



DEPREM DUYARLI PLANLAMA İÇİN DEPREM RİSK ANALİZİ
ELAZIĞ ÖRNEĞİ

Ramin FARAJİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANABİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Mayıs 2015

Ramin FARAJİ tarafından hazırlanan “DEPREM DUYARLI PLANLAMA İÇİN DEPREM RİSK ANALİZİ ELAZIĞ ÖRNEĞİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Şehir Ve Bölge Planlama Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman Doç. Dr. Şule TÜDEŞ

Şehir Ve Bölge Planlama Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Tez Danışmanı, şehir ve bölge planlama Anabilim Dalı

.....

Başkan : Doç. Dr. Sabahattin AYKAÇ

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

.....

Üye : Doç. Dr. Nevin Turgut GÜLTEKİN

Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı, Gazi üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

.....

Tez Savunma Tarihi: 11 / 05/ 2015

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

.....
Prof. Dr. Şeref SAĞIROĞLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Ramin FARAJİ

11 Mayıs 2015

DEPREM DUYARLI PLANLAMA İÇİN DEPREM RİSK ANALİZİ
ELAZIĞ ÖRNEĞİ
(Yüksek Lisans Tezi)

Ramin FARAJİ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Mayıs 2015

ÖZET

Bu tezde, Elazığ il merkezinin, şehir bölge planlama açısından depreme karşı duyarlılığı incelenmiştir. Elazığ kenti için düzenlenen (2003) nazım imar planını göz önünde bulundurarak, çeşitli kaynaklardan elde edilen zemin ve kentsel (Nüfus, bina kat yüksekliği, açık alan ve arazi kullanımı vs.) veriler çok kriterli karar verme yöntemiyle, Expert Choice 11 ve Coğrafi Bilgi Sistemi programları aracılığıyla depreme karşı duyarlılığı değerlendirilmiştir. Deprem Risk Analizi, zemin özellikleri ve kentsel veriler olmak üzere iki başlık altında yapılmıştır. Bu doğrultuda Elazığ kentinin genel zemin (Zemin büyütme, Zemin hâkim titreşim periyodu, V_p V_s dalga hız oranı, V_{s30} dalga hızı, eğim) kriterleri ile nüfus büyüklüğü ve yoğunluğu (kiş baş/ he), kat yüksekliği dikkate alınmıştır. Böylece Elazığ kenti için elde edilen deprem risk haritaları aracılığıyla kentin deprem karşı duyarlılık durumu günümüz itibariyle incelenmiştir.

Bilim Kodu : 801.1.077
Anahtar Kelimeler : Deprem duyarlı planlama, Risk analizi, Mikro bölgeleme, AHS, CBS
Sayfa Adedi : 157
Danışman : Doç. Dr. Şule TÜDEŞ

EARTHQUAKE RISK ANALYSIS FOR EARTHQUAKE-SENSITIVE PLANNING

CASE STUDY: ELAZIG

(M. Sc. Thesis)

Ramin FARAJİ

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

May 2015

ABSTRACT

In this study in Elazig, it was examined terms of susceptibility to earthquakes in term of urban and regional planning. For the Elazig city considering its most recently edited master plan (2003), obtained from various sources of ground and urban data (Population, building height, open area and land use, etc.) with multi-criteria decision-making methods were evaluated through Expert Choice 11 and Geographic Information Systems programs. Seismic Risk Analysis, soil properties and urban data were made under two headings. In this direction general ground of Elazig city (the soil amplification, soil dominant vibration period, V_p V_s wave velocity, VS_{30} wave velocity, and slope) criteria with population size and density (person per hectare), floor height is taken into account. Thus through earthquake risk maps Obtained for the city Elazığ, earthquake susceptibility status of the city has been analysis as of today.

Science Code : 801.1.077

Key : Sensitive Planning - Risk Analysis – Micro Zoning – AHP - GIS

Page Number : 157

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Şule TÜDEŞ

TEŞEKKÜR

Tez çalışmasına katkılarından dolayı danışmanım Doç. Dr. Şule TÜDEŞ' e ve değerli jüri üyelerine, dersler ve tez dönemi boyunca göstermiş oldukları sabır nedeniyle çalışma arkadaşlarıma, verdikleri destek ile her zaman arkamda olduklarını hissettiğim anneme, babama ayrı ayrı teşekkür ederim.

İhtiyaç duyduğum kaynaklara ulaşmamda yardımlarını esirgemeyen, arkadaşım (Fırat Üniversitesinden Arş. Gör) Mahmut PALUTOĞLU ve Nazan D. YİĞİTER (CBS uzmanı, Encon çevre danışmanlık Ltd. Şti.) çalışanlarından göstermiş oldukları yakınlıktan dolayı teşekkür ederim. Ve bu süre içerisinde bana yardımcı olan tüm arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xv
HARİTALARIN LİSTESİ.....	xvii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xviii
1. GİRİŞ	1
2. TÜRKİYE’DE AFET VE DEPREMLERİN YERİ.....	5
3. DEPREM	11
3.1. Deprem Tehlikesi	12
3.2. Depremlerde Hasara Yol Açan Etmenler	13
3.3. Deprem Dalgaları	14
3.3.1. Sismik dalgalarla yerin içinin araştırılması	15
3.3.2. P Dalgaları	15
3.3.3. S Dalgaları	15
3.4. Türkiye ve Elazığ Kenti Depremselliği	16
4. RİSK.....	23
4.1. Risk Yönetimi.....	24
4.2. Risk Analizi	25
4.3. Riskin Afete Dönüşmesi	25
5. HASAR GÖREBİLİRLİK.....	27

	Sayfa
5.1. Kentsel Risk Unsurları Ve Hasar Görebilirlik.....	27
5.2. Jeolojik Risk Unsurları.....	28
6. MİKRO BÖLGELEME VE AFET SENARYOLARI	31
6.1. Türkiye’de Mikro Bölgeleme	33
6.2. Jeolojik açıdan mikro bölgeleme	34
7. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİNDE RİSK ANALİZİ	25
7.1. Vektör Veri Modeli	35
7.2. Raster (Hücreli) Veri Modeli	36
7.3. Coğrafi Bilgi Sistemleri, Afet, Risk Yönetimi ve Analizi	37
8. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ.....	41
8.1. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinde Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS).....	42
9. DEPREM DUYARLI PLANLAMA VE DEPREM RİSK ANALİZİNİN YERİ.....	51
9.1. Deprem Duyarlı Planlama, Amaç ve Hedefleri.....	53
9.2. Deprem Duyarlı Planlamanın Başlıca Amaç Ve Hedefleri	53
9.3. Deprem Duyarlı Planlamada Yerleşme Formlarının Özellikleri.....	54
9.4. Deprem Duyarlı Planlamada Yapılması Gerekli Analizler	54
9.5. Deprem(er) İçin Risk Yönetimi.....	55
9.6. Deprem Duyarlı Planlamada Sakınım Planı	56
10. ÇALIŞMA ALANI OLARAK ELAZIĞ KENTİ.....	59
10.1. Elazığ Kentinin Çalışma Alanı Olarak Seçilme Nedenleri.....	59
10.2. Çalışma Alanının Tanımlanması	59
10.2.1. Coğrafi konum ve mekânsal yapı	59
10.2.2. Mekânsal Bilgiler - Coğrafi Konum	60

	Sayfa
10.2.3. Nüfus	62
10.2.4. Ulaşım	63
10.2.5. İklim ve Bitki örtüsü	66
10.3. Elâzığ Deprem Fayları	66
10.4. Elazığ Kenti Zemin Özellikleri ve Sınıflamaları	69
10.5. Elazığ'da Kentinde Kentsel Gelişme ve Kentleşme	69
10.6. Elazığ Kenti Arazi Kullanımı	70
10.7. Elazığ Kenti Konut Durumu	75
10.8. Elazığ Kentinde Sağlık Merkezleri ve Hastaneler	75
10.8.1. Elazığ kenti bina kat yüksekliği ve yapı yoğunluğu	75
10.8.2. Konut dokusu analizi ve konut yapılarının özellikleri	76
11. ELAZIĞ ÇALIŞMA ALANI VE CBS ODAKLI ÇKKV ANALİZİNİN UYGULANMASI	89
11.1. Metodoloji	89
11.1.1. Verilerin analiz için hazır hale getirilmesi	91
11.1.2. ÇKKV Analizinin CBS'de Yapılması	92
11.1.3. Analizdeki kullanılan veriler ve puanlandırılması	93
11.2. Zemin Kriterleri Haritaları Ve Puanlandırması	95
11.3. İnceleme Alanının VS30 Dalga Hızı haritası ve puanlandırması	95
11.4. İnceleme Alanının VP/Vs Dalga Hızı Oranı haritası ve puanlandırılması	98
11.5. İnceleme Alanının Zemin Hâkim Titreşim Periyot Haritası Ve Puanlandırılması	102
11.6. İnceleme Alanının Zemin Büyütmesi Haritası Ve Puanlandırılması	104
11.7. İnceleme Alanın Eğim Haritası Ve Puanlandırılması	107
11.8. AHS Yöntemi İle Depremsellik Esaslı Elazığ Kenti Yerleşilebilirlik Analizi	110

Sayfa

11.8.1. EXPERT CHOICE 11 Programında AHP Faktörlerin Puanlandırılması	116
11.9. Zemin Kriterlerini Önemseyerek AHS Göreceli Risk Analiz Sonucu	120
11.10. Binaların Kat yüksekliği dağılımına göre puanlama.....	125
11.11. Nüfus Yoğunluğu Haritası Ve Puanlandırılması.....	126
11.12. Elazığ Kenti Deprem Risk Analizi.....	131
11.13. Elazığ Kenti Deprem Riski Analiz Değerlendirilmesi.....	133
11.14. Elazığ Kenti Deprem Risk Haritasının Bölgeden Geçen Diri Faylara Göre Değerlendirilmesi	136
11.15. Elazığ Kenti Deprem Risk Haritasının Yürürlükteki Nazım İmar Planına Göre Değerlendirilmesi	138
12. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME	145
KAYNAKLAR	151
ÖZGEÇMİŞ	157

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Afetin türüne göre, afet olay sayısı ve afetzede sayılarının genel dağılımı.	6
Çizelge 2.2. Afet türlerine göre, afetlerden etkilenen yerleşim birimi sayısı	8
Çizelge 3.1. 1990 Yılından Bu Yana Meydana Gelen Büyük Afetler.(Afet İşleri Genel Müdürlüğü	18
Çizelge 3.2. Türkiye’de Doğal Afetlerden Yıkılmış Konut Sayısı(Afet İşleri Genel Müdürlüğü.....	18
Çizelge 10.1. Elazığ nazım imar planında açıklandığı 2005 ile 2020 yılları arasında nüfus projeksiyonları	62
Çizelge 10.2. Elazığ mahalleleri ve mahalle bazında nüfus sayısı	70
Çizelge 10.3. Elazığ nazım imar planında arazi kullanımı	72
Çizelge 11.1. Analiz içinde kullanılan veriler.....	93
Çizelge 11.2. VS30 dalga hız oranına dair alt kriterlerin puanlandırılması.....	97
Çizelge 11.3 Elazığ kent zeminine ait VP/VS dalga hızına göre zemin tanımı.....	99
Çizelge 11.4. Vp / Vs oranı ile sıklık arasındaki ilişki	100
Çizelge 11.5. VP/Vs oranına göre dağılımının alt kriterlerinin puanlandırılması	100
Çizelge 11.6. Zemin Hâkim Titreşim Periyotunun dağılımıyla dair alt kriterlerin puanlandırılması	103
Çizelge 11.7. Zemin büyütmesi dağılımıyla dair alt kriterlerin puanlandırılması	105
Çizelge 11.8. Eğim dağılımıyla dair kriterlerin puanlandırılması.....	105
Çizelge 11.9. Elazığ merkez ilçe yerleşile bilirlik faktörleri için standardize edilmiş puanlar.....	115
Çizelge 11.10. İkili karşılaştırma matrisi	116
Çizelge 11.11. Zemin kriterleri için ikili karşılaştırma matrisinin oluşturulması	117
Çizelge 11.12. kat yüksekliği dâhilinde her bir belli yoğunluğa dair yapılan puanlandırma	118

Çizelge	Sayfa
Çizelge 11.13. Nüfus yoğunluk sayısı dâhilinde her bir belli yoğunluğa dair yapılan puanlandırma.....	119
Çizelge 11.14. Elazığ kenti Deprem risk analizi standardize edilmiş puanlar	125
Çizelge 11.15. Deprem risk kriterleri için ikili karşılaştırma matrisinin oluşturulması...	126

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1 Afet türlerinin dağılımı afet olay sayısı bazında.....	7
Şekil 2.2. Afet türlerinin dağılımı toplam afetzede sayısı bazında	7
Şekil 2.3. Yaklaşık son 50 yılda, afet gören yerleşim birimlerinin toplam yerleşim sayısına göre oranı	9
Şekil 3.1. Deprem zemin ilişkisi	13
Şekil 3.2. Yer içinde hareket eden sismik dalgalar	14
Şekil 4.1. Doğal afetlerin oluşum mekanizması	24
Şekil 4.2. Tehlike, zarar görülebilirlik, risk ve afet arasındaki ilişki.....	26
Şekil 7.1. Coğrafi Bilgi Sistemlerindeki Vektör Tipi Veri	36
Şekil 7.2. Coğrafi Bilgi Sistemlerindeki Raster Tipi Veri	36
Şekil 7.3. Modern afet yönetim sistemi ve evreleri	37
Şekil 7.4. Planlama Sürecinde CBS Kullanımı.....	39
Şekil 8.1. Hiyerarşik yapı.....	47
Şekil 8.2. ÇKKV analizi akış şeması (Malczewski)	48
Şekil 8.3. ÇKKV yöntemi ile yapılan yerleşme uygunluk analizi adımları.....	48
Şekil 10.1. Elazığ Geneline Konut büyüklüğü.....	76
Şekil 10.2. Yıldız Bağları Mahallesi Konut büyüklüğü.....	77
Şekil 10.3. Rızaiye Bağları Mahallesi Konut Tipi	77
Şekil 10.4. 10.8. İzzetpaşa Mahallesi konut büyüklüğü	78
Şekil 10.5. Hilalkent Mahallesi konut büyüklüğü	79
Şekil 10.6. Cumhuriyet Mahallesi konut büyüklüğü	79
Şekil 10.7. Aksaray Mahallesi konut büyüklüğü	80
Şekil 10.8. Abdullahpaşa Mahallesi konut büyüklüğü	80

