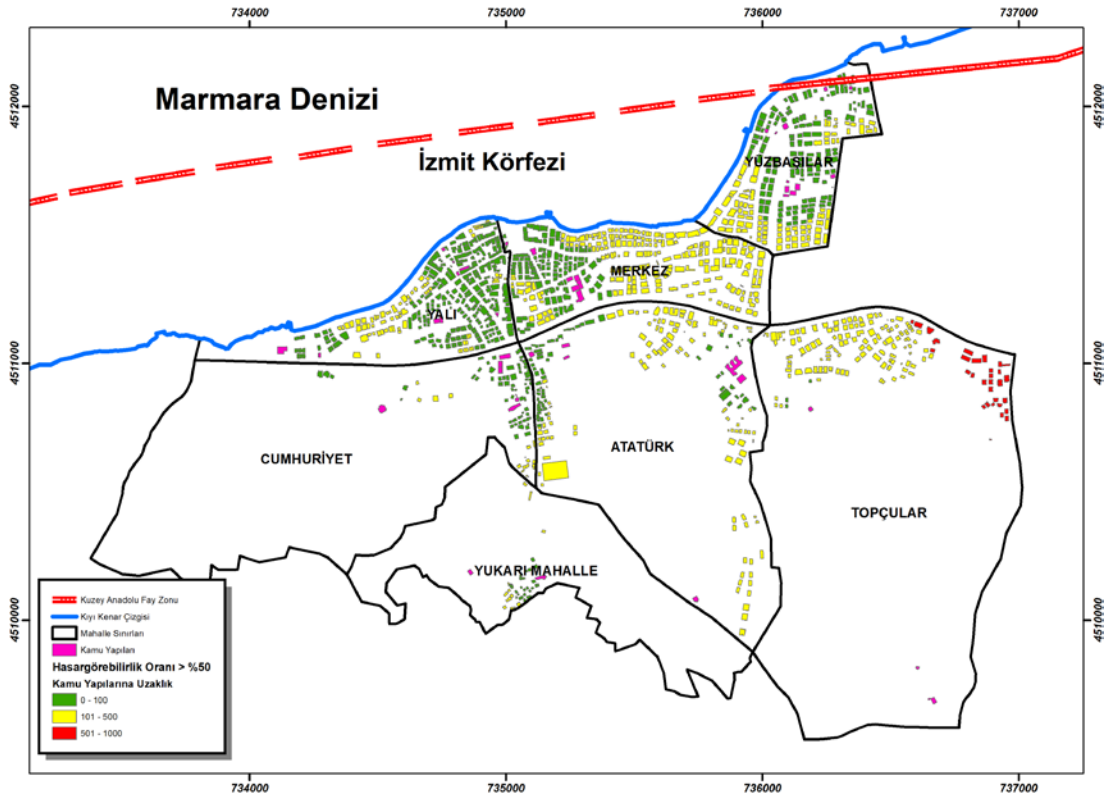
Riskli yapıların kamu binalarına olan uzaklıkları, bunların fonksiyonları, afet sonrası ilk müdahale ve acil barınma tesislerine dönüşebilme potansiyelleri değerlendirilmelidir. Çalışma alanında 46 adet kamu yapısı bulunmaktadır.

Tablo 6.2. Kamu yapılarının nitelikleri

Kamu Yapısının Niteliği	Adet	Kat Adedi
Belediye	1	2
Karakol	1	3
Anaokulu	5	1-4
İlkokul	17	1-5
Ortaokul	2	1-5
Lise	2	1-2
Yüksekokul ya da Üniversite	1	3
Sağlık Ocağı ya da Halk Sağlığı Merkezi	3	3
Cami	10	1-5
Düğün salonu	2	1
Halk Eğitim Merkezi,	1	1
Müze	1	2

Kamu yapılarının nitelikleri incelendiğinde hepsinin deprem sonrasında acil barınmayı karşılayacak veya dönüştürülebilir nitelikte oldukları görülmektedir. Ancak, bu yapılarının tehlike analizi sonuçları incelendiğinde hepsinin risk oranlarının % 50'nin üzerinde olduğu görülmektedir.

Bu yapıların 27 adedi eğitim kurumudur. Depremin hafta içi ve gündüz olma durumu düşünüldüğünde ortaya müdahalesi ve kontrolü güç durumlar çıkacaktır. Afet sonrasında acil barınma veya ihtiyaç depolama birimi olarak kullanılmaları düşünüüyorsa, bu yapıların tamamının depreme dayanıklılıklarının incelenmesi ve gerekiyorsa iyileştirme veya yeniden yapılması gerekmektedir.



Şekil 6.4. Hasargörebilirliği yüksek yapıların kamu yapılarına uzaklık dağılımı

Tablo 6.3. Hasargörebilirliği yüksek yapıların kamu yapılarına uzaklıkları ve etkilenen nüfus dağılımı

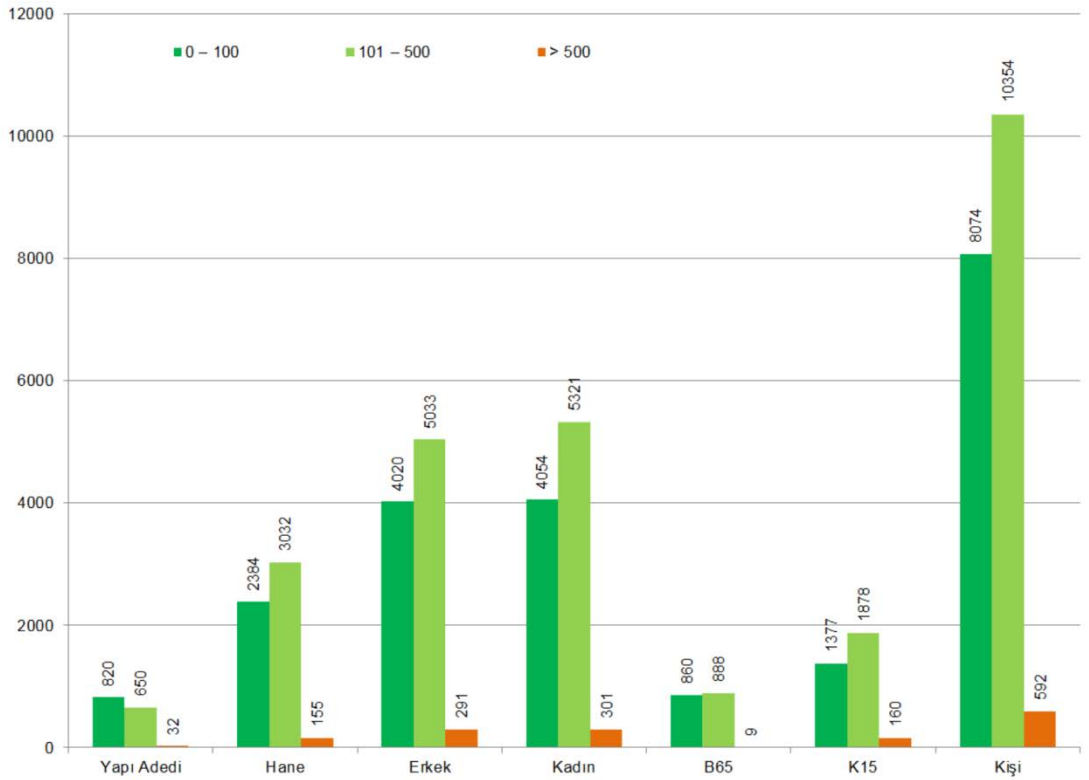
Kamu Yapılarına Uzaklık (m)	Yapı Adedi	Erkek	Kadın	B65	K15	B75	K04	Kişi	Hane
0 – 100	820	4020	4054	860	1377	323	453	8074	2384
101 – 500	650	5033	5321	888	1878	308	563	10354	3032
> 500	32	291	301	9	160	2	58	592	155

Çalışma alanındaki kamu yapılarının riski %50'den yüksek yapılara uzaklıkları incelendiğinde, nüfusun %96,9'unun ideal yürüme mesafesinde oldukları görülmektedir (Tablo 6.3.).