Şekil	Sayfa
Şekil 11.1. İkili karşılaştırma matrisinin EXPERT CHOICE 11 programında hesaplanması	90
Şekil.11.2. EXPERT CHOICE 11 programında Uygulama Problemine İlişkin Duyarlılık Analizi Ekranının Görünümü	91
Şekil.11.3. Zemin büyütme kriteri için duyarlılık analizinin gösterimi ve önemliliği . .	91
Şekil 11.4. ikili karşılaştırma matrisinin EXPERT CHOICE 11 programında hesaplanması	93

HARİTALARIN LİSTESİ

Harita	Sayfa
Harita 2.1. Afet olay sayısı bazında afetlerden etkilenen illerin dağılımı.....	9
Harita 3.1 Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası1	6
Harita 3.2. Depremlerden etkilenen afetzedelerin illere göre dağılımı	17
Harita 10.1. İnceleme alanının 1/25.000’lik harita indeksi içindeki konumu.....	60
Harita 10.2. Çalışma alanının coğrafi konumu ve lokasyonu	61
Harita 10.3. Elazığ ve çevresine ait tektonik ve faylar haritası	62
Harita 10.4. Elazığ kentini etkileyen faylar haritası	63
Harita 10.5. Elazığ ili arazi kullanım haritası.....	64
Harita 10.6 Elazığ kenti Arazi Kullanım Haritası	64
Harita 10.7. Elazığ kentinde var olan hastanelerin konumu ve dağılımı	68
Harita 11.1. Elazığ kent merkezi VS30 dalga hızı haritası	69
Harita 11.2. Elazığ kent merkezi mahalle bazında VP/VS oranına göre dağılım haritası.	72
Harita 11.3. Elazığ kent merkezi Zemin Hâkim Titreşim Periyotuna göre dağılım haritası	73
Harita 11.4. Elazığ kent merkezi mahalle bazında Zemin Büyütmesine göre dağılım haritası	86
Harita 11.5. Elazığ kent merkezi mahalle bazında Eğim Haritası.....	86
Harita 11.6. Zemin kriterlerine göre CBS tabanlı AHS yöntemiyle hazırlanan depremsellik esaslı yerleşebilirlik analizi haritası	87
Harita 11.7. Elâzığ kent merkezi kat yüksekliği ve bina kat yüksekliği yoğunluk haritası	103
Harita 11.8. Elazığ kent merkezi yerleşim birimleri bazında nüfus sayı haritası	103
Harita 11.9. Elazığ kent merkezi yerleşim birimleri bazında nüfus yoğunluğu (kiş baş/he) haritası	104
Harita 11.10. Elâzığ kent merkezi mahalle bazında nüfus yoğunluk Haritası	123
Harita 11.11. Elazığ kenti mahalle bazında Deprem risk analizi haritası	123

Harita 11.12. Elazığ kenti fay haritası	126
---	-----

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklamalar

Km

Kilometre

Km²

Kilometrekare

M

Magnitüd

M²

Metrekare

Kısaltmalar

Açıklamalar

AFAD

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı

AHS

Analitik Hiyerarşi Süresi

BM

Birleşmiş Milletler

CBS

Coğrafi Bilgi Sistemi

ÇKKV

Çok kriterli karar verme

DAF

Doğu Anadolu Fay

ISDR

International Strategy for Disaster Reduction

İMDP

İstanbul Deprem Master Planı

TUİK

Türkiye İstatistik Kurumu

1. GİRİŞ

Dünya'nın var olduğu andan itibaren, doğal denilen olaylar hep yaşanmıştır; yaşanan bu olaylar bir döngü içerisinde olduğunu ve bir türlü insanoğlunun bundan kaçışı olmadığı yoktur diyebiliriz. Meydana gelebilir bu olayların en önemlilerinden biri deprem olayıdır. İnsanoğlu, bütün gelişmelerini de göz önünde bulundurarak bu tür olayları durdurma gibi bir yeteneği de yoktur. Dolayısıyla, kaçınılmaz olan deprem gibi doğal olayları durdurmak değil, ona duyarlı ve hazırlıklı olmak, en mantıklı olabilir. Bunun için, meydana gelebilecek depremlerin etkilerini azaltma ve yinelemek döneminin kesinleşmesi için eskiden meydana gelen depremlerin tarihi, dışmerkez koordinatları, magnitüd veya gücü, odak derinliği ve azalım ilişkilerinin belirtilmesi gerekmektedir. Daha sağlam ve daha doğru sonuçlara ulaşmak için incelenen zaman periyodu oldukça geniş tutulmalıdır.

Meydana gelen bir depremin hemen ardından afet kesiminde anlık durumun değerlendirilmesinde, sadece depremin merkezi ve olduğu yeri ve büyüklüğü yeterli değildir. Depremlerin hemen ardından acil yardım ve kurtarım çalışmalarının etkili bir şekilde planlanmasında depremin etkilediği alana ve oluşturduğu zarara ait bilgiler önemli rol oynar. Yıkıcı bir deprem sonrası afet bölgesi ile aynı anda iletişime geçilmesi mümkün olmayabilir ve gerçekleşen zararın büyüklüğü ile ilgili doğru bilgilere ulaşılması zaman alabilir; bu da acil yardım ve müdahale çalışmalarında geç kalmağa sebep olur. Bu nedenle deprem bölgesine gitmeden önce depremden etkilenebilecek alanın kesinleşmesinde tahmini ivme ve şiddet dağılımlarını gösteren haritalar kullanılabilir. Aynı şekilde tahmini şiddet dağılımını gösteren haritalar da oluşturulabilir.

Depremler gerçekleşmeden önce, deprem sonrası yapılması gereken işlerin ve alınacak tedbirlerin planlanması gereklidir. Bu planlama çalışmalarının kaliteli bir şekilde düzenlenmesi için ileride hangi büyüklükte deprem(ler)in oluşabileceği ve yerleşme merkezlerinin bu deprem(ler)den ne türlü etkilenebileceği tahmin edilmelidir. Deprem büyüklüklerinin ölçümlemek ise herhangi bir fay sistemine ait bir depremin büyüklüğü ve bu büyüklükteki depremin yerleşimlerdeki etkisine karşı önlem alınmasına dayanak olmaktadır.

Deprem konusunda ilk incelenmesi gereken konu yerleşim alanının depremselliğidir. Depremsellik; bölgede diri fayların var olup olmadığı ve özellikleriyle ilişkilidir. Aslında diri faylar deprem kaynaklarından birisi ve en önemlisi olarak bilinmektedir. Jeolojik olarak bakıldığında, Türkiye’de bol sayıda diri fay bulunduğu için deprem riskinin yoğun olduğu ülkelerden biridir. Bu nedenle Türkiye’de depremlerden daha az hasar görmek açısından önlemler alınması yaşamsal zorunluluktur. Bunun için yapılması gereken ilk iş, deprem kaynaklarının belirlenmesi ve meydana gelebilecek afet risklerinin tanımlanmasıdır. Bu amaçla depremin meydana getirebileceği riskler belirlenerek, zararını azaltmaya yönelik gerçekçi planlar yapılmalı ve önlem hükümleri önerilip uygulamaya geçirilmelidir. Böylece ülke genelinde “*deprem duyarlı planlamalar*”ın hazırlanması ve yerleşim birimlerinde, depremsellik tanımlanarak, zemin özellikleri ve kentsel kriterlerini gözetken uygulamalara geçirilmelidir.

Bu yaklaşımla bu tez çalışmasında, Doğu Anadolu bölgesinin depremselliği göz önünde bulundurularak örneklem alan olarak belirlenen Elazığ Kenti, depremsellik ve deprem duyarlı planlama açısından incelenmiştir.

Bu ele alışıdaki izlenim ve gerekçeleri aşağıda açıklanmaktadır.

- İlk aşamada Elazığ çevresinde var olan bazı diri faylar haritalanmış ve göreceli olarak özelliklerine ilişkin bazı bilgiler verilmiştir. Türkiye’nin en önemli tektonik öğelerinden biri olan Doğu Anadolu Fay Sistemi içerisinde yerleşen Elazığ Kent merkezinin, tektoniğini, depremselliği ve mikro bölgelemesi ile ilgili çok sayıda yapılmış olan çalışmalar incelenmiştir. Diğer bir deyişle bu tez çalışmasında literatür incelemesi ve gözlemsel analiz kullanılmıştır. Afet, tehlike, risk ve hasar görülebilirlik ve Deprem tanımı, oluşumu, Türkiye ve Elazığ tarihsel ve tektonik açıdan depremselliği, risk analizi ve onun avantajları ve dezavantajları, Türkiye’de kentleşme sürecinde deprem riskini arttıran faktörler, kentlerde deprem zararlarının azaltılması için yapılması gereken çalışmaların açıklanması ve mikro bölgeleme çalışmalarının önemi ve Türkiye’deki yerini anlamak için literatür araştırmasından yararlanılmıştır.
- Deprem duyarlı planlamada deprem riskinin tespit edilmesi oldukça önemlidir. Bu bağlamda; olası depremin meydana getirebileceği riskin tespiti kapsamında “*sakınım planlarının* oluşturulması kritik bir konudur. Sakınım planlarıyla; yerleşim birimlerinde sosyal, ekonomik ve fiziksel bağlamdaki çok yönlü risklerin belirlenmesi mümkün olabilmektedir. Fiziksel riski dolayısıyla yapısal hasarları, önemli ölçüde

yapıların bulundukları bölgelerdeki yerel zemin koşulları belirlemektedir. Bu nedenle yapılarda oluşabilecek hasarları önlemek için, zemin koşullarının etkisinin belirlenmesi gerekir[2]. Bu yaklaşımla, öncelikle Elazığ Kenti yerleşim alanının zemin koşulları incelenmiş ve zeminin yaygın olarak Pliyo-Kuvaterner ve Kuvaterner yaşlı genç çökellerden oluştuğu görülmüştür. Kent merkezi yerleşim alanına ait zemin büyütmesi, hâkim titreşim periyodu ise VS30 dalga hızı ve VP VS dalga hız oranı ve eğim gibi haritalar ortaya çıkarıldı.

- Yukarıda adı geçen faktörlere göre; *yerleşebilirlik analizi* yapılmıştır.
- Yerleşebilirlik haritası, nüfus yoğunluğu ve kat yüksekliği haritasıyla karşılaştırılıp, *Elazığ Kent Merkezinin Deprem Risk Haritası* ortaya çıkarıldı. Söz konusu haritalar afet öncesi ve sonrasının yönetimi için vazgeçilmez kaynaktır. Çünkü afet yönetiminin en önemli kısmı deprem zararlarının azaltılması için yapılması gereken risk azaltma çalışmalarıdır. Bu çalışmalar kapsamında kesinleşecek olan risk haritalarına göre kentlerin yerleşim kararları verilmesi gerekirken, Türkiye’de bu süreç tersine işlemiş ve Elazığ Kentinde de olduğu gibi deprem riskine dikkat etmeden büyüyen ve gelişmekte olan kentlerde yaşanan büyük depremlerden sonra risk tespit çalışmaları düzenlemeğe başlamış olduğu tespit edilmiştir.
- Bu tez çalışmasında, öncelikle Elazığ kent merkezi ve civarının detaylı yapısal ve zemin özellikleri belirlenerek, deprem esnasında hareketi, muhtemel deprem büyüklüğü, olası depremin etkileri gibi özellikleri ve bu bilgilerin nasıl kent risk analizinde kullanılması gerektiği ve CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) aracılığıyla elde olan verileri harita haline getirilmiştir. Bu haritalar ÇKKV (Çok Kriterli Karar Verme) metodlarından biri olan AHS (Analitik Hiyerarşi Süreci) metodunun yardımıyla, EXPERT CHOICE 11 programıyla haritaların kriterlerinin puanlanması ve bu puanlara göre risk haritaları üretilmiş ve ayrıntılı olarak açıklanması yapılmıştır. Bu işlem süreci tez çalışmasının amacını da tanımlamaktadır.
- Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS), konumsal verilerle ilişkili birçok bilimsel problemin çözümünde kullanılmaktadır. CBS kendisini meydana getiren gelişmiş bilgisayar ve yazılım teknolojileri ile birlikte vazgeçilmez bir bilgi teknolojisi konumuna gelmiştir. Sahip olduğu gelişmiş veri işleme ve analiz yeteneği sayesinde, CBS konumsal veri ve bilgilerin depolama, analiz ve sorgulanma işlemlerini yapan etkili bir araçtır. Ayrıca, CBS kullanıcılarına konumsal ve konumsal olmayan verilerin bir arada değerlendirmesine olanak sağlayan güçlü bir bilgi sistemidir [1]. Tez çalışmasında da

ÇKKV metotlarından olan AHS, EXPERT CHOİCE 11 programı, CBS aracılığıyla bütünleştirilmiştir. Böylece CBS; bir sonuç yardım sistemi olup ve deprem duyarlı planlama içerisinde; inceleme alanının zemin özelliklerinden alınan yerleşebilirlik analizi ile zemin özellikleri, kat yüksekliği ve nüfus yoğunlukları sistemlerinin özelliklerinden kaynaklanan risklerin belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır.

Özetle, bu tez çalışmasında, Elazığ kentinin depreme karşı duyarlılığını incelemek üzere problem belirlemesinden sonra, gereken veriler (zemin özellikleri ve kentsel veriler) toplanmıştır. Veri tabanının oluşturduktan sonra CBS aracılığı ile tematik haritalar ortaya çıkarıldı. Deprem riskinin büyüklüğünü etkileyen kriterler (zemin özellikleri ve kentsel kriterler) için özel haritalar hazırlanarak ilerleyen aşamalarda karşılaştırılarak yeni haritalar üretilmiştir. Elde bu edilen haritalar Mikrobölgeleme açısından incelenmiş ve sorgulanarak analiz edilmiştir. Böylece Elazığ kenti deprem risk haritası hazırlanmış ve analiz edilerek Elazığ yerleşim birimleri bazında depreme karşı duyarlılık yönünde öneriler verilmiştir. Analizlerde Elazığ kenti 1/5000 nazım imar planı (2003) göz önünde bulundurulmuş ve elde edilen sonuçlar bu planla karşılaştırılmıştır.

2. TÜRKİYE’DE AFET VE DEPREMLERİN YERİ

Deprem konusunu ele almadan önce, kavramsal olarak depremi de içine alan afet konusunu açıklamak gerekmektedir. Genel olarak ülkelerde de deprem gibi olaylardan sorumluluk taşıyan kurumlar afet adı altında ve diğer afetlerle birlikte deprem tehlikesi ve riskiyle ilgilenmektedirler.

Genel olarak afet, insanlar için fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplar doğuran, normal yaşamı ve insan faaliyetlerini durdurarak veya kesintiye uğratarak insan topluluklarını etkileyen ve etkilenen topluluğun kendi imkân ve kaynaklarını kullanarak üstesinden gelemeyeceği doğal, teknolojik ve insan kaynaklı olayların sonuçları olarak tanımlanmaktadır [3]. Bir başka tanımla afet; çoğunlukla negatif unsurlar içeren, sosyal, siyasal, ekonomik ve doğal yaşamda uzun dönemli etkilere neden olan, ani şekilde ortaya çıkan, kolay şekilde önlenemeyen, insanları ve belirli bir bölgeyi etkisi altına alan olaylardır [4]. Doğal, teknolojik veya insan kökenli bir olayın afet sonucunu doğurabilmesi için, insan toplulukları ve insan yerleşmeleri üzerinde kayıplar meydana getirmesi, yerel imkân ve kaynaklarla üstesinden gelinebilmesi ve insan faaliyetlerini bozarak veya kesintiye uğratarak bir yerleşme birimini etkilemesi gerekmektedir. Başka bir ifadeyle afet, bir olayın kendisi değil, ortaya çıkardığı sonuçtur [5].

Afet, toplumsal yaşamda sürekli karşılaşılabilen ve insanların sosyo-psikolojik hayatını derinden etkileyen bir olgu olduğu için, toplumların örgütlü bir şekilde hazırlıklı olmaları gereken çevresel ve sosyal sorunların başında gelmektedir [6].

Her türden olursa olsun afetler, yerleşme birimini ne zaman yakalayacakları belli olmaz. Afetlerin gerçekleşmesi ise sadece bir nedenden kaynaklanmamaktadır. Çeşitli doğal ve yapay nedenler afeti ortaya çıkarmaktadırlar. Ayrıca, genel olarak afet, farklı aşamalarda kendini göstermektedir. Afete yaklaşımlar ve ya önleme gibi faaliyetler de yine farklı aşamalarda yapılmaktadır.

Türkiye’de meydana gelen afetlerin; afet olay sayıları, nakil sayıları, etkilenen toplam afetzede ve yerleşim birimi sayıları temel alınarak yapılan değerlendirmesi sonucunda, afetlerin türüne göre dağılım çizelge 2.1 ve 2.2 ile şekil 2.1 ve 2.2’de [7] gösterilmektedir.

Burada “etkilenen toplam afetzede sayısı”; etkili nakil, ilave nakil ve etkisiz nakil sayılarının toplamından nakil iptallerinin çıkarılması ile elde edilmiştir.

Çizelge 2.1. 1900 lardan bu yana Afetin türüne göre, afet olay sayısı ve afetzede sayılarının genel dağılımı [8]

Afetler	Afet Olay Sayısı	Afetzede				Etkilenen Toplam Afetzede Sayısı (Etkili+İlave+Etkisiz-İptal)
		Etkili Nakil	İlave Nakil	Etkisiz Nakil	Nakil İptali	
Heyelan	13494	65759	2622	3998	13034	59345
Kaya Düşmesi	2956	19699	935	2442	3654	19422
Su Baskını	4067	29020	506	1197	8566	22157
Deprem	5318 ¹	157794	45	637	235	158241
Diğer Afetler	1175	11309	8	85	2165	9237
Çığ	731	4409	181	336	542	4384
Çoklu Afetler ²	2024	17221	629	838	6478	12210
Tasnif Edilmemişler	42	0	0	0	0	0
Toplam	29807	305211	4926	9533	34674	284996

Türkiye’de meydana gelen heyelan, kaya düşmesi, su baskını, deprem ve çığ gibi doğal süreçler ve tehlikeler yerleşim birimlerinde oluştuğunda afet gelişimine sebep oluşturur. Henüz afet meydana gelmeye doğal süreçlerin beklendiği bu yerleşim birimlerinde ise risk (deprem riski, sel riski, heyelan riski, vb.) beklenmektedir.

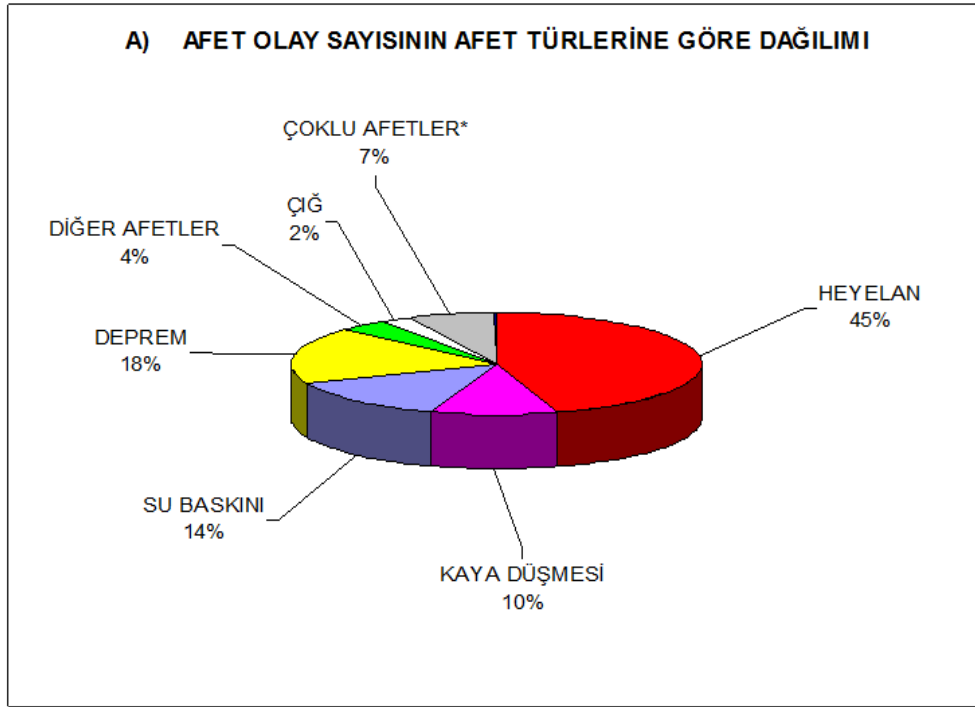
Yerleşim birimlerinin ve kentlerin bu risk düzeyini belirlemek dayanıklı kentler yaratmak ve riskten korunacak planlama dinamiklerini oluşturmak için oldukça önemlidir.

Çizelge2,2 graf 2,1 2,2 2,3 ve şekil 2,1 ve 2,2 incelendiğinde Türkiye’de 1900 ³lardan bu yana can ve mal kaybı ve hasar dağılımı açısından verdiği zarar itibariyle depremler birinci sırada yer almakta ve deprem bölgeleri haritası incelendiğinde kentlerin % 97’si 1. ve 2. derece deprem bölgelerinde yer almaktadır.

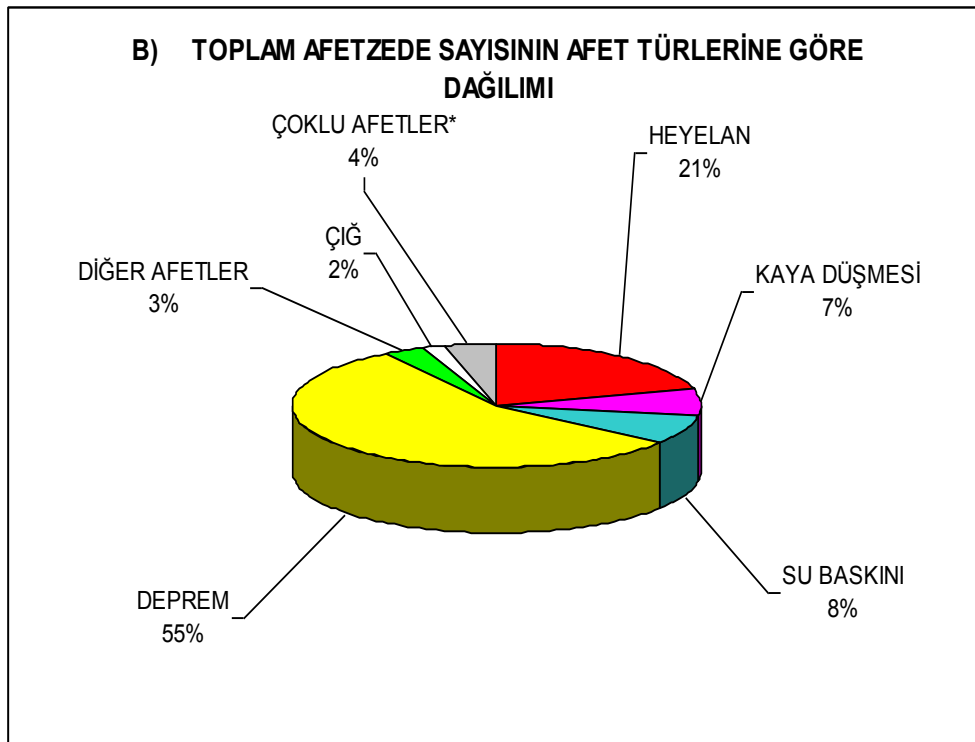
¹ Deprem için olay sayısı, 1950’lerden bu yana meydana gelen deprem sayısı anlamına gelmemektedir. Meydana gelen depremlerde etkilenen ve gerektiğinde birden çok kez etüt edilen ve hasar tespit çalışması yapılan yerleşim birimleri sayısını belirtmektedir.

² Çoklu afetler, bir yerleşim biriminde aynı anda meydana gelen birden fazla afet olayları anlamındadır.

³ Deprem için olay sayısı, 1950’lerden bu yana meydana gelen deprem sayısı anlamına gelmemektedir. Meydana gelen depremlerde etkilenen ve gerektiğinde birden çok kez etüt edilen ve hasar tespit çalışması yapılan yerleşim birimleri sayısını belirtmektedir.



Şekil 2.1. Afet türlerinin dağılımı afet olay sayısı bazında [8]



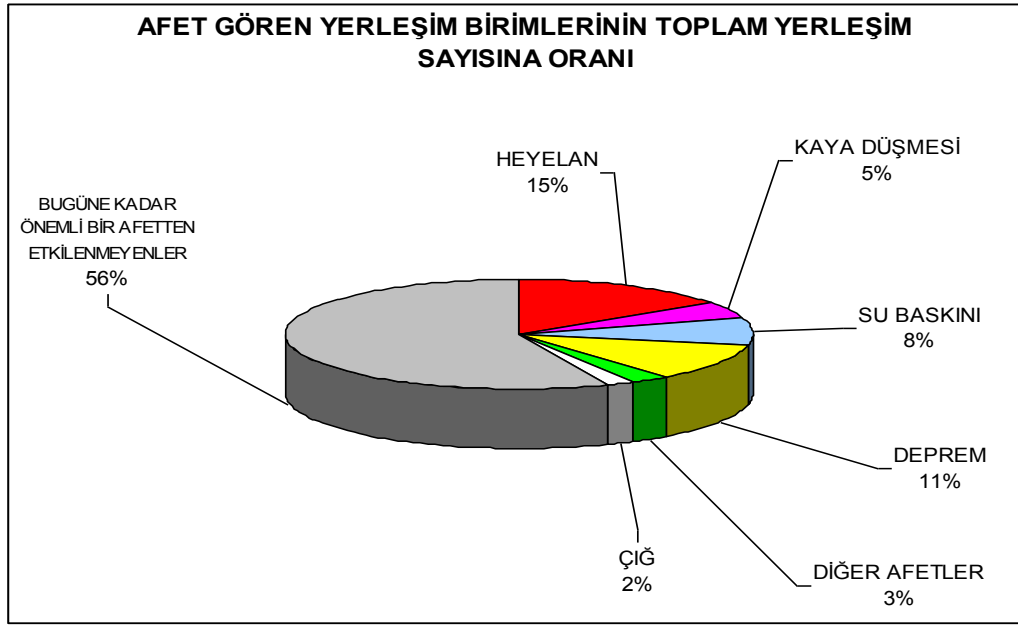
Şekil 2.2. Afet türlerinin dağılımı toplam afetzede sayısı bazında [8]

Çizelge 2.2. Afet türlerine göre, afetlerden etkilenen yerleşim birimi sayısı [8]