Kırılgan nüfus olarak tanımlanan 65 yaşından büyük ve on beş yaşından küçük bireylerin %96,7'si kamu yapılarına ideal yürüme mesafesinde yaşamaktadırlar.

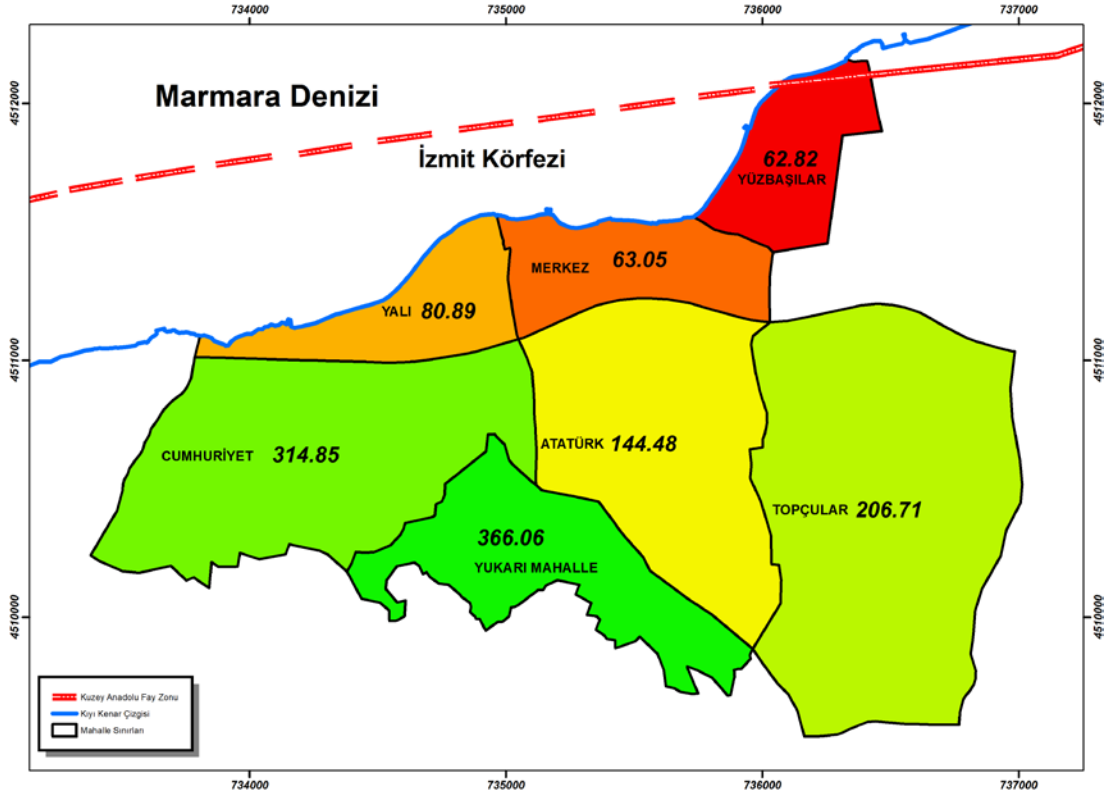
Alandaki hane dağılımı incelendiğinde, toplam hane sayısının %97,2'si yani 5416 adet hanenin de kamu yapılarına ideal yürüme mesafesinde oldukları görülmektedir (Şekil 6.3.).

Kamu yapılarının nitelik ve uzaklık analizleri yapıldığında alan için iyi sonuçlar olduğu görülmektedir (Şekil 6.5). Ancak bu kamu yapılarının risklerinin %50'nin üzerinde oldukları unutulmamalıdır.

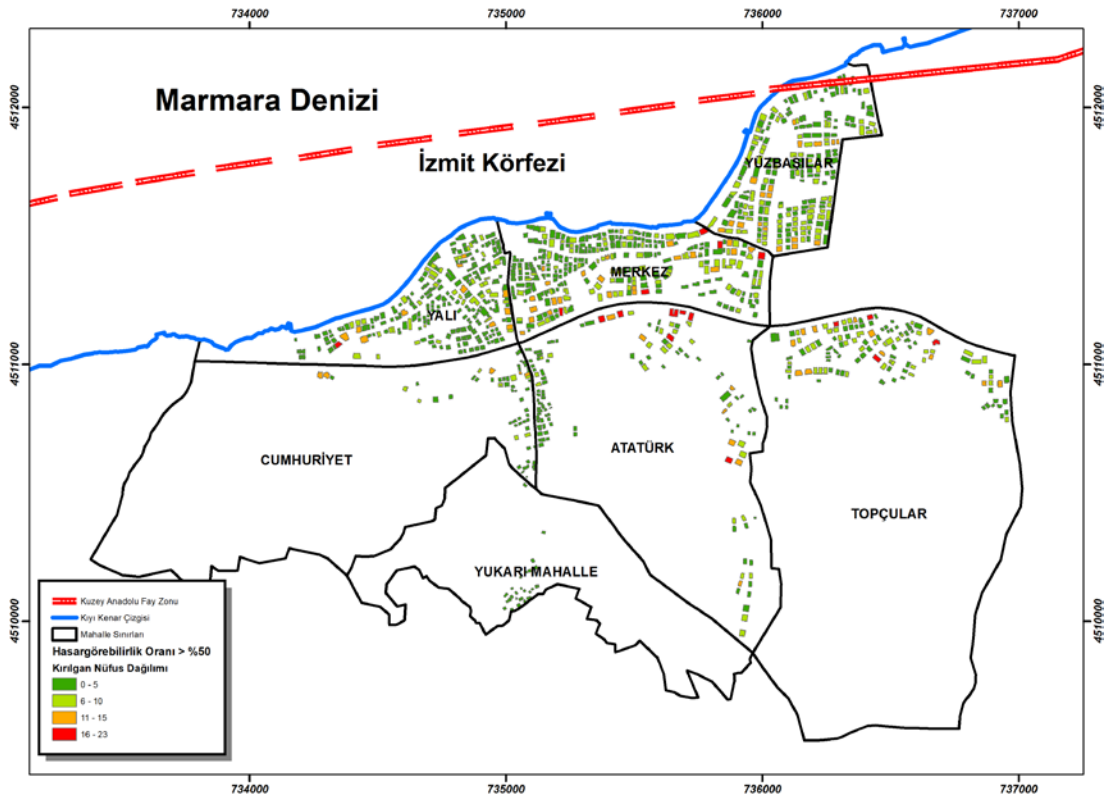


Şekil 6.5. Kamu yapılarına uzaklıkların, yapı, hane ve demografik dağılımları

6.3. Hasargörebilirliği Yüksek Yapılar, Kırılğan Nüfus ve Alan Dağılımları



Şekil 6.6. Mahalle bazında kişi başına düşen birim alan dağılımı (Alan (m²) / Nüfus)



Şekil 6.7. Hasargörebilirliği yüksek yapıların toplam kırılğan nüfus dağılımı

Çalışma alanında bulunan tehlike analizi sonucu riski %50'den büyük 1502 yapı incelendiğinde, 1068 adet yapıda kırılğan nüfus olarak tanımlanan 65 yaşından büyük ve 15 yaşından küçük bireylerin buldukları görülmektedir (Şekil 6.7).

Tablo 6.4. Mahalle bazında kişi başına düşen birim alan

Mahalle	Alan (m ²)	Yapı Adedi	Yapı /Alan (m ²)	Nüfus	Hane	Hane / Alan (m ²)	Nüfus / Alan (m ²)
Atatürk	883.482,85	613	1.441,24	6.115	1515	583,16	144,48
Cumhuriyet	1.055.055,70	349	3.023,08	3.351	898	1174,89	314,85
Merkez	350.302,63	373	939,15	5.556	1745	200,75	63,05
Topçular	1.422.772,40	983	1.447,38	6.883	1715	829,60	206,71
Yalı	313.036,14	437	716,33	3.870	1190	263,06	80,89
Yukarı	556.782,03	449	1.240,05	1.521	359	1551,92	366,06
Yüzbaşılar	297.457,53	252	1.180,39	4.735	1441	206,42	62,82
TOPLAM	4.878.889,28	3.456	9.988,00	32.031	8863	4.808,81	1.238,86

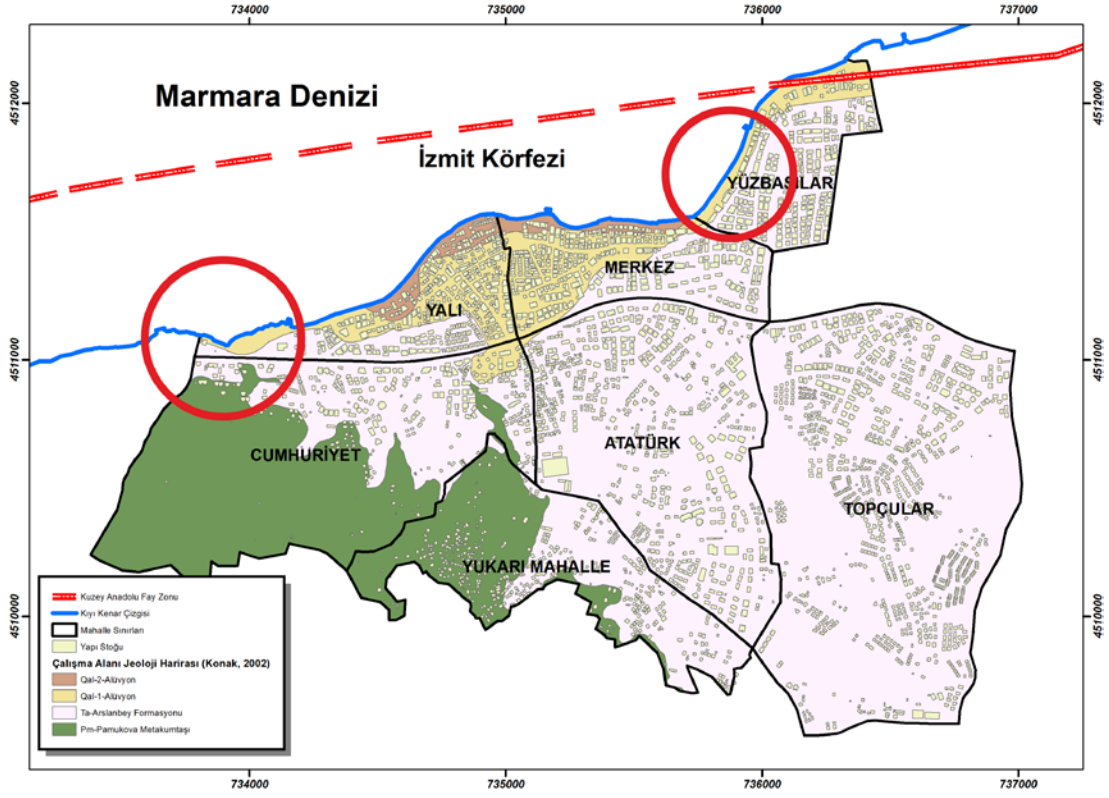
Tehlike analizi sonuçlarında en riskli mahalleler olan Merkez, Yalı ve Yüzbaşılar Mahallelerinin aynı zamanda kişi başına düşen alan sınıflamasında da risk barındırdığı görülmektedir. Bina/Alan ve Hane/Alan ölçütlerine bakıldığında da yakın oranlar görülmektedir (Tablo 6.4.). Bu ölçütler mahalledeki yapı, hane ve yaşam yoğunluğunu göstermektedir. Her üç ölçütte de Merkez, Yalı ve Yüzbaşılar Mahalleleri riskli olarak görülmektedir

Yapı ve Nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu görülen Merkez, Yalı ve Yüzbaşılar Mahallelerinde, deprem sonrası ilk müdahale ve kurtarma çalışmalarında zorluklar yaşanacaktır. Bu bölgedeki yapı ve nüfus yoğunluklarının azaltılmasına yönelik çalışmalar yapılmalıdır.

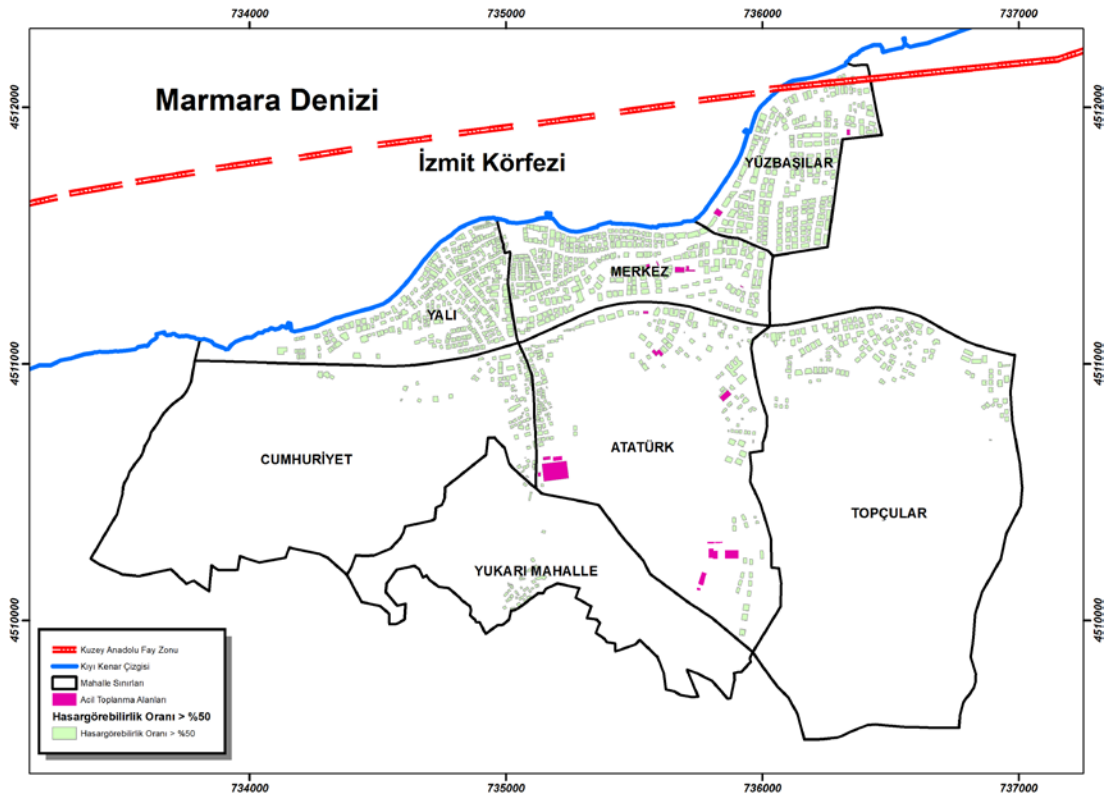
6.4. Müdahale ve Toplanma Alanları

Çalışma alanı olan Değirmendere'de 17 Ağustos 1999 depremi sonrasında denizden müdahale için uygun limanı olmadığından kara yolu ile gelen desteğe bağlı kalmıştır. Bölgede uygun alanlarda yapılacak olan limanlar ile bölgenin depreme karşı direncinin artırılması gereklidir.