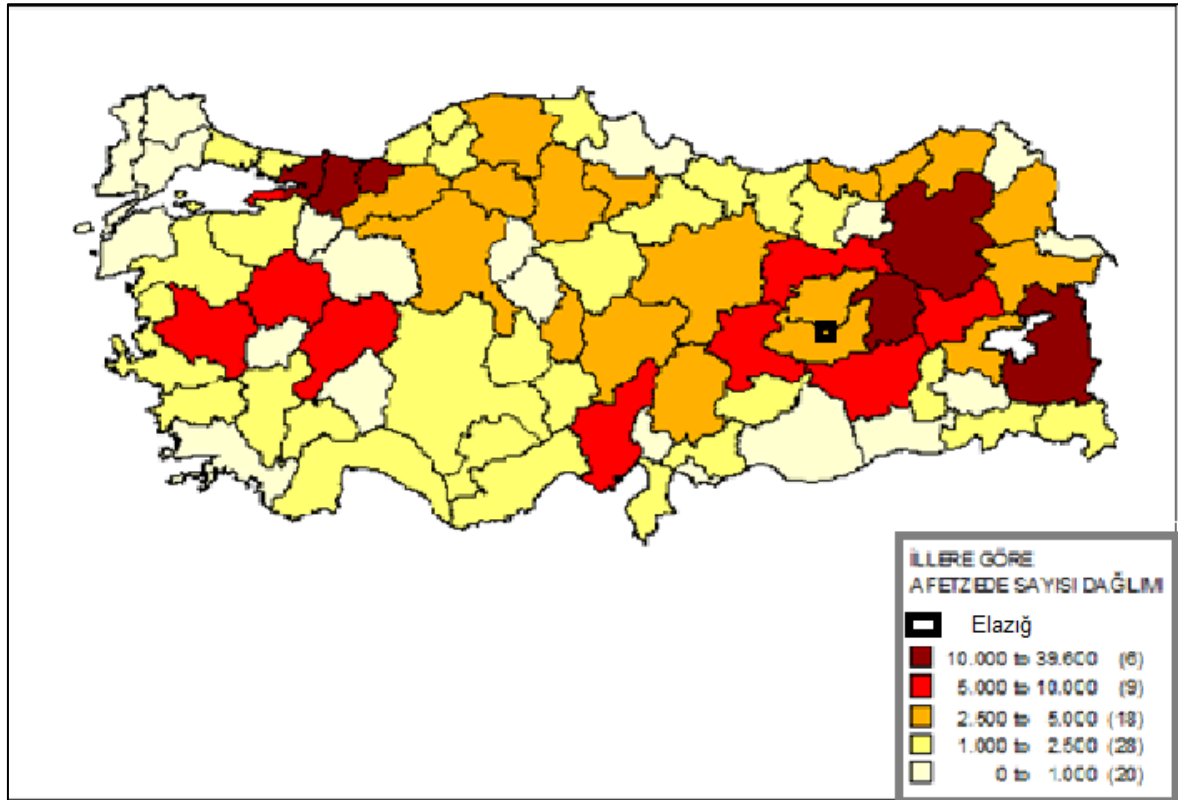
Afetler	Afet Gören Yerleşim Birimi Sayısı	Toplam Yerleşim Birimi Sayısına (35741) Oranı (%)
Heyelan	5472	15,31
Kaya Düşmesi	1703	4,76
Su Baskını	2924	8,18
Deprem	3942	11,03
Diğer Afetler	992	2,78
Çığ	605	1,69

T.C Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Afet Etüt Ve Hasar Tespit Daire Başkanlığının açıkladığı 2008 yılındaki rapora göre depremlerden etkilenen toplam afetzede sayısı 158 241 kişi olup, afet türlerine göre %55’lik bir paya sahiptir. Heyelanlardan etkilenen toplam afetzede sayısı 59 345 kişi olup, afet türlerine göre %21’lik bir paya sahiptir. Su baskınlarından dolayı etkilenen toplam afetzede sayısı 22 157 kişi olup, afet türlerine göre %8’lik bir paya sahiptir. Kaya düşmelerinden etkilenen toplam afetzede sayısı 19 422 kişi olup, afet türlerine göre %7’lik bir paya sahiptir. Çığlardan etkilenen toplam afetzede sayısı 4 384 kişi olup, afet türlerine göre %2’lik bir paya sahiptir. Birden fazla afet olayından etkilenen (örneğin hem heyelan, hem su baskını) afetzede sayısı 12 210 (%4); deprem, heyelan, su baskını, kaya düşmesi ve çığ dışında kalan afetlerden (yangın başta olmak üzere, jeomedikal problemler, mağara çökmesi, tasman, yer altı suyu yükselmesi, şiddetli yağış, hortum vb. diğer afetler) etkilenen afetzede sayısı 9237 kişidir (%3)dir.

T.C Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Afet Etüt Ve Hasar Tespit Daire Başkanlığının açıkladığı 2008 yılındaki rapora göre, Türkiye’deki 35741 yerleşim biriminden (il, ilçe merkezleri, belde, belediye ve köyler) 5472’si yani tüm yerleşim birimlerinin %15,31’inde heyelan olayı gözlenmiştir. Benzer şekilde, 3942’si (%11,03) depremlerden, 2924’u (%8.18) su baskınlarından, 1703’ü (%4,76) kaya düşmesi olaylarından ve 605’i (%1.69) çığ olaylarından etkilenmiş ya da etkilenmektedir (Çizelge 2.1). Bir başka deyişle, Türkiye’de yerleşim birimlerinin % 43,75’i, en az bir afet olayına maruz kalmış ya da kalmaktadır [7].



Şekil 2.3. Yaklaşık son 50 yılda, afet gören yerleşim birimlerinin toplam yerleşim sayısına oranı[8]



Harita 2.1. Afet olay sayısı bazında afetlerden etkilenen illerin dağılımı 2008 [8]

Yukarıda da değinildiği üzere afetlerin doğal ve yapay parametreleri bulunmaktadır. Bu çalışmada Türkiye’de can ve mal kaybı açısından birinci sırada yer alan depremlerin

gelişmelerindeki risk faktörü ele alınmıştır. Bu araştırmada örnek kent olarak Elazığ'ın deprem riski göz önünde bulundurarak kentsel olarak duyarlılık dereceleri değerlendirilip risk düzeyleri belirlenecektir.

3. DEPREM

Yerkabuğu içindeki kırılmalar ya da yırtılmalar nedeniyle ani olarak ortaya çıkan titreşimlerin dalgalar halinde yayılarak geçtikleri ortamları ve yer yüzeyini sarsma olayına deprem denir. Büyük deprem (ana şok) olduktan sonra kabukta bozulan dengenin sağlanması için, depremin ardından Replik denilen bir süre büyüklüğü azalarak devam eden küçük depremler oluşur. Buna Artçı Depremler denir. Bazen büyük deprem olmadan önce küçük sarsıntılar olur. Büyük depremin habercisi olan bu küçük sarsıntılara da Öncü Depremler denir. Öncü depremler her zaman olmayabilir [9].

Oluşan bir depremi tanımlayabilmek için ve onun nasıl meydana geldiğini açıklayabilmek amacıyla deprem parametrelerini incelememiz gerekmektedir. Başka bir deyişle, deprem parametrelerinin tanımı ile bir depremin nasıl meydana geldiği anlaşılır kılınabilir.

Odak noktası (hiposantr): Yer altında depremin meydana geldiği ilk noktadır. Aslında bir nokta olmayıp, deprem enerjisinin ilk ortaya çıktığı alandır ancak pratikte kullanım kolaylığı sağlansın diye nokta olarak kabul görmektedir. Fay üzerinde depremin ilk meydana geldiği yerdir.

Dış odak noktası (Episantr): Odak noktasının yeryüzüne izdüşümü de depremin merkez üssünü yani dış odak noktasını (Episantr) oluşturmaktadır. Deprem odak noktasına yer yüzeyindeki en yakın alandır. Bu alanın büyüklüğü depremin şiddetine bağlı olarak değişebilmektedir. Örneğin; yüksek şiddette bir depremin yer yüzeyindeki Episantr kilometrelerce bir alanı kaplayabilir.

Şiddet: Depremin şiddeti, sadece depremin yer yüzeyinde nasıl hissedildiği hakkında karar vermektedir, oluşan hasarı yansıtır ancak ne kadar enerjinin açığa çıktığı hakkında bir bilgi vermez. Sismografların olmadığı dönemlerde depremin etkilerini ölçmek için ortaya atılmıştır. Bu nedenle depremin şiddeti zeminin özelliklerine, jeolojik yapıya, fay kırığının uzunluğu ve genişliğine, topografyaya, yerleşim biriminin faya olan mesafesinde, yerleşim düzenine ve yapı kalitesine bağlı olarak şekillenir. Örneğin, aynı zemin özelliklerine sahip bir yerleşim biriminde iki yapıdan biri diğerine göre daha sağlam inşa edildiğinden deprem olması takdirde depremin şiddeti bu yapı için daha az hissedilir. Deprem şiddetini ölçmek

için çok çeşitli ölçekler vardır. Bunlardan biri olan Mercalli ölçeği Türkiyede de kullanılan yaygın bir ölçektir.

Büyüklik: Depremın büyüklüğü ise deprem odağından yani hiposantrdan açığa çıkan enerjiyi gösterir bir değerdir. Depremın büyüklüğü, depremin magnitudü (M) olarak da adlandırılmaktadır. Deprem büyüklüğü tanımı 1930 yılında C.F. Richter tarafından yapılmıştır [10].

Aynı büyüklükteki bir depremde benzer kayıpları yaşamamak için bundan önceki depremlerde oluşan hasarların nedenlerinin doğru şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Eğer bu sebepler doğru şekilde ortaya konabilirse ikinci aşamada bu sebeplere çözüm getirerek hasarı en aza indirmemiz mümkün olabilir. Son kırk yılda Türkiye’de oluşan depremler çeşitli yazarlar tarafından incelenmiştir, özellikle son 10 yılda meydana gelen depremlerdeki gözlemlere dayanarak deprem hasarlarının aşağıdaki üç grupta toplanabileceği görülmektedir:

- 1) Depreme uygun olmayan mimari ve/veya taşıyıcı sistem (yetersiz yanal rijitlik, vb.)
- 2) Donatı detaylarının yetersiz veya yanlış olması.
- 3) Yapım aşamasındaki denetimsizlik.

Ayrıca olası deprem senaryoları ve olası üretilecek mevcut zemin ve yapının depreme karşı davranışının incelenmesi deprem öncesi risk düzeyini belirlemek açısından önemlidir.

3.1. Deprem Tehlikesi

Deprem tehlikesi, hasar ve can kaybı yaratabilecek büyüklükte bir depremde kaynaklanan yer hareketinin belli bir yerde ve belli bir zaman periyodu içerisinde belirlenmesi olarak tanımlanır ve deprem nedeni ile hasar, mal ve can kaybı ihtimali olarak tanımlanan, deprem riski kavramının önemli bir ögesini oluşturur. Gelecek depremlerin konumu, oluş zamanı, büyüklüğü ve diğer özellikleri belirsizlik arz ettiği için deprem tehlikesi tayinlerinde olasılık hesaplarına dayalı tahminler önemli karar araçlarıdır. Deprem tehlikesi analizlerinin temel sonuçları, belirlenmiş bir bölge için mevcut jeoloji ve depremsellik bilgilerine dayalı olarak hesaplanan maksimum yer hareketi parametrelerine (maksimum

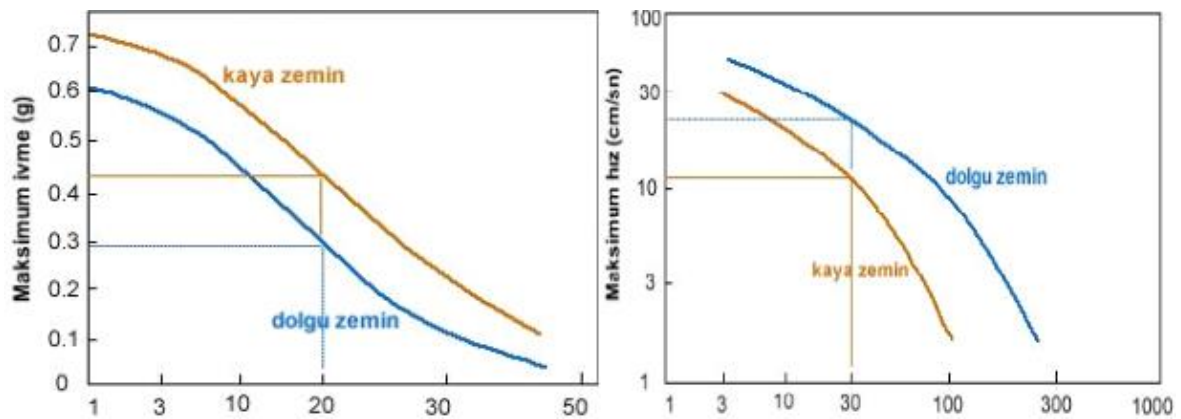
ivme, şiddet gibi) tekabül eden münhanilerdir. Genelde, ihtimal hesaplarına dayalı deprem tehlikesi belirlemelerinde kullanılan kuramsal modeller:

- 1) Jeolojik ve sismolojik verilerden hareketle potansiyel deprem kaynaklarının tanımlanması
- 2) Deprem büyüklükleri için ihtimal dağılımının tayini
- 3) Stokastik işlem modellemesi
- 4) Yer hareketi azalım ilişkilerinin belirlenmesi aşamalarını ihtiva eder [11].

3.2. Depremlerde Hasara Yol Açan Etmenler

Depremde hasara neden olan bütün etmenler gözden geçirilmeli ve bunun neticesinde gerekli önlemlerin acilen alınması gerekmektedir. Depremlerde hasara yol açan etmenler, deprem karakteristiği, zemin sınıfı ve yapı özellikleri olarak üç ana grupta ifade edilebilir. Özellikle zemin tabakalarının cins, kalınlık, yeraltı su seviyesi gibi özelliklerin değişebilir olması yakın bölgelerde aynı proje ile inşa edilmesine rağmen farklı hasara yol açabilmektedir [12].

Aynı deprem büyüklüğünde iki farklı zeminde oluşan maksimum hızlar ve ivmeler Şekil 3.1’de görülmektedir [13].