Bu limanların zemin olarak uygun alanlara yapılması önemlidir. Bölgenin jeolojik özellikleri incelendiğinde Yalı ve Yüzbaşılar Mahalleleri'nde Arslanbey Formasyonu olarak bilinen "Ta" birimine yakın bölgelerin liman için uygun olduğu görülmektedir (Şekil 6.8).



Şekil 6.8. Denizden müdahale için önerilen liman alanları



Şekil 6.9. Hasargörebilirliği yüksek yapılar ve acil toplanma alanı dağılımı

Bölgede acil toplanma alanı olarak değerlendirilebilecek nitelikte olan 21 adet spor alanı ve parkın olduğu görülmektedir (Şekil 6.9). Acil toplanma alanı olarak değerlendirilebilecek nitelikteki bölgelerin mahalle bazında dağılımları da eksikliği göstermektedir (Tablo 6.5).

Çalışma alanının depreme direncinin artırılabilmesi için nitelikli ve ulaşılabilir uzaklıklarda park veya yeşil alanlar planlanmalıdır.

Tablo 6.5. Acil toplanma alanlarının mahalle bazında dağılımı

Mahalle	Spor-Park Alanı Adet	Spor-Park Alanı (m ²)
Atatürk	14	13.546,79
Cumhuriyet	0	0
Merkez	5	1.401,07
Topçular	0	0
Yalı	0	0
Yukarı	0	0
Yüzbaşılar	2	905,72
TOPLAM	21	15.853,58

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yaşadığımız bölge doğal afetler ve özellikle de deprem riski altındadır. Bu riskten kaynaklanacak zararları kontrol edebilmek için öncelikle riski ve riski oluşturan sebepleri bilmek gerekir. Çalışmamızda Değirmendere bölgesi için deprem tehlike analizi yapılarak bu risk değerleri yapı özelinde belirlenmiş ve bu yapılardaki etkilenecek nüfus ve nüfusun özellikleri ortaya konmuştur.

Günümüzde üretilen sistematik veri göz önüne alınırsa; afet yönetimi ve özellikle zarar azaltma çalışmalarında sadece yapıya veya alana ait bilgilerin değerlendirilerek sonuca gidilmesi yeterli değildir. Afet ve zarar azaltmada esas korumamız gereken insan olduğuna göre ortaya çıkan riski ve sonuçlarını etkilenecek nüfus ile değerlendirmek gerekir.

Çalışma alanında bulunan 3456 adet yapının yerbilimleri verileri ile tehlike analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre 1502 adet yapı yüksek riskli olarak belirlenmiştir. Değirmendere'nin toplam nüfusunun %58,10'u, ayrıca; kırılğan nüfus kapsamında olan 5172 kişi yine bu yüksek riskli yapılarda yaşamaktadır.

Ortaya çıkan bu tablo, yüksek riskli yapılar ve bu yapılarda yaşayan insanlar ile ilgili acil önlemler alınmasını gerektirmektedir. Bu çalışma sonucunda aşağıdaki önlemler ortaya konmuştur.

Yapılan analizler, elde edilen harita ve grafikler sonucunda;

- Bölgede bulunan en riskli jeolojik birim olan Qal-2 üzerinde bulunan 135 adet yapı, ayrıntılı ve çok disiplinli çalışma ile incelenmeli,
- Ta formasyonuna yakın sahil kesimlerinde (Yüzbaşılar Mahallesi'nin batısı ve Yalı Mahallesi'nin batısı) denizden müdahale için liman yapılmalı (Şekil 6.8),
- Yeraltı su seviyesi (YAS) incelendiğinde, seviyenin yüksek olduğu kısımlarda sıvılaşmadan kaçınmak için, bu bölgelerin yapı-yaşam yoğunlukları da değerlendirilerek yeni yapılaşmaya izin verilmemeli, rekreasyon alanı olarak tanımlanmalı ve yapı yoğunluğu azaltılmalı,
- $V_{s(30)}$ hız dağılımı incelendiğinde riski çok yüksek zemin gurubun içerisinde Yalı Mahallesi'nin doğusu ve Merkez Mahallesi'nin batısı bulunmaktadır. Bu alan aynı

zamanda 17 Ağustos depreminde heyelan sonucu denize doğru kayan bölgenin güneyinde yer almaktadır. Sonraki deprem için bu alandaki yapılaşma azaltılmalıdır,

- Faya yakın bölgelerde (0-250 m.) özellikle Merkez ve Yüzbaşılar Mahalleleri'nde, bu bölgelerin yapı-yaşam yoğunlukları da değerlendirilerek yeni yapılaşmaya izin verilmemeli ve var olan yapılaşma yoğunluğu azaltılmalıdır,
- Binanın faya göre asal eksen doğrultu dağılımları incelendiğinde, yanal yük dağılımını azaltabilmek için uzun kenarı faya paralel olan yapılaşma tercih edilmelidir. Ancak ülkemizdeki yapı üretimi ve yönetmelikler parsel geometrisi üzerinden yapıldığı için esas dikkat edilmesi gereken konu parsel geometrisinin faya paralel seçilmesidir. Doğrultu atımlı faylanma gösteren bölgelerde özellikle faya yakın alanlarda, faya paralel parseller üretilmelidir.
- Yapılacak olan imar planlarında, bölgede doğrultu atımlı faylanma varsa yönü belirtilmeli ve buna uygun yapılaşma önerilmelidir,
- Doğrultu atımlı faylanma gösteren bölgelerde, deprem sırasında çarpışma etkisi olmaması için özellikle faya paralel bitişik nizam yapılanma yapılmamalıdır,
- Eğim dağılımı incelendiğinde eğimi yüksek alanlarda yapılaşmaya koşullu olarak izin verilmeli, mevcut yapılar incelenmelidir,
- Yapı-yaşam yoğunlukları yüksek olan mahalleler değerlendirilerek yapı yoğunluğu azaltılmalı ve nitelikli acil toplanma alanları oluşturulmalıdır (Şekil 6.6),
- Toplam tehlike analizi sonuçlarına bakıldığında hem riski azaltmak hem de afet sonrası müdahaleyi kolaylaştırmak için; Yüzbaşılar, Merkez ve Yalı mahallelerinde yapı yoğunluğu azaltılmalıdır,
- Çadır alanlarının riskli yapılara uzaklıkları yönünden incelendiğinde, mevcut alanların kullanıma uygun olmadığı görülmektedir. Riski yüksek olduğu bölgelerde yapılaşma azaltılabilirse, boşalan alanlar için yeni çadır alanı tanımlamaları yapılabilir,
- Kamu yapılarının riskli binalar ile uzaklığı incelendiğinde (Şekil 6.4-6.5 ve Tablo 6.2); çadır alanları yerine mevcut kamu yapıları acil barınma ve tedarik merkezleri olarak kullanılması daha uygun olduğu görülmektedir. Ancak mevcut kamu yapılarının tamamı yüksek riskli olarak görülmektedir. Bu nedenle acil barınma ve tedarik merkezine dönüşümü sağlanabilecek olan kamu yapıları risk durumuna göre ayrıntılı ve çok disiplinli çalışma ile incelenmeli, mümkün olduğunca risk azaltılmalıdır,

- Riski yüksek olan yapılar ve çevresindeki demografik yapı incelenerek afet sonrasında ihtiyaç duyulacak olan malzeme bu alanlara dağıtımı ve depolanması sağlanabilir. Bu amaçla yine en uygun alanlar kamu yapıları olarak görülmektedir,
- Alan içindeki büyük market ve AVM'ler acil ihtiyaç sağlanacak olan yerler olarak müdahale ve koruma altına alınmalıdır,
- Çalışma alanında 21 adet park ve spor alanı bulunmaktadır (Şekil 6.9). Bu alanlar kamu yapılarıyla birlikte acil toplanma alanı olarak tanımlanmalı,
- Deprem sonrasında karışıklığın önlenmesi ve yardımların ihtiyaca göre dağıtılabilmesi için acil toplanma alanlarından acil barınma alanlarına geçiş yapılırken kişi özelliklerinin kayıt yapılması önerilmektedir,
- Çalışma alanında 3 adet sağlık hizmeti binası bulunmaktadır. Ancak bu yapılarda yüksek riskli yapı grubunda bulunmaktadır. Bu yapıların depreme karşı dayanıklılığı ayrıntılı olarak incelenmeli, gerekiyorsa iyileştirilmeli veya tekrar inşaa edilmelidir, bölgenin depreme karşı direncinin artırılması için alandaki dağılımlarına dikkat ederek sayıları artırılmalıdır,
- Çalışma alanında 13 adet riski yüksek kullanımlı yapı bulunmaktadır (rafineri, benzin istasyonu vb). Bunların 5 adedi yüksek riskli yapılar içinde yer almaktadır. Bu yapıların, depreme karşı dayanıklılığı, çok disiplinli çalışmalar ile ayrıntılı olarak incelenmeli, gerekiyorsa iyileştirilmeli veya tekrar inşaa edilmelidir.
- Yapıların hasargörebilirlik değerleri altyapı donanımını da kapsamaktadır. Doğalgaz, elektrik gibi ikincil tehlike (yangın) yaratacak altyapı tesisatları da yapıya ve afetten kurtulan kişilere zarar verme potansiyeli bulunmaktadır.

Sonuç olarak:

Çalışma kapsamında yapılan tehlike analizleri sonucunda riski yüksek olarak tanımlanan yapılar, ayrıntılı ve çok disiplinli (Mimarlık, Şehir Bölge Planlama, İnşaat Mühendisliği vb.) çalışmalar ile değerlendirilmelidir.

Bu değerlendirmeler sonucunda risk değerleri yüksek olarak tespit edilen yapılar kentsel dönüşüm kapsamında değerlendirilmelidir.

Bu aşamada; ada bazında risk durumu da değerlendirmeye alınmalıdır. Ada bazında da riskli yapı oranı yüksek ise ada bazında kentsel dönüşüm çalışması yapılması önerilmektedir.

Afet riskinin azaltılması, sonrasında müdahale ve destek çalışmalarının başarılı bir şekilde yapılması isteniyorsa ada bazında dönüşüm kaçınılmazdır.

Çalışma alanındaki afet sırasında ihtiyaç duyulacak alan ve yapılar tartışılmaz derecede eksiktir. Bu eksiklikler ada bazında yapılacak olan kentsel dönüşüm çalışmaları ile tamamlanabilir veya ihtiyaca yakın hale getirilebilir.

Riski yüksek alandaki yapı ve nüfus yoğunluğu cazip önlemler ile yoğunluğu az olan ve zemin riski olmayan alanlara aktarılmalıdır. Bu değişim sırasında nakil edilen nüfus oranında ihtiyaç duyulan toplanma, acil barınma alanları oluşturulmalıdır.

Afetten etkilenecek olan yapı stoğu ve kişi sayısı çalışma kapsamında belirlenmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda afet sonrasında kriz masalarının yoğunluğu afet öncesinden tespit edilebilir ve yönetilebilir düzeydedir.

Afet sonrasında bölgede yaşanacak eksiklikler hesaplanabilir ve ihtiyaç duyulan malzemeler belirlenebilir.

Hasargörebilirlikleri bilinen yapılara yönelik müdahale ve kurtarma çalışmaları için; afet öncesinde arama kurtarma ekipleriyle bilgi paylaşımı yapılabilir. Afet sonrasında kurtarma çalışmaları da önceliği yüksek olan yapılardan başlama ve daha az can kaybı ile afetin felakete dönüşmesi engellenebilir.

KAYNAKLAR

AB Zemin ve Yapı Analizleri Ltd. Şti., Gölcük Belediyesi Gelişim Alanları (G23C01C3A, G23C01C3C, G23C01C3D, G23C01C4B) İlave İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu, *AB Zemin ve Yapı Analizleri Ltd. Şti.*, 2009.

ABM Müh. Ltd. Şti., Kocaeli İli Gölcük Belediyesi Değirmendere Mahallesi G23C01D2C Pafta 1296 Parseldeki Hüseyin Levent'e Ait Sahanın Revize İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu, *ABM Müh. Ltd. Şti.*, 2010.

ABM Müh. Ltd. Şti., Kocaeli İli Gölcük Belediyesi Değirmendere Mahallesi G23C01C1D Pafta 5603 Parseldeki İbrahim Türkmenoğlu'na Ait Sahanın Revize İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu, *ABM Müh. Ltd. Şti.*, 2010.

ABM Müh. Ltd. Şti., Kocaeli İli Gölcük Belediyesi Değirmendere Mahallesi G23C01C2A Pafta 4257 Parseldeki Mehmet Şen'e Ait Sahanın Revize İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu, *ABM Müh. Ltd. Şti.*, 2010.

ABM Müh. Ltd. Şti., Kocaeli İli Gölcük Belediyesi Örcün Mevkii Abdurrahman Kesgin ve Nurettin Olhan Sahası, 1/1000 Ölçekli İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu, *ABM Müh. Ltd. Şti.*, 2012.

ABM Müh. Ltd. Şti., Kocaeli İli Gölcük Belediyesi Değirmendere Mahallesi G23C01D2C Pafta 1296 Parseldeki Hüseyin Levent'e Ait Sahanın Revize İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu, *ABM Müh. Ltd. Şti.*, 2010.

ABM Müh. Ltd. Şti., Kocaeli İli Gölcük İlçesi Değirmendere Belediyesi Seyhun Karademir ve Hiss.'na Ait G23C01C1A Pafta 5755 Parselde Bulunan Arsanın Jeoteknik Zemin Etüt Raporu, *ABM Müh. Ltd. Şti.*, 2001.

ABM Müh. Ltd. Şti., Kocaeli İli Gölcük İlçesi Gölcük Belediyesi Örcün Mevkii Yakup Olhan ve Hiss.'na Ait G23C02D4A, G23C02D1D Paftaları 475 Ada 5 Parselde Bulunan Arsanın 1/1000 Ölçekli Revize İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu, *ABM Müh. Ltd. Şti.*, 2012.

ABM Müh. Ltd. Şti., *Kocaeli İli Gölcük İlçesi Değirmendere Belediyesi Seyhun Karademir ve Hiss.'na Ait G23C01C1A Pafta 5755 Parselde Bulunan Arsanın Jeoteknik Zemin Etüt Raporu*, 2001.

ABM Müh. Ltd. Şti., Kocaeli İli Gölcük İlçesi Gölcük Belediyesi Değirmendere Mevkii G23C01C2D, G23C01C1C, G23C01C2C, G23C01C3A, G23C01C4B Paftaları Revize İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu, *ABM Müh. Ltd. Şti.*, 2011.

Acerer S., Afet Konutları Sorunu ve Deprem Örneğinde İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1999, 100598.