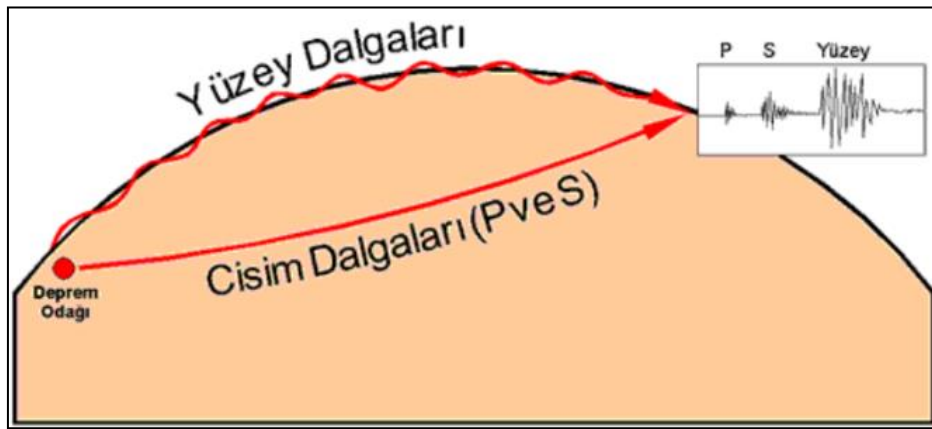


Şekil 3.1. Deprem zemin ilişkisi

Genel anlamda, depreme dayanıklı olmayan yapı üretimi, yüzey kırık uzunluğu ve yer değiştirme miktarı, depremin oluş zamanı, depremin büyüklüğü, depremin odak derinliği, deprem merkezinin yerleşim yerlerine olan uzaklığı, sanayileşme ve nüfus yoğunluğu, sıvılaşma, yüzeye yakın gevşek ve suya dolgun zeminlerin kalınlıkları, zemin oturması, sonradan kurutulmuş ve ıslah edilmiş dolgu alanlar, dolgudan yamaca geçiş bölgeleri, tepelerin yer hareketini büyütmesi, havza tabanı topoğrafyası, heyelan-kaya düşmesi-çığ, zeminlerin dinamik özellikleri, yangın, tsunami, acil-yardım ve kurtarma ekiplerinin rolü gibi etmenler, deprem hasarlarına neden oluşturmaktadır.

3.3. Deprem Dalgaları

Bir sismik dalga, en basit ifadeyle enerjinin yerin içinde bir noktadan diğer bir noktaya transfer olmasıdır. Deprem sırasında açığa çıkan enerji, ses veya su dalgalarına benzeyen ve sismik dalgalar adı verilen dalgalar ile yayılır. Bu dalgalardan Cisim Dalgaları, P dalgaları ve S dalgaları olarak ikiye ayrılır. P dalgaları, en hızlı yayılan bu yüzden deprem kayıt aletlerinde (sismograf) en önce görülen dalgalardır. P dalgalarında, titreşim hareketi yayılma doğrultusu ile aynıdır. Daha yavaş yayılan S dalgaları, kayıt aletlerinde ikincil olarak görülen ve titreşim hareketi yayılma doğrultusuna dik olan dalgalardır. S dalgaları sıvı içinde yayılamazlar. Yüzey dalgaları ise cisim dalgalarına göre daha yavaş yayılırlar ancak genlikleri daha büyüktür. Hızı daha fazla olan Love ve genliği daha büyük olan Rayleigh dalgaları olarak ikiye ayrılırlar. Yapılarda yıkıma yol açan dalgalar S dalgaları ile yüzey dalgalarıdır (Şekil 10.3).



Şekil 3.2. Yer içinde hareket eden sismik dalgalar [14]

3.3.1. Sismik dalgalarla yerin iinin araştırılması

Değişik türdeki dalgaların ortak özelliği, yayılım hızlarının geçtikleri malzemeye bağlı olduğudur. Örneğin P ve S dalgaları bazaltta granite göre daha hızlı yayılırlar. P ve S dalgalarının hızları, bunların kat ettikleri mesafe ve yayılım süresi yardımı ile bulunabilir. Yayılma hızı ve güzergâh kavramları dalgalar birden fazla malzemeye karşılaştıkları zaman karışık hale gelirler. Bu durumda, sismik dalgalar aynen ışık ışınları gibi iki değişik malzemenin sınırında kırılma ve yansımaya uğrarlar. Sismologlar, sismik dalgaların kırılma ve yansıma olaylarını inceleyerek arzın iinin bazı özelliklerini zözmektedirler [15].

Depremlerde yapıları ve bunların hasarlarından dolayı oluşan can ve mal kayıpları azaltmak için; depremde daha çok hasar yaratan zeminler üzerinde inşaat yapaktan kaçınmak gerekmektedir.

3.3.2. P Dalgaları

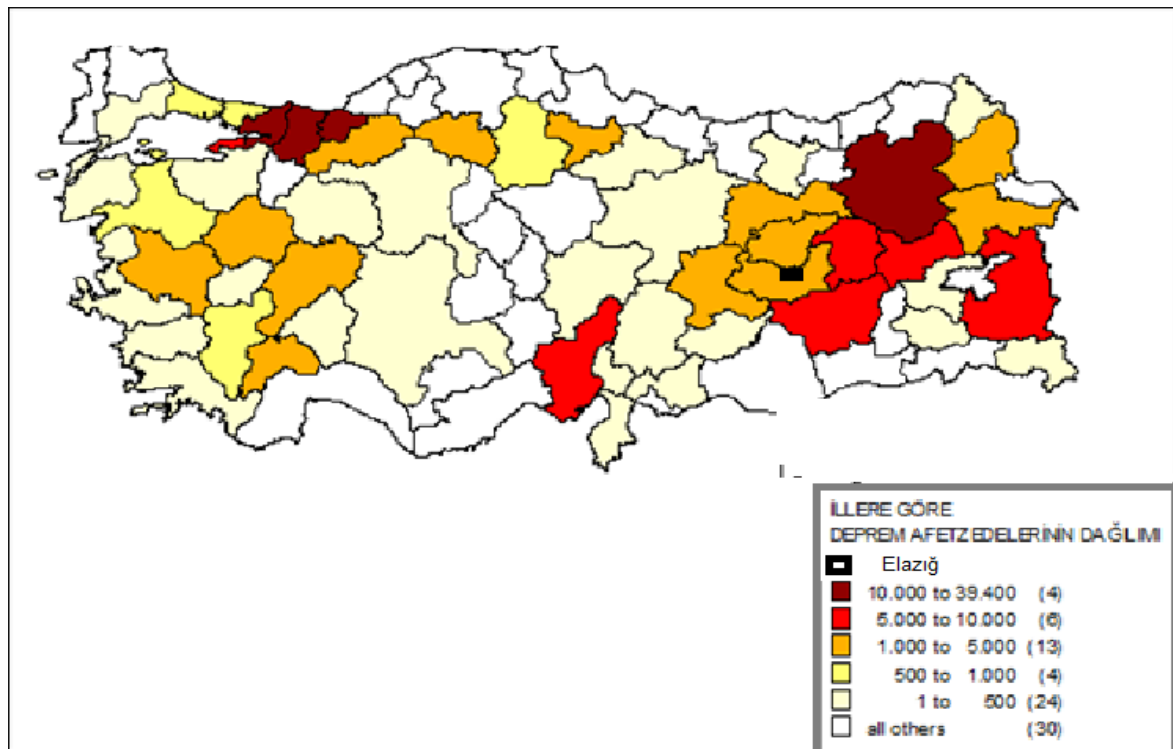
P dalgası 6-13 km/sn hızla yayılmaktadırlar ve hacimde değişiklik yapmaktadır. P dalgaları yayılırken ortamdaki parçacıklar yayılma doğrultusunda hareket ederler. Bu nedenle bu dalgaya “boyuna dalga” adı verilir. Hem katı hem de sıvı ortamda yayılabilirler. “Primer Dalga” ve “P dalgası” olarak adlandırılırlar [15]. P dalgası Kayıtılara ilk ulaşan deprem dalgasıdır. Tanecik hareketleri yayılma doğrultusundadır (boyuna dalga). Yıkım etkisi düşüktür [16].

3.3.3. S Dalgaları

S dalgası P dalgasına göre daha yavaştır ve 3,5-7,5 km/sn hızla yayılır ve hacimsel değil, şekil değişikliğine neden olmaktadır. Partkl hareketi yayılma doğrultusuna diktir. Bu nedenle “enine dalga” adı verilir. Sıvılarda yayılmazlar. Kayıt istasyonuna P dalgalarından sonra gelirler. Bu nedenle “*Seconder dalga*” ya da kısa “*S dalgası*” olarak adlandırılırlar, S dalgası: Kayıtılara ikincil olarak ulaşan deprem dalgasıdır. Hızı P dalgası hızının %60'ı ile %70'i arasında değişir. Tanecik hareketleri yayılma doğrultusuna dik ya da aprazdır (enine dalga). Yıkım etkisi yksektr.

I. derece deprem bölgeleri; başta Kuzey Anadolu ve Güneydoğu Anadolu fay kuşakları boyunca uzanan sahalardan Ege Bölgesi ve Göller Yöresini kapsar. II. derece deprem bölgesi; I. derece deprem bölgelerinin çevresini kuşatır, Trakya'nın kuzeyi, Karadeniz kıyıları. İç Anadolu'nun çevresi ile Güneydoğu Anadolu'nun güneyi III. Ve IV. Derece deprem alanlarını oluşturur. Tuz Gölü ile Akdeniz kıyısı arasındaki saha deprem tehlikesinin en az olduğu V. Derece deprem bölgesidir. Bilindiği gibi Türkiye dünyanın en etkin deprem kuşaklarından birinin üzerinde bulunmaktadır. Geçmişte Türkiye'de birçok yıkıcı depremler olduğu gibi, gelecekte de sık sık oluşacak depremlerle büyük can ve mal kaybına uğrayacağı bir gerçektir. Deprem Bölgeleri Haritasına göre, Türkiye'nin %92'sinin deprem bölgeleri içerisinde olduğu, nüfusunun %95'inin deprem tehlikesi altında yaşadığı ve ayrıca büyük sanayi merkezlerinin %98'i ve barajların %93'ünün deprem bölgesinde bulunduğu bilinmektedir [7].

Türkiye'de, depremlerde hasar görmüş ve yıkıma uğramış yerleşim birimleri, mekânsal olarak 1/500.000 ölçekli MTA Jeoloji haritası ile karşılaştırıldığında, Kuvaterner ve Pliyo-Kuvaterner çökeller, alüvyonlar üzerinde yer alan yerleşim birimleri, tüm deprem zararına uğramış yerleşim birimlerinin yaklaşık %40'ını oluşturduğu saptanmıştır. Afetzedede sayısı bazında depremden en çok etkilenen illerin dağılımı 3.2. haritasında verilmiştir [7].



Harita 3.2. Depremlerden etkilenen afetzedelerin illere göre dağılımı 2008 [8]

Haritada illere göre afetzedelerin dağılımı incelendiğinde en fazla hasarın meydana geldiği iller, Erzurum, Kocaeli, Sakarya ve Düzce'dir. Bu hasarların başlıca sebebi yanlış yer seçiminden kaynaklanmaktadır.

1990 yılından bu yana meydana gelen ve önemli oranda can ve mal kaybına yol açan doğal afetler aşağıdaki Çizelge de özetlenmiştir.

Çizelge 3.1. 1990 Yılından bu yana meydana gelen büyük afetler [18].

Olay	Tarih	Can Kaybı	Yaralı	Evsiz	Etkilenen Nüfus	Kayıp Milyon \$
Deprem (Erzincan)	13 Mart 1992	653	3,850	95,000	250,000	750
Çığ Düşmesi (G.Anadolu)	1992 14 olay	328	53	11,600	30,000	25
Çığ Düşmesi (D ve G.Ana.)	1993 31 olay	135	95	1,100	300	10
Çamur Akması (Senirkent-Isparta)	13 Temmuz 1995	74	46	2,000	10,000	65
Deprem (Dinar)	01 Ekim 1995	94	240	40,000	120,000	100
Su Baskını (İzmir)	04 Kasım 1995	63	117	6,500	300,000	1,000
Deprem (Çorum-Amasya)	14 Ağustos 1996	0	6	9,000	17,000	30
Su Baskını (B. Karadeniz)	21 Mayıs 1998	10	47	40,000	1,200,000	1,000
Deprem (Ceyhan-Adana)	27 Haziran 1998	145	1,600	88,000	1,500,000	500
Deprem (İzmit Körfezi)	17 Ağustos 1999	17,480	43,953	675,000	15,000,000	13,000
Deprem (Düzce)	12 Kasım 1999	763	4,948	35,000	600,000	750
Deprem (Afyon Sultandağı)	3 Şubat 2002	42	327	30,000	222,000	95
Deprem (Bingöl)	1 Mayıs 2003	177	520	45,000	245,000	135
TOPLAM		19,964	55,802	1,078,200	19,494,300	17,460

Çizelge 3.2. Türkiye'de doğal afetlerden yıkılmış konut sayısı [18].

Doğal Afet Türü	Yıkılmış Ünite Sayısı	Toplamın Yüzdesi
Depremler	495,000	76
Heyelanlar	63,000	10
Su Baskınları	61,000	9
Kaya Düşmeleri	26,500	4
Çığ Düşmeleri	5,154	1
TOTAL	650,654	100

Türkiye'nin 1990'dan beri Çizelge 3.1 ve 3.2 de görüldüğü üzere doğal afetlerle ilgili istatistik verilerine bakıldığında, depremlerin en tahripkâr doğal afet sonucu doğurduğu görülmektedir. Ayrıca 1902-2003 yılları arasında, ülkede 137 adet hasar yapan deprem meydana gelmiş ve bu depremler sonucunda 83 908 kişi hayatını kaybetmiş, 171 283 kişi

yaralanmış ve 493 824 konut yıkılmış veya ağır hasar görmüştür. Son 13 yıl içerisinde meydana gelen depremler nedeniyle uğranılan doğrudan ekonomik kayıpların ise 18 milyar ABD doları civarında olduğu tahmin edilmektedir. Ayrıca depremler, Türkiye gibi bir tarih hazinesi olan ülkede, yerine konulması mümkün olmayan, tarihi yapı ve yerleşmelerin de yok olmasına neden olmaktadır. Olasılık yöntemleri kullanılarak yapılan tahminler, Türkiye'de çeşitli hasarlara yol açan VII MSK şiddetindeki bir depremin bir yıl içerisinde olma olasılığının % 63 olduğu, IX şiddetindeki tahripkâr bir depremin beş yılda bir olma olasılığının ise yine % 63 olduğu sonucunu vermektedir [19].

Elazığ ili ve çevresi Doğu Anadolu Fay Sistemi içerisinde yer almaktadır. Elazığ ili 1. ve 2. derecede tehlikeli deprem bölgesinde olup Doğu Anadolu Fay Sisteminin etkisi altındadır. Tarihsel dönemler boyunca çok yıkıcı depremlere maruz kalmış ilde son yüzyılda 1910 M= 5,0 Palu, 1977 M= 5,31 Palu, 2004 M= 5,3 Sivrice, 2007 M=5,1 M=5,5 Sivrice, 2010 Kovacılar Ml: 5,8 depremleri meydana gelmiştir.

Deprem bölgesinin de içinde olduğu Doğu Anadolu'nun jeolojik evriminde dört yapısal dönem ayırt edilebilmektedir.

1. Dönemi bölgenin en yaşlı kaya topluluğu olan Paleozoyik-Mezozoyik yaşlı metamorfik kayalar belirler.
2. Dönemi, birinci dönem kayalar üzerine Üst Kretasede tektonik dokanakla yerleşen ofiyolitik kayalar oluşturmaktadır.
3. Dönem kayaları alttaki kaya topluluklarını uyumsuz olarak örten Üst Kretase-Eosen ile Alt Miyosen yaşlı kırıntılılar-karbonatlardır.

Üst Miyosen de başlayıp günümüze kadar devam eden dördüncü dönem kayaları ise karasal ortamlarda gelişmiş etkin tektonik ve volkanizma ile karakterize edilen bir istif şeklindedir.

Bölgede orojenik hareketler ise Laramiyen safhası ile başlamış, Oligosende daha şiddetlice tekrar etmiş, asıl şiddetli kıvrılma ve bindirme olayları ise Miyosenden sonra meydana gelmiştir.

Ulusal Sismik Ağ ve TÜRDEP Projesi istasyonlarından elde edilen veriler ışığında Elazığ ili ve yakın çevresinin son bir yıllık deprem aktivitesine bakıldığı zaman 08 Mart 2009 ile 07 Mart 2010 tarihleri arasında büyüklüğü 2.2 ile 4.5 arasında değişen 125 adet deprem meydana geldiği görülmektedir. Bu depremler, günümüzde de aktifliğini sürdüren Doğu Anadolu Fay Zonu boyunca KD-GB yönünde bir uzanım göstermektedirler. 08 Mart 2010 Elazığ depremlerinden önce bölgede küçük depremlerin yanı sıra 14 Şubat 2010 tarihinde $M_L=4.2$ ve 21 Şubat 2010 tarihinde $M_L=4.5$ büyüklüğünde iki adet deprem meydana gelmiş olup, bunlar dışında bölgede dikkati çeken bir deprem aktivitesi gözlemlenmemiştir.

Bölgede yapılan incelemeler sonucunda yapılardaki deprem hasarlarının nedenleri aşağıda açıklanmıştır [20];

- Taşıyıcı duvarları taş ve tuğla gibi malzemelerden oluşan yığma yapılarda, harç malzemesi olarak toprak kullanılmıştır. Basınç ve çekme dayanımı çok düşük olan toprak harç, dolgu malzemeleri arasındaki aderansı düşürmüştür. Kış aylarının çok soğuk geçtiği bölgede, don ve çözülme olayları sonucu toprak harçta ufalanmalar meydana gelmiştir. Ayrıca, duvarlarının dış yüzeyleri iri taşlar, iç yüzeyleri de küçük taşlar kullanılarak imal edilen bu yapılar çok gevrek bir davranış göstermiştir.
- Ölümelerin birçoğunun boğulmadan kaynaklandığı dikkate alındığında, toprak harcın özellikle taş malzemesiyle kullanıldığında hiçbir bağlayıcılık özelliğinin olmadığı ve en ufak yatay yük altında dağıldığı ortaya çıkacaktır
- Deprem hasarına neden olan yapım hatalarından bir diğeri de, yatay ve düşey destekleyici elemanların yani “cisir”lerin, yetersiz sayıda, düzensiz ve zayıf kenetlenmelerle inşa edilmiş olmalarıdır. Yapılan incelemelerde, gelen yükü taşıması gereken bu malzemelerin birçoğunun zorlanmaya maruz kalmadıkları, bağlantı yerlerinden kolaylıkla sıyrılıp düştükleri ve bu nedenle de yapıların depreme karşı dayanım sergileyemedikleri gözlemlenmiştir. Yıkım da genellikle bu şekilde başlamıştır
- Taşıyıcı duvarları kerpiç ve taştan imal edilmiş yığma yapıların bir bölümünün kalın toprak damlı oldukları tespit edilmiştir. Taşıyıcı duvarların çok gevrek olması ve destekleyici elemanların yetersiz olması nedeniyle, deprem sırasında bu tür yapılarda toprak damın yapının içine doğru çöktüğü, daha sonra da taşıyıcı elemanların yıkıldığı gözlenmiştir

- Yapılar hiçbir yönetmelik, standart ve konstrüktif esaslara uyulmadan gelişi güzel inşa edilmişlerdir. Taşıyıcı duvar malzemesi olarak kullanılan taşların ve kerpiçlerin aynı yapıda bir arada ve üstelik düzensiz olarak yerleştirildikleri, birbirleriyle olan aderansın çok zayıf olduğu tespit edilmiştir Yıkımların çok olduğu bölgelerde dahi biraz olsun yapım kurallarına uyularak inşa edilmiş yapıların birçoğunun hiçbir hasar görmediği de incelemeler sonrası ortaya çıkmıştır.

4. RİSK

Risk, belirli bir alanda, tehlike olasılığına göre kaybedilecek değerlerin ölçüsünü veya bir olayın doğurabileceği olumsuz sonuçların toplamını ifade eden kavramdır.

Başka bir deyişle;

$\text{Risk} = \text{Potansiyel kayıplar veya Risk} = \text{Risk Tahmini} \times \text{Hassasiyet}$ [21]

Risk, belirli bir zaman aralığında, hedeflenen bir sonuca ulaşamama, kayba ya da zarara uğrama olasılığıdır. Gelecekte oluşabilecek potansiyel sorunlara, tehdit ve tehlikelere işaret eder. Risk genellikle tam ve net olarak bilinemez ya da öngörülemez (belirsizlik), zamana bağlı olarak değişir. Sonuç üzerinde olumsuz etkileri vardır. Yönetilebilir bir olgudur.

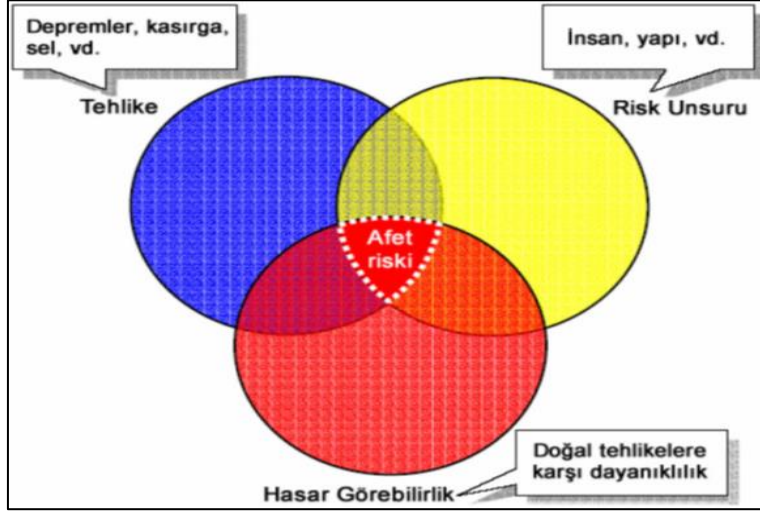
Risk kelimesi; gelecekteki belirli bir zaman içerisinde, belirli bir tehlikenin, bu tehlikeye maruz olan değerler veya tehlike altındaki unsurlara bunların zarar veya hasar görebilirliklerine bağlı olarak, verebileceği zararları ifade eder [22]. Çeşitli riskleri kavramak ve karşılaştırmak amacıyla bilim adamları, araştırmacılar ve ekonomistler bu riskleri oluş olasılıkları ve yol açabilecekleri potansiyel zarar ve kayıplar açısından incelemeye çalışırlar. Başka bir ifade ile bir olayın oluşturabileceği olumsuz sonuçların toplamı olan risk kavramı, mühendislik ve sigortacılık kısaca kayıp olasılığı olarak tanımlanmaktadır (Şekil 4.1).

Riskten yani kayıp olasılığından bahsedebilmek için, belirli bir yerde, belirli bir büyüklükte bir olay veya tehlikenin olması, mevcut değerlerin bu tehlikeden etkilenme oranlarının veya hasar görebilirliklerinin mevcut olması veya tahmin edilebilmesi gerekmektedir. Dolayısıyla riski de aşağıdaki matematiksel formülle göstermek mümkündür:

$\text{Risk} = \text{Tehlike} \times \text{Tehlikeye Maruz Değerler} \times \text{Hasar görebilirlik}$ [23]

Riskin temel bileşenleri ise, oluşma olasılığı ve oluşması durumunda sonucu ne ölçüde etkileyeceğidir. Ancak riskin yalnızca olumsuz etkileri olan bir kavram olduğunu

düşünmek büyük bir yanlış olur. Riske kazanç elde etme fırsatı olarak bakılmalı, fırsata dönüştürülmesi için sistematik bir çaba gösterilmelidir.



Şekil 4.1. Doğal afetlerin oluşum mekanizması [24]

4.1. Risk Yönetimi

Bir olayın meydana getirebileceği olumsuz sonuçların tümü risk kavramını oluşturmaktadır. Risk kavramından bahsedebilmek için belirli bir yerde belirli bir büyüklükte bir tehlike veya olayın olması, mevcut değerlerin bundan zarar görmesi, etkilenme veya zarar görebilme oranlarının tahmin edilebilir olması gerekir. Risk yönetimi ise, olası afet durumlarının belirlenmesi; oluşma olasılıklarının değerlendirilmesi; risk altındaki topluluk üzerindeki etkilerinin ne olabileceğinin saptanması; risk azaltıcı ölçütlerin belirlenmesi; tehdidi azaltıcı politikaların uygulamaya konulması gibi hususları içermektedir.

Deprem öncesinde yapılması gereken çalışmalar risk yönetimi, deprem sonrasında yapılan çalışmalar afet yönetimi olarak adlandırılabilir.

Ülke, bölge, kent ve yerel ölçekte risk türleri ve düzeylerini tespit etme, azaltma ve paylaşma çalışmaları ile bu alandaki planlama esaslarını ifade eder. Tehlike ve riskin belirlenmesi ve analizi ile imkân, kaynak ve önceliklerin dikkate alınarak idare edildiği süreçtir. Afet senaryolarının hazırlanması, uygulama önceliklerinin belirlenmesi ve riskin azaltılabilmesi için genel politika ve stratejik planlarla, uygulama planlarının hazırlanması

ve hayata geçirilmesi bu süreç kapsamındadır. Afet risk yönetimi kavramı dünyada yeni kabul gören bir kavram olup, gelişmiş ve gelişmekte olan hemen her ülke, plan ve politikalarını bu yöne ağırlık vererek geliştirmeye çalışmaktadır.

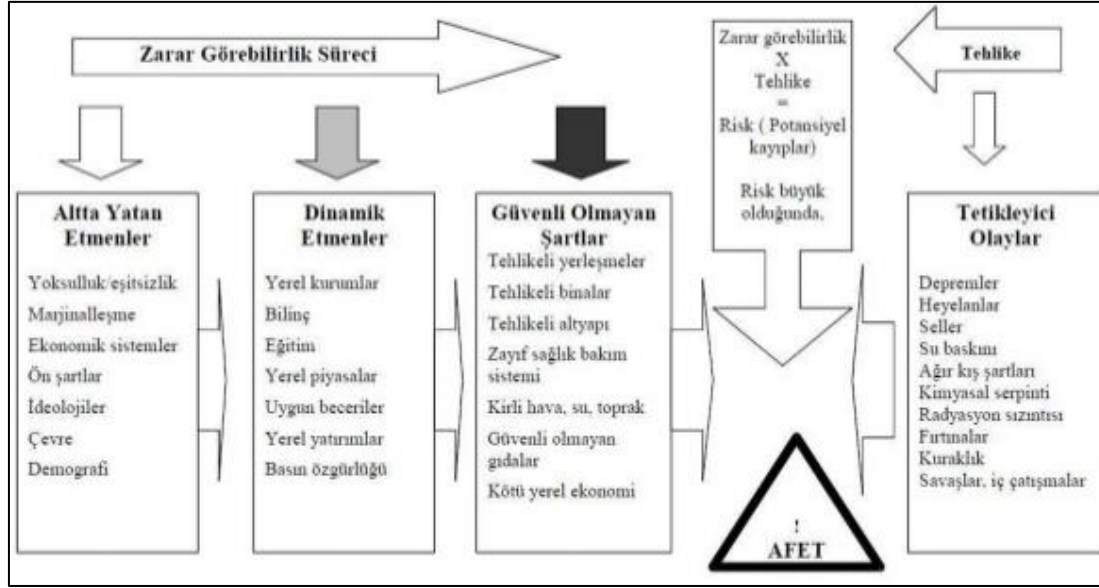
4.2. Risk Analizi

Risk Analizi Stratejik kararlarda ele alınan değişkenle ilgili olan riskin kapsamlı olarak anlaşılmasını sağlayan yöntemlerin bütünüdür. Başka bir ifade ile ilgi duyulan değişkene ilişkin kestirim, olasılık dağılımı biçiminde ortaya konur [25].