AFAD, *Açıklamalı Afet Yönetimi Terimleri Sözlüğü*, AFAD, Ankara, 2014.

Agi, *GIS Dictionary*, Association for Geographical Information Standarts Committee Publication, London, 1991.

Akartuna M., Armutlu Yarımadasının Jeolojisi, *İstanbul Üniversitesi Fen Fak. Mono.*, 1968, **20**, 120.

Akbulak C., Analitik hiyerarşi süreci ve coğrafi bilgi sistemleri ile Yukarı Kara Menderes Havzası'nın arazi kullanımı uygunluk analizi, *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 2010, **7(2)**, 557-576.

Akgün M., Ergün M., İzmit Körfezinin Yapısı ve Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ile ilişkisi, *Jeofizik*, 1965, **9(10)**, 65-69.

Akın M., Kuzey Anadolu Fay Zonu Doğu Segmentinde Yer Alan Erbaa (Tokat)'ın Sismik Mikrobölgelemesi, Doktora Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2009, 255329.

Aksaraylı M., Coğrafi Bilgi Sistemi Tabanlı Acil Afet Yönetim Sistemi: İzmir İli Uygulaması, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 2005, 162266.

Akyel R., Afet Yönetim Sistemi: Türk Afet Yönetiminde Karşılaşılan Sorunların Tespit ve Çözümüne İlişkin Bir Araştırma, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana, 2007, 206688.

Al-Harbi K. M., Application of the AHP in Project Management, *International Journal of Project Management*, 2001, **19(1)**, 19-27.

Arca D., Afet Yönetiminde Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama, *Karaelmas Science and Engineering Journal*, **2(53-61)**, 2012.

ARSM Jeoteknik Müh. Ltd. Şti, Kocaeli İli Değirmendere İlçesi G23C01C1C Nolu pafta, 215 Ada 2 Nolu Parsele Ait İmar Planı Revizyonuna Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu, *ARSM Jeoteknik Müh. Ltd. Şti*, 2011.

ARSM Jeoteknik Müh. Ltd. Şti, Kocaeli İli Değirmendere İlçesi G23C01D2C Nolu pafta, 4900 Nolu Parsele Ait İmar Planı Revizyonuna Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu, *ARSM Jeoteknik Müh. Ltd. Şti*, 2011.

Aşıkoğlu Şahin G., Kentsel Afet Risklerine Yönelik Zarar Azaltma Stratejilerinin Geliştirilmesi, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2009, 276483.

Avdan U., Yerel Sismik Ağ ve Mikrobölgeleme Verilerine Dayalı Afet Bilgi Sistemi İçin Bir Veri Tabanı Analiz ve Tasarımı-Eskişehir Örneği, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2011, 297024.

Balamir M., Afet Politikalarında Yükselen Paradigma: Sakınım, *Cumhuriyet Bilim Teknik*, 2006, **20(996)**, 18-19.

Balamir M., Afet Politikası ve Planlama, *TMMOB Afet Sempozyumu*, Ankara, Türkiye, 05-07 Aralık 2007.

Balyemez S., Kentsel Mekanın, Deprem Risklerinin Azaltılmasına Yönelik Yeniden Organizasyonu ve Bir Toplumsal Katılım Süreci, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2010, 293698.

Barbarosoğlu G., Özkısacık K., Türçak H., Risk ve Afet Yönetimi, İstanbul için Deprem Master Planı, İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İstanbul, 2003, 1148-1288.

Bargu S., Yüksel, A., İzmit Körfezi Kuvaterner deniz dibi çökellerinin stratigrafik ve yapısal özellikleri ile kalınlıklarının dağılımı, *TJK Bült.*, 1993, **8**, 169-187.

Barka A. A., The North Anatolian Fault Zone. *Annales Tectonicae*, 1992, **6**, 164-195.

Barka A., Akyüz S. H., Altunel E., Sunal G., Çakır Z., Dikbaş A., Yerli B., Armijo B., Meyer B., Chabaliier J. B., Rockwell T., Dolan J., Hartleb R., Dawson T., Christofferson S., Tucker A., Fumal T., Langridge R., Stenner H., Lettis W., Bachhuber J., Page W., The surface rupture and slip distribution of the 17 August 1999 Izmit earthquake M=7.4, North Anatolian Fault, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 2002, **92**(1), 43-60.

Barka A., Kadinsky Cade K., Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity, *Tectonics*, 1988, **7**(3), 663-684.

Belirti Müh.-Dan. A.Ş., Gölcük Belediyesi Kuzey Gölcük Alanının İmara Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu, *Belirti Müh.-Dan. A.Ş.*, 2000.

Belirti Müh.-Dan. A.Ş., Halıdere Belediyesi 138 Hektarlık Alanının İmara Esas Jeolojik-Jeofizik-Jeoteknik Etüt Raporu, *Belirti Müh.-Dan. A.Ş.*, 2000.

Bener A. B., Afette Bilgi Teknolojileri ve Kullanımı, *Genel Afet Yönetimi Temel İlkeleri*, İsmat Matbaacılık, Ankara, 125-129, 2005.

Bernhardsen T., *Geographic Information Systems*, Third Edition, Wiley, Norway, 2001.

Boughton G., The Community: Central to Emergency Risk Management, *Australian Journal of Emergency Management*, 1998, **13**(2).

Burrough P. A., *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*, 2nd. ed., Oxford University Press, Oxford, 1998.

Bülent Kiper Jeoteknik Müh. Ltd. Şti., Değirmendere (Kocaeli) Yerleşim Amaçlı Temel Sondajları ve Jeolojik-Jeoteknik- İnceleme Raporu, *Bülent Kiper Jeoteknik Müh. Ltd. Şti.*, 2000.

Bülent Kiper Jeoteknik Müh. Ltd. Şti., Değirmendere (Kocaeli) İmar Adaları Ayrıntılı Jeolojik Jeoteknik Etüt Raporu, *Bülent Kiper Jeoteknik Müh. Ltd. Şti.*, 2002.

Can E., Entegre Afet Yönetim Sistemi ve İlkeleri, *Afet Yönetiminin Temel İlkeleri*, İsmat Matbaacılık, Ankara, 1-8, 2005.

Carter W. N., *Disaster Management-A Disaster Manager's Handbook*, Asian Development Bank, Philippines, 1992.

Dale P. F., McLaughlin J., *Land Information Management*, Clarendon Press, Oxford, 1988.

Davidson R., A Multidisciplinary Urban Earthquake Disaster Risk Index, *Earthquake Spectra*, 1997, **13**(2), 211-223.

Elmas A., Gurer A, A comparison of the geological and geoelectrical structures in the Eastern Marmara region (NW Turkey), *Journal of Asian Earth Sciences*, 2004, **23**(2), 153-162.

Ergünay O., *Afet Yönetimi ve Yerel Yönetimler*, Türk Belediyeler Derneği ve Konrad Adenauer Vakfı Ortak Yayını, Ankara, 2002.

Ergünay O., *Afet Yönetimi: Genel İlkeler, Tanımlar, Kavramlar*, https://www.academia.edu/1983074/Afet_Yönetimi_Nedir (Ziyaret Tarihi 15 Nisan 2014).

Erkan E. A., *Afet Yönetiminde Risk Azaltma ve Türkiye’de Yaşanan Sorunlar*, Devlet Planlama Teşkilatı Yayınları, Ankara, 2010.

ESRI, *Getting Started with ARC/INFO*, Redlands California, ABD, 1994.

FEMA, *Planning for Seismic Rehabilitation: Societal Issues*, Federal Emergency Management Agency, Washington, 1998.

Forman E., Peniwati K., Aggregating Individual Judgments and Priorities with the Analytic Hierarchy Process, *European Journal Of Operational Research*, 1998, **108**, 165-169.