Mekânsal risk analizi; fiziki, doğal, tarihi ve kültürel değerleri korumak ve geliştirmek, koruma ve kullanma dengesini sağlamak, ülke, bölge ve şehir düzeyinde sürdürülebilir kalkınmayı desteklemek, yaşam kalitesi yüksek, sağlıklı ve güvenli çevreler oluşturmak üzere hazırlanan, arazi kullanım ve yapılaşma kararları getiren mekânsal planların yapımına ve uygulanmasına ilişkin usul ve esasları belirlemektir.

4.3. Riskin Afete Dönüşmesi

Doğal riskler ve doğal afetler fiziksel karakteristiklerinden çok sosyal yıkıcılığına bağlı olarak tanımlanmaktadır. Doğal risk, fiziksel çevrenin, bireylerin ve toplumun refahını tehdit eden yönleri olarak tanımlanmaktadır. Toplumsal refaha yönelik bu tehditler, sosyal ekonomik ve politik sistemler ya da yapısal çevre (binalar, barajlar, enerji ve su sistemleri, köprüler ve yollar) üzerinde meydana gelecek, normal ve gündelik sosyal yaşamı sarsacak zararlı ya da yıkıcı etkileri içermektedir. Doğal afet ise bu tehdidin gerçekleşmesi sonucu yapısal ve sosyal çevrenin etkilenmesi, sosyal sistemin büyük bir baskı altında kalması; bir kolektif gerilim ortamının yaşanması; ekonomik sistemin vatandaşlar tarafından rutin biçimde talep edilen mal ve hizmetleri tedarik etme gücünü kaybedecek ölçüde tahrip olması biçiminde tanımlanmaktadır [25].



Şekil 4.2. Tehlike, zarar görebilirlik, risk ve afet arasındaki ilişki

5. HASAR GÖREBİLİRLİK

Afet planlaması veya yönetiminde tanımı oldukça karmaşık bir kavram olan Hasar Görebilirlik kavramını en genel ifadeyle; bir toplumun, bir yapının veya hizmetin, tehlike oluşturduğunda görebileceği hasar veya zararın olası ölçüsü olarak tanımlamak mümkündür. Başka bir deyişle hasar görebilirlik; tehlikeye maruz olan bir unsurun ya da unsurlar grubunun (insan, yapı, yaşam, sos yo-ekonomik düzen gibi), tehlikenin meydana gelmesi halinde, görebileceği, fiziksel, sosyal veya ekonomik kayıp ve zararların ölçüsü olarak tanımlanabilir. Daha genel bir tanımla hasar görebilirliği; bir insanın ya da sosyal grubun herhangi bir tehlikenin etkilerini tahmin etme, zararlarını azaltma, meydana gelmesi halinde sonuçları ile başa çıkma, direnç gösterme ve yaşamı normal hale döndürme konularındaki gerekli kapasite eksikliği olarak tanımlamak daha doğrudur. Afetin tanımında da belirtildiği gibi, afet bir olay veya tehlikenin kendisi değil, yol açtığı kayıplar yani olumsuz sonuçlardır. Dolayısıyla afeti aşağıdaki basit formülle ifade etmek mümkündür:

$$\text{Afet} = \text{Tehlike} \times \text{Hasar görebilirlik}$$

Bu formülden de anlaşılacağı üzere, tehlike ne kadar büyük olursa olsun, hasar görebilirlik küçükse, yani toplumun tehlikeyi belirleme, zararlarını azaltma, başa çıkma, yaşamı süratle normale döndürme kapasitesi yüksek ise afet o kadar küçük boyutta olacaktır. Aksine tehlike küçükte olsa, hasar görebilirlik yani toplumun tehlikeyi belirleme, zararlarını azaltma ve başa çıkma kapasitesi yetersiz ise, afetin yol açtığı kayıp ve zararlar yine de büyük olacak ve küçük bir tehlike büyük bir afet sonucunu doğuracaktır. Hasar görebilirlik kavramını;

- Fiziksel hasar görebilirlik,
- Sosyal hasar görebilirlik,
- Ekonomik hasar görebilirlik Olarak gruplara ayırmak mümkündür [5].

5.1. Kentsel Risk Unsurları Ve Hasar Görebilirlik

Kent türünden olan bir merkezdeki binalar farklı strüktürlerde, çeşitli malzemelerle üretilmiş ve muhtelif yaşlarda olan yapılardan oluşur. Şiddetli bir depremde beklenen bina

davranışı ve hasar dokusu yapısal değişkenlerin sayısına ve üzerine yerleşilen arazinin jeolojik karakterine göre değişecek ve kentin tamamında aynı olmayacaktır [26].

5.2. Jeolojik Risk Unsurları

Zemin davranışına bağlı riskler temel olarak ikiye ayrılmalıdır:

- 1- Zeminin jeolojik özelliklerine bağlı olarak, büyük bir depremde ortaya çıkabilecek ve mühendislik anlamında engellenmesi güç olan “doğrudan riskler”: Zeminin doğal yapısı sonucu, deprem hareketi sırasında sergileyeceği davranışın kentsel alanlarda sebep olabileceği bölgesel riskler (yüzey faylanması, çökme, toprak kayması).
- 2- Zemin-yapı arasındaki etkileşim sonucu bina davranışına bağlı olarak ortaya çıkan ve tasarım ve mühendislik çözümleriyle önüne geçilebilmesi olanaklı “dolaylı (ikincil) riskler”: Zemin-yapı arasındaki etkileşimle ilişkili olarak, zeminin beklenen davranışıyla uyumlu tasarlanmamış binaların hasarıyla sonuçlanabilecek nokta-sal risk odakları (rezonans, zemin büyütmesi, sıvılaşma) Kentsel dokuya bağlı olarak zincirleme-bölgesel risk söz konusu olabilir. Genel risk değerlendirmesi yapılırken, bölgenin deprem bölgesi derecesi, aktif faylarla olan konum ilişkisi, jeolojik katmanların yeraltındaki dizilişleri ve özellikleri, topografya, yeraltı suları, zeminin deprem davranışına ilişkin genel veriler ve bu gibi pek çok bilgi içeren ülke, bölge ve kent ölçeğindeki haritalar ve özellikle mikro-bölgeleme haritaları plan/tasarım süreci öncesinde başvurulması gereken kaynaklardır [26].

Çökme, “zeminin uzun bir zaman dilimi boyunca kademeli olarak dibe doğru oturması, yerleşmesi” olarak tanımlanır. Bütün bir arazide meydana gelecek muntazam bir çökme binanın kendisine doğrudan bir tehdit oluşturmayabilir. Ancak depremin belli bir alanda oluşabilecek çökme miktarını hızlandırarak geri dönüşü olmayan kentsel alan kayıplarına yol açması olasıdır.

Yapıların üzerinde inşa edildikleri zeminin durumuna göre depremdeki davranışları değişebilmektedir. Yapı sistemlerinin modellenmesinde yapı zemin etkileşimi göz ardı edilemeyecek bir gerçek olarak ortaya çıkmaktadır [27]. Örneğin, deprem dalgaları kaya zeminlerde yüksek hızlarda ve yüksek frekanslı titreşimlerle ilerlerken, gevşek zeminlerde daha yavaş hareket etmekte ve uzun periyotla titreşimlere sebep olmaktadır. Az katlı rijit

binalar, yüksek frekanslı yani kısa periyotla hareketlere olumsuz tepki verirken, çok katlı yapılar için bunun tam tersi geçerlidir.

Zemin ve bina periyotlarının uyumsuz olması, binanın yer sarsıntısıyla aynı anda sallanmasına ve tasarlanandan çok daha fazla ötelenmesine sebep olur [28]. Bu durum basit olarak yapıya gelen kuvvetin her seferinde yapının salınımını artıracak şekilde etkimesi olarak ifade edilmektedir [10]. Bazı zemin türleri ana kayadaki deprem etkisini değiştirerek verir, özellikle dolgu olan zeminler deprem etkisinin büyümesine sebep olur [29].

Zemin sıvılaşması kil taneciklerinden yoksun ince taneli kum ve sitlerin arasında bulunan gözeneklerdeki su basıncının artması sonucu, katı görünümlü tabakaların geçici olarak mukavemetlerini kaybederek sıvı gibi davranır duruma dönüşmesiyle oluşur [28]. Sıvılaşma sonucu, altındaki zemin tabakası artık yapının temelini desteklemeyeceğinden bina zemine gömülebilir veya hafif yapılarda yukarı doğru hareket ederek yüzme eğilimi gösterebilir.

Gelişmiş ekonomilere sahip toplumlarda, inşaat teknolojisi ve tasarım tekniklerinde kaydedilen aşamalar sayesinde geçmişte yerleşime uygun bulunmayan alanlarda yapılaşmanın artık mümkün olmadığı belirtilmektedir. Ancak güvenli bir yerleşimin ilk ve belki de en önemli adımı, jeolojik verilerin planlama ve tasarım süreçlerinde verilen kararlarda belirleyici etkenler olarak değerlendirilmesidir. Hayati önem içeren zemin koşulları değişkenlerinin gereğince dikkate alınmaması, olası davranış biçimlerinin beklenen bir depremde ortaya çıkacağı gerçeğini değiştirmeyecek, dolayısıyla muhtemel bir doğa olayının bir afete dönüşmesinde etkili birer etken olmalarını sağlayacaktır.

Kentleşme perspektifinden bakarak, Türkiye’de kentleri ve burada yaşayanları riskli hale getiren unsurlar nasıl tespit edilebilir? Bu tespitin yapılması son derece önemlidir. Zira afetler karşısında korunma, afet zararlarının azaltılması sürecinde başlangıç noktası risklerin, riskleri oluşturan unsurların tespitidir. Ancak bu belirlemeden sonra etkili önlemler ve hazırlık stratejileri hayata geçirilebilir. Türkiye’de başlıca jeolojik risk unsurları; ülkenin büyük bölümünün birinci derece deprem bölgesi olması, büyük kentlerin çoğunun fay hatlarının üzerinde veya çok yakınında yerleşmiş olmalarıdır [29].

Türkiye’de son 70 yıldır doğal afetler nedeniyle hayatını kaybeden insan sayısı 100 000; hasar gören konut sayısı 600 000 ve çeşitli şekillerde depremde etkilenen konut sayısı 500 000 civarındadır. Ortalama olarak her yıl 1 000 kişi depremde hayatını kaybetmekte, 2 100 kişinin yaralanmakta, 7 000 yapı hasar görmektedir. İnsanlar ve yapılar üzerinde tahribat yaratan doğal afetler, ekonomik kayıpları açısından ciddi bir tehlike oluşturmaktadır [27].

6. MİKRO BÖLGELEME VE AFET SENARYOLARI

Kavram olarak mikro bölgeleme, 1960'lı yıllarda, yeni iskâna açılacak alanlarda, yerel ölçekte deprem tehlikesini belirlemeyi ve uygun alan kullanım kararları alınarak deprem zararlarını azaltmayı amaçlayan çalışmalar olarak başladığı için "sismik mikro bölgeleme" olarak ta adlandırılmaktadır [19].

Yapılar, yollar, meydanlar ve yeşil alanlar kentleri oluşturan temel öğelerdendir. Bu öğelerin nicelik ve nitelik olarak büyüüp çoğalması, çeşitlenmesi ve işlevi ile ayrıntı düzeyinin yükselmesi bir yerleşmenin kent sayılıp sayılmayacağını da ölçüsü sayılmaktadır. Kent/Bölge planlaması insanların içinde yaşadığı fiziksel çevrenin formal ya da fonksiyonel amaçlarla düzene sokulması demektir. Bu hedef doğrultusunda kent planlaması, yapılan tasarım, kaynak sağlama, donatım, alt yapı ve inşaat çalışmalarının örgütlenmesi olarak tanımlanabilir. Günümüz kent / bölge planlamasının hedeflerinden en önemlisi insanlara sağlıklı ve güvenli bir yaşam sağlamaktır. Bölge planlama kent üstü mekânlarda toplumca benimsenen amaçlara ulaşmak için, ekonomik ve sosyal faaliyetler ile doğal ve yapay fiziksel çevrenin karşılıklı etkileri göz önünde tutularak gerçekleştirilen çok yönlü planlama olarak tanımlanabilir [30].

Mikro bölgeleme, çeşitli sosyal, bilimsel ve teknik öğeleri dikkate alarak yapılabilir. Genel olarak afet ve özel olarak depremin doğal etkileri, bölgeleme çalışmalarında dikkate alınır. Böylece bir temel oluşturarak bilimsel ve teknik öğelerin en önemlisi de oluşturulur. Mikro bölgeleme çalışmaları ve afet senaryoları yerel ölçekte afet tehlikesi ve risklerini belirlemeyi amaçlayan çalışmalardır. Bu çalışmalar, bir bölgenin gelişme planı veya çevre düzeni planlarının hazırlanmasına esas olmak üzere hazırlanabileceği gibi, imar planlaması amacıyla da, daha büyük ölçekte ve daha detaylı olarak hazırlanabilirler.

Afet senaryoları geçmişte meydana gelmiş olan, deprem ve diğer doğal afetlerden elde edilen sonuçları kullanılarak hazırlanabileceği gibi, bu sonuçları esas alarak geliştirilen tecrübeye dayalı ya da matematiksel modelleme tekniklerini kullanılarak oluşturulan benzeşim modellerinden de faydalanan hazırlanabilmektedir. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde, bazı benzeşim modelleri kullanılarak farklı türden ve çeşitli büyüklüklerdeki afetlerin neden olabileceği fiziksel, sosyal ekonomik ve çevresel tüm

etkileri ve bu etkilerin mekânda dağılımları, can kayıpları ve yaralanmalar, yapı ve altyapı hasarları, acil ihtiyaçlar, mevcut kapasiteler, istenildiği takdirde afet yöneticileri için müdahale öncelikleri, ihtiyaçların nerelerden ve nasıl temin edileceği gibi hususlar da senaryolara dâhil edilebilmektedir. Her hangi bir il ölçeğinde yapılan çalışmalar, ilin sahip olduğu afet tehlikesi ve riskini, çalışmanın ölçeği nedeniyle, ana hatlarıyla belirleyen çalışmalar olduğu için illerin gelişme planları, zarar azaltma stratejik planları ve il kurtarma ve yardım planlarının hazırlanmasına kullanılırlar.