Genç Ş. C., İşseven T., Keskin M., Tüysüz O., Armutlu Yarımadası (KB Anadolu) Eosen magmatik kayalarının petrolojik evrimi ve paleomagnetizma özelliklerinin araştırılması, *TÜBİTAK*, 102Y032, 2004.

Gerçek D., Güven İ. T., Sanğu E., Kentlerin Afete Dirençliliğinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Mekansal Analizi: İzmit Kenti örneği, *5. Uluslararası Deprem Sempozyumu Kocaeli 2015*, Kocaeli, Türkiye, 10-12 Haziran 2015.

Gerdan S., Kocaeli Üniversitesi Afet ve Acil Durum Yönetim Sistemi Modeli, Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 2010, 275767.

Göktaşan E., Alpar B., Gazioğlu C., Yücel Z. Y., Tok B., Doğan E., Active tectonics of the İzmit Gulf (NE Marmara Sea) from high resolution seismic and multi-beam bathymetry data, *Marine Geology*, 2001, **175**, 271-294.

Gökçe O., Özden Ş., Demir A., *Türkiye’de Afetlerin Mekansal ve İstatistiksel Dağılımı Afet Bilgi Envanteri*, AFAD Yayınları, Ankara, 2008.

Gökçe O., Tüfekçi M. K., Gürboğa Ş., *Yüzey Faylanması Tehlikesinin Değerlendirilmesi ve Fay Sakınım Bantlarının Oluşturulması*, AFAD Yayınları, Ankara, 2014.

Göncüoğlu M. C., Erendil M., Tekeli O., Ürgün B.M., Aksay A., Kuşçu İ., Armutlu Yarımadasının Doğu Kesiminin Jeolojisi, *MTA*, 1986.

Güler H. H., Zarar Azaltmanın Temel İlkeleri, *Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri*, İsmat Matbaacılık, Ankara, 35-51, 2008.

Gündüz İ., Türkiye’de Afet Yönetimi Uygulaması ve Yeni Bir Model Önerisi, Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2008, 231200.

Gürbüz A., Gürer, Ö.F., Middle Pleistocene extinction process of pull-apart basins along the North Anatolian Fault Zone, *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 2009, **173**, 177-180,

Gürsu Sismik Zemin Müh. Ltd. Şti., Kocaeli İli Gölcük İlçesi Gölcük Belediyesi (19.K.III) G23C01C3B Pafta 359 Ada 46-47 Parseller İçin Hazırlanan İmar Planı Revizyonuna Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu, *Gürsu Sismik Zemin Müh. Ltd. Şti.*, 2011.

İnce G. Ç., Sismik Bölgeleme ve İstanbul’un Deprem Zararlarının Tahmini, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2005, 199006.

JICA, Türkiye’de Doğal Afetler Konulu Ülke Strateji Raporu, *Japonya Uluslararası İşbirliği Ajansı*, Ankara, 2004.

Kadioğlu M., Modern, Bütünleşik Afet Yönetiminin Temel İlkeleri, *Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri*, İsmat Matbaacılık, Ankara, 1-34, 2008.

Kanai K., Tanaka T., On Microtremors VIII, *Bulletin of Earthquake Res. Inst.*, 1961, **39**, 97-114.

Karaman H., Sonuç Bazlı Risk Yönetimi ve Deprem Kayıp Tahmini Analizi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2008, 252166.

Karaman H., Erden T., Net Earthquake Hazard and Elements at risk (NEaR) Map Creation for City of Istanbul via Spatial Multi-criteria Decision Analysis, *Natural Hazards*, 2014, **73**(2), 1-25.

Kasahara K., *Earthquake Mechanics*, Cambridge University Press, New York, 1981.

Kavukçu S., Active Fault Investigation in Izmit Bay, Bandırma Bay and Erdek Bay of Marmara Sea. Proceedings Historical Seismicity and Seismotectonics of the Mediterranean Region, *Proceedings Turkish Atomic Energy Authority*, 1990, 238–66.

Kavzoglu T., Sahin E. K., Colkesen I., Landslide Susceptibility Mapping Using GIS-Based Multi-criteria Decision Analysis, Support Vector Machines, and Logistic Regression, *Landslides*, 2013, **11**(3), 425-439

Koçak A., Fay Hatlarına Yakın Bölgelerde Yapı Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale, 2006, 184723.

Kolat Ç., Yenişehir (Bursa) Yerleşim Bölgesi İçin Jeoteknik Mikrobölgeleme Modelinin Oluşturulması, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2010, 268802.

Konak M., Gölcük-Değirmendere (Kocaeli) Bölgesinde 17 Ağustos 1999 Depreminde Oluşan Yapı Hasarlarına Zemin Özelliklerinin Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 2002, 128199.

Kundak S., Türkoğlu H., İstanbul'da deprem risk analizi, *İTÜ Dergisi Mimarlık, Planlama, Tasarım*, 2007, **6**(2), 37-46.

Myers J. H., Alpert M. I. Determinant buying attitudes: Meaning and measurement, *J Mark*, 1968, **32**, 13–20.

Okay A. I., Kaşlılar Özcan A., İmren C., Boztepe Güney A., Demirbağ E., Kuşçu İ., Active faults and evolving strike-slip basins in the Marmara Sea, Northwest Turkey: A Multichannel Seismic Reflection Study, *Tectonophysics*, 2000, **321**, 189-218.

Önder F., Göncüoğlu M. C., Armutlu Yarımadasında (Batı Pontidler) Üst Triyas Konodontları, *MTA Dergisi*, 1989, **109**, 147-152.

Özalaybey S., Zor E., Ergintav S., Tapırdamaz M. C., Investigation of 3-D basin structures in the İzmit Bay area (Turkey) by single-station microtremor and gravimetric methods, *Geophys. J. Int.*, 2011, **186**, 883–894.

Özalaybey S., Zor E., Tapırdamaz M.C., Tarancıoğlu A., Özalaybey S. Ç., Erkan B., Karaaslan A., Alpaslan E., Ergin M., Ergintav S., Tan E., Kocaeli İli için Zemin Sınıflaması ve Sismik Tehlike Değerlendirme Projesi, *TÜBİTAK*, 5057105, 190, 2008.

Özmen B., *Afetin Etkileri, Safhaları, Tehlike ve Risk Kavramları*, Türkiye Perspektifi, Ankara, 2007.

Proteknik Uluslararası Müh. Ltd. Şti., Kocaeli İli Değirmendere İlçesi G23C01C3B, G23C01C3A, G23C01C2C, G23C01C2D Paftalarında Kalan 281 Ada 3, 4, 5 Nolu Parsellerin İmar Planı Revizyonuna Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu, *Proteknik Uluslararası Müh. Ltd. Şti.*, 2011.

Saaty T. L., A scaling method for priorities in hierarchical structures, *Journal of mathematical psychology*, 1977, **15**(3), 234-281

Saaty T. L., *Decision Making for Leaders*, Lifetime Learning Publications, CA, 1982.

Saaty T. L., Decision Making with the Analytic Hierarchy Process, *Int. J. Services Sciences*, 2008, **1**(1), 95.

Sarı F., Deprem Dayanımı Yetersiz Şehirler İçin Tahliye ve Erişim Öncelikli Can Kaybı Azaltımı Önerisi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2011, 323955.

Sis-Mak Müh. Ltd. Şti., Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Değirmendere Yapı Yasaklı Alanlarda Yapılacak Olan Jeolojik-Jeofizik-Jeoteknik Etüt İşİ, *Sis-Mak Müh. Ltd. Şti.*, 2005.

Sismotek Müşv. İnş. Müh. Ltd. Şti., Kocaeli İli, Gölcük İlçesi, Donanma Komutanlığı Sorumluluğunda Bulunan, Yaklaşık 187.5 Hektarlık Arazinin, İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporunun Hazırlanması (G23C01C2B, G23C01C2C, G23C01B3C, G23C02A4D, G23C02D1A, G23C02D1D, G23C02A4C, G23C02D1C, G23C02D1B, G23C02A3D, G23C02D2D, G23C02D2A, G23C02A3C, G23C02D2B, G23C02C1A nolu paftalarda), *Sismotek Müşv. İnş. Müh. Ltd. Şti.*, 2011.

Sözen S., Okay N., Ünal Y. S., *Zarar Azaltma İlkeleri El Kitabı*, İTÜ Press, İstanbul, 2005.

Star J., Estes J., *Geographical Information Systems: An Introduction*, Prentice Hall, New Jersey, 1990.

Şengör A. M. C., Yılmaz, Y., Tethyan evolution of Turkey : A plate tectonic approach, *Tectonophysics*, 1981, **75**, 181-241.

Şengün H., Afet Yönetim Sistemi ve Marmara Depremi Sonrasında Yasanan Sorunlar, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 2007, 218129.

Taştan Mühendislik Hizmetleri, Kocaeli İli Gölcük İlçesi Değirmendere Mahallesi G23C01C1B Pafta, 388 Parselde Bulunan Ersin Çetin'e ait Arsanın İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu, *Taştan Mühendislik Hizmetleri*, 2012.

Taştan Mühendislik Hizmetleri, Kocaeli İli Gölcük İlçesi G23C01C1A Pafta, 3341 Parselde Bulunan Yılmaz Özmen'e ait Arsanın Revize İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu, *Taştan Mühendislik Hizmetleri*, 2011.

Taştan Mühendislik Hizmetleri, Kocaeli İli Gölcük İlçesi G23C02D4A Pafta, 495 Ada, 12 Parselde Bulunan Şule Arslan'a ait Arsanın Revize İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu, *Taştan Mühendislik Hizmetleri*, 2012.

Timor M., *Analitik Hiyerarşi Prosesi*, Türkmen Kitapevi, İstanbul, 2011.

Turan İ. M., Yalovadaki Yapıların Depremselliğinin İncelenmesi, Doktora Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, 2009, 244438.

Türk T., Sürdürülebilir Afet Bilgi Sistemi Altyapısının Oluşturulması ve Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) Üzerinde Uygulanması, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2009, 243580.

Tüzün C., Kentsel Deprem Hasar Tahmini için Bir Yöntem, Doktora Tezi, Boğaziçi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2008, 214791.

URL-1: <http://udim.koeri.boun.edu.tr/> (Ziyaret Tarihi: 15 Nisan 2015).

URL-2: http://www.preventionweb.net/files/43291_sendairameworkfordrren.pdf

Yaralıoğlu K., *Uygulamada Karar Destek Yöntemleri*, İlkem Ofset, İzmir, 2004.

Yeryapı Müh. Ltd. Şti., Kocaeli İli Gölcük İlçesi Değirmendere Belediyesi G23C01C1B Pafta 3530 Parselde Bulunan Gökhan-Berna Erişir'e Ait Arsanın İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu, *Yeryapı Müh. Ltd. Şti.*, 2009.

Yılmaz Y., Genç Ş. C., Yiğitbaş E., Bozcu M., Yılmaz K., Geological evolution of the late Mesozoic continental margin of Northwestern Anatolia, *Tectonophysics*, 1995, **243**, 155-171.

Yiğitbaş E., Bozcu M., Aylan E., Gürer Ö. F., Yılmaz K., Armutlu Yarımadasının Yalova batısında kalan kesiminin Morfotektonik-Jeolojik Niteliklerinin İncelenmesi, *TÜBİTAK*, 101Y068, 2006.

Yiğitbaş E., Elmas A., Sefunç A., Özer N., Major neotectonic features of the North Anatolian Fault Zone: The development of the Adapazarı – Karasu corridor and its significance, *Geological Journal*, 2004, **39**, 179-198.

Yiğitbaş E., Elmas A., Yılmaz Y., Pre Cenozoic tectonostratigraphic components of Western Pontides and their geological evolution, *Geological Journal*, 1999, **34**, 55-74.

Yomralıoğlu T., *Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 2000.

Yomralıoğlu T., *CBS Temel Kavramlar ve Uygulamalar*, İkinci Baskı, İber Ofset, Trabzon, 2002.

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

- [1] Kutluca A. K., Kösten E. Y., **Güven İ. T.**, Öztekin D., İmar Planları ve Planlama Kararları Boyutunda; Kocaeli- Gölcük- Değirmendere Beldesi Kentsel Afet Risk Yönetimine Dair Tehlike Analizinin Saptanması Projesi, 5. *Uluslararası Deprem Sempozyumu Kocaeli 2015*, Kocaeli, Türkiye, 10-12 Haziran 2015.
- [2] Kösten E. Y., Kutluca A. K., **Güven İ. T.**, Dağdelen K., Öztekin D., Kentsel Konut Alanlarında Deprem Riskinin Tespiti ve Azaltılmasına Yönelik Çok Disiplinli Bir Deneme: Kocaeli Değirmendere Örneği, 5. *Uluslararası Deprem Sempozyumu Kocaeli 2015*, Kocaeli, Türkiye, 10-12 Haziran 2015.
- [3] **Güven İ. T.**, Özer M. F., Değirmendere'nin Yer Bilimleri ve Yapı Özelliklerine Göre CBS Tabanlı Afet Risk Analizi, 5. *Uluslararası Deprem Sempozyumu Kocaeli 2015*, Kocaeli, Türkiye, 10-12 Haziran 2015.
- [4] Livaoğlu H., Irmak T. S., **Güven İ. T.**, Özer M. F., Kocaeli-Değirmendere Bölgesi için Zemin Hasar Dağılım İndeksleri Tespiti ve Zemin Özellikleri İle Karşılaştırılması, 5. *Uluslararası Deprem Sempozyumu Kocaeli 2015*, Kocaeli, Türkiye, 10-12 Haziran 2015.
- [5] Gerçek D., **Güven İ. T.**, Sanğu E., Kentlerin Afete Dirençliliğinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Analizi: İzmit Kenti Örneği, 5. *Uluslararası Deprem Sempozyumu Kocaeli 2015*, Kocaeli, Türkiye, 10-12 Haziran 2015.
- [6] Livaoğlu H., Irmak T. S., **Güven İ. T.**, Özer M. F., An Empiric Relationship between Sediment Thickness of Different Data and Resonance Frequency which Calculated by Using the H/V ratio Method of Seismic Noise for Gölcük-Değirmendere Area(Turkey), *EGU General Assembly 2015 Vienna*, Austria, 12-17 April 2015.
- [7] Kösten E. Y., Kutluca A. K., **Güven İ. T.**, Öztekin D., Dağdelen K., Livaoğlu H., Irmak T. S., Özer M. F. (2014), Kentsel Dönüşüm Sürecinde "Kentsel Afet Risk Yönetimi"ne Dair Kocaeli- Gölcük- Değirmendere Beldesi Üzerinden Disiplinlerarası Bir Yaklaşım, *UPAD 2014 Kongresi*, Kocaeli, Türkiye, 8-11 Mayıs 2014.

ÖZGEÇMİŞ

1974 yılında Adapazarı'nda doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Adapazarı'nda tamamladı. 1991 yılında girdiği Yıldız Teknik Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü'nden 1995 yılında mezun oldu. 1995-1998 yılları arasında Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimini tamamladı. 1998 yılından itibaren Kocaeli Üniversitesi'nde Uzman olarak görev yapmaktadır.