Türkiye pratiğinde mikro bölgeleme yaklaşımı, imar planlaması ölçeklerinde, 1/10.000, 1/5000, 1/1000 gibi ve arazilerin fonksiyonel kullanımı amacıyla alınan bölgeleme (zoning) pratiğine esas oluşturması amacıyla, yapılaşmamış alanlardaki deprem ve diğer doğal tehlikelerini belirleyip, bu tehlikelerin olası zararlarını, uygun bölgeleme ve yapılaşma kararlarıyla, azaltmak için başlatılmış çalışmalardır [31].

Afeti önleme strateji ve politikalarının saptanmasında çeşitli alternatifler söz konusu olabilmektedir. Yerleşkelerin zaman içinde sismik risklerinin azaltılması temelde:

- Yeni yapıların sağlam yapılması,
- Kent dinamikleri çerçevesinde dönüşüm neticesinde yenilenen yapısal stokların sağlam yapılması,
- Mevcut yapıların belirli bir program çerçevesinde güçlendirilmesi, şeklinde olabilecektir [32].

Mikro bölgeleme çalışmaları sonucunda elde edilen mikro bölgeleme haritaları ve eki raporlar, yapı tasarımı ile ilgili olmayıp, tamamen mekânsal planlamaya yol gösteren ve deprem ve diğer doğal afet zararlarının azaltılmasında en akılcı yol olan, afete duyarlı planlama aracılığı ile afet zararlarının azaltılmasına yönelik bir araçtır. Planlara temel girdi olarak hazırlanan mikro bölgeleme haritaları temelde mühendislik jeolojisi haritalarıdır. Bu haritaların içeriği kentin doğal ve jeolojik karakteristiklerine önceliklerine göre şekillenir. Yerleşime uygunluk haritaları bir yerbilimleri sentez haritası şeklinde kentin bütün jeolojik ve risk verilerini kapsayabilirken tek bir amaca yönelik olarak deprem risk haritaları, sivilaşma haritaları vb. üretilirler.

6.1. Türkiye’de Mikro Bölgeleme

Bölgeleme konusunda akademik/ticari/teknik olarak yapılan uluslararası çalışmalarla kıyaslandığında, Türkiye açısından mikro bölgelemeye temel oluşturacak bilimsel ve teknik altyapının hala tam olarak oluşmadığı görülmektedir. Araştırmacılar, Türkiye’de mikro bölgeleme terimi yerine, Bölgeleme teriminin daha uygun bir terim olacağını düşünmekte [30].

Bölgeleme çalışmalarını Türkiye’de yasal zorunluluk olan yerleşime uygunluk çalışmaları ile kıyaslandığında şu sonuçlar ortaya çıkmaktadır:

- a) Bölgeleme çalışmaları daha geniş kapsama sahiptir.
- b) Bölgeleme çalışmaları format olarak konu bazlı (zemin büyütmesi, sıvılaşma, yamaç duyarlılığı) Çalışmalar olması rağmen, yerleşime uygunluk çalışmaları mesleki temel (jeofizik/jeoloji/Geoteknik) çalışmalardır.

17 Ağustos 1999 Kocaeli’nde meydana gelen depremin ardından, eski Afet İşleri Genel Müdürlüğü Türkiye’deki deprem riskini azaltmak amacı ile çeşitli girişimlerde bulunmuştur. Günümüzde Çevre ve Şehircilik Bakanlığı olarak bilinen eski Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü (AİGM) “Deprem Risklerini Azaltmak için Mikro bölgeleme” (MERM) adı verilen çalışmaya başlamıştır. Afet Risk Yönetimi Dünya Enstitüsü (DRM), İsviçre Federal Dış İlişkiler Dairesi, İsviçre Kalkınma ve İşbirliği Teşkilatı’nın (SDC) mali desteği ile bu projeyi yürütmüştür. Projenin tasarlanmasına 1999 yılının Eylül ayında başlanmış ve proje Mart 2002-Şubat 2004 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma sonucunda, “Belediyeler için Sismik Mikrobölgeleme” genel başlığı altında aşağıdaki proje belgeleri oluşturulmuştur:

- (1) Genişletilmiş Özet; (2) Sismik Mikro bölgeleme El Kitabı; ve, (3) Örnek Uygulamalar, Bilimsel Son Durum Raporu ve Sürdürülebilir Uygulama için Yardımcı Bilgiler Raporunu içeren Kaynak Bilgiler. DRM, MERM Projesini Türkiye’den ve uluslararası katkılarla gerçekleştirmiştir [7].

(2)

Depreme göre bölgeleme, benzer deprem tehlikesine sahip bölgelerin tanımlanmasıdır. Eğer depreme göre bölgeleme ulusal ölçekte yapılmışsa (1997 Türkiye Deprem Yönetmeliği de dahil olmak üzere birçok ülke yönetmeliğinde bu yol izlenmiştir), bu aynı

zamanda Makro bölgeleme olarak da isimlendirilir. Makro bölgeleme belirli bölgelere özgü deprem hareketi tehlikesine dayanmaktadır. Bu durumda deprem tehlikesi, olası aktif fayların dağılımını, gözlenen ve kaydedilmiş depremlerin kataloglarını ve uygun azalım ilişkilerini dikkate alan olasılıksal modellerle hesaplanmaktadır. Makro bölgeleme haritaları önceden tanımlanmış bir zemin veya kaya koşuluna göre deprem tehlikesini göstermektedir. Fakat küçük ölçekli haritaların yeterli detayda olmaması nedeni ile makro bölgeleme haritalarında yerel zemin koşulları dikkate alınmamaktadır [7].

Sismik mikro bölgeleme el kitabına göre, Mikro bölgeleme 30 000 ve üstü nüfusa sahip belediyeler tarafından uygulanmalıdır. Dolayısıyla Elazığ, 568 753 kişi nüfusa sahip olmak üzere bu projenin gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Ayrıca her kentin kendi içinde de mahalle bazında duyarlılık planlarının yapılması ve her hangi bir afete karşı hazırlıklı olma avantajlı olmakla birlikte, belediyelerin ve devletin işini kurtarma ve önleme açısından daha da kolaylaştırabilmektedir.

6.2. Jeolojik açıdan mikro bölgeleme

Jeolojik-Jeoteknik Etütler ve Mikrobölgeleme çalışmaları, bu çalışmaların final ürünü olan çeşitli ölçeklerdeki afet tehlike haritaları vb., bu entegrasyonu sağlayabilecek ve planlama çalışmalarına veri oluşturabilecek, planlanması düşünülen alanlardaki tüm afet tehlikelerinin, yapılaşması tamamlanmış çevrelerde ise, tüm afet tehlike ve risklerinin büyük ölçekli haritalarda belirlendiği, güvenli arazi kullanımı ve bölgeleme kararlarının verilmesinde, kentsel dönüşüm ve zarar azaltma planlaması çalışmaları için stratejik amaçlar, hedefler ve önceliklerinin belirlenmesine girdi sağlayacak çok disiplinli çalışmalardır.

Mevcut veya olası yerleşim alanlarında afet zararlarının azaltılması ve afete duyarlı planlamanın etkin hale getirilmesi için İmar Mevzuatında belirtilen planların hazırlanmasından önce, plan ölçeğiyle uyumlu nitelikte, Jeolojik Etüt, Jeolojik- Jeoteknik Etüt ve Mikrobölgeleme Etüt Raporlarının hazırlanması ve sonuçlarının ilgili idarelerce plan kararlarına yansıtılması gerekmektedir.

7. COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİNDE RİSK ANALİZİ

Coğrafi Bilgi Sistemleri görüntüleme, veri analizi, sorgu, çıktı ve benzeri araçlara sahip oluşu nedeni ile risk analizi ve yönetiminde kullanılabilir güçlü bir bilgi sistemidir. Doğal afetlerin (deprem, su taşkını, heyelan, vb.) belirlenmesinde uydu görüntüleri, hava fotoğrafları ve kartografik veriler kullanılarak, CBS’de analizi ile olası riskin belirlenmesi mümkündür. Risk analizi çalışmalarında, riskin oluşması için sahada meydana gelen ve sonraki dönemlerde meydana gelme olasılığı bulunan doğal tehlikeler incelenerek CBS veri tabanı içerisinde analizine ve sorgulanmasına imkân verecek veri türleri belirlenmesi gerekmektedir. Veri türlerinin tespiti, araştırmanın yapısına bağlı olarak CBS’de kullanılabilen değerlendirme araçlarına başvurularak olası risk değerlendirmesi yapılır [1].

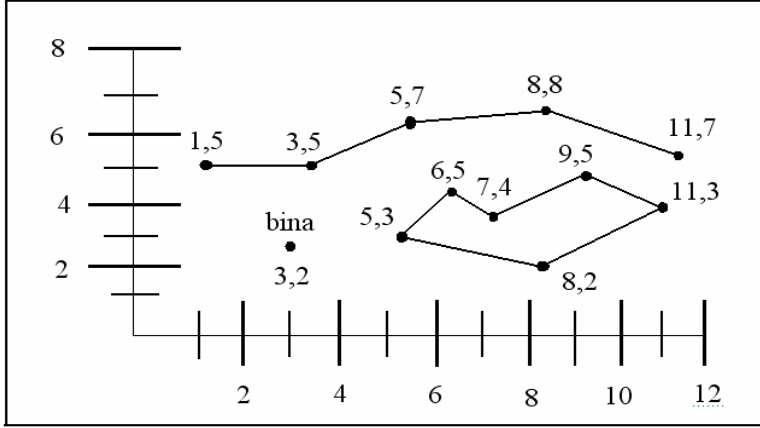
Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS); konuma dayalı işlemlerle elde edilen grafik ve grafik olmayan verilerin toplanması, saklanması analizi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bir bütünlük içerisinde gerçekleştiren bilgi sistemidir. Coğrafi bilgi sistemleri, yeryüzü şekillerini ve yeryüzünde gelişen olayları haritaya dönüştürmek ve bunları analiz etmek için gerekli olan bilgisayar destekli araçlardan oluşan bir sistem olarak algılanmaktadır. CBS teknolojisi ortak veri tabanlarını birleştirme açısından diğer sistemlere göre farklıdır.

Coğrafi Bilgi Sistemlerini şu 5 bileşenden oluşmaktadır: (1) donanım, (2) CBS yazılımları, (3) yöntemler, (4) veri ve (5) veriyi yazılımlar ile işleyebilecek düzeyde yetenekli insan. Ayrıca, Coğrafi Bilgi Sistemlerinde vektör ve raster modelleri olmak üzere iki tip veri modeli bulunmaktadır [33].

7.1. Vektör Veri Modeli

Vektörel veri modelinde, nokta çizgi ve poligonlar (x,y) koordinat değerleriyle kodlanarak depolanırlar. Nokta özelliği gösteren bir elektrik direği tek bir (x,y) koordinatıyla tanımlanırken, çizgi özelliği gösteren bir yol veya akarsu şeklindeki coğrafik varlık birbirini izleyen (x_1,y_1) (x_2,y_2) $(x...y...)$ (x_n, y_n) koordinat serisi şeklinde saklanır. Poligon özelliğine sahip coğrafi varlıklar, örneğin imar adası, bina orman alanı, parsel veya göl, kapalı şekiller olarak, başlangıç ve bitişte aynı koordinat olan (x_1,y_1) (x_2,y_2) $(x...y...)$ (x_n, y_n) (x_1,y_1) dizi koordinatlar ile depolanır. Vektörel model coğrafik

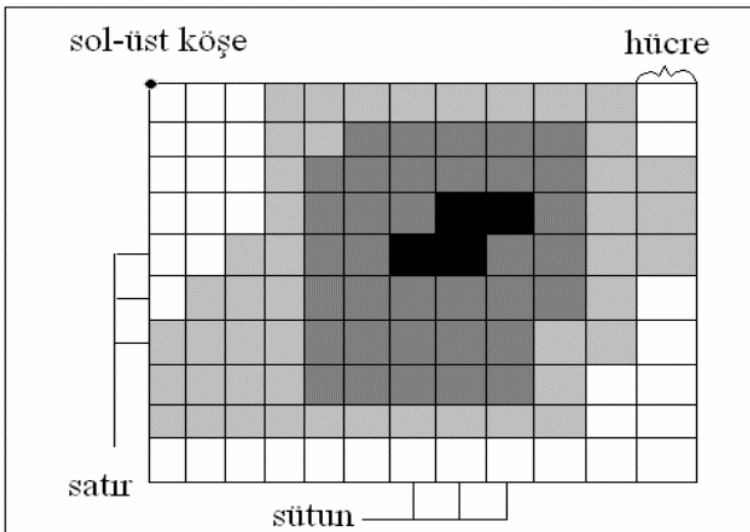
varlıkların kesin konumlarını tanımlamada son derece uygun bir modeldir. Ancak süreklilik özelliği gösteren coğrafik varlıkların, örneğin toprak yapısı, bitki örtüsü, jeolojik yapı ve yüzey özelliklerindeki değişimlerin ifadesinde daha az kullanışlı bir model olarak bilinir [34].



Şekil 7.1. Coğrafi bilgi sistemlerindeki vektör tipi veri [34]

7.2. Raster (Hücresel) Veri Modeli

Hücresel ya da raster veri modeli daha çok süreklilik özelliğine sahip coğrafik varlıkların ifadesinde kullanılmaktadır. Raster görüntü, birbirine komşu grid yapıdaki aynı boyutlu hücrelerin bir araya gelmesiyle oluşur. Hücrelerin her biri piksel (pixel) olarak da bilinir. Fotoğraf görüntüsü özelliğine sahip raster modeller, genellikle uydu görüntüsü, fotoğraf ya da haritaların taranması (scanning) ile elde edilirler.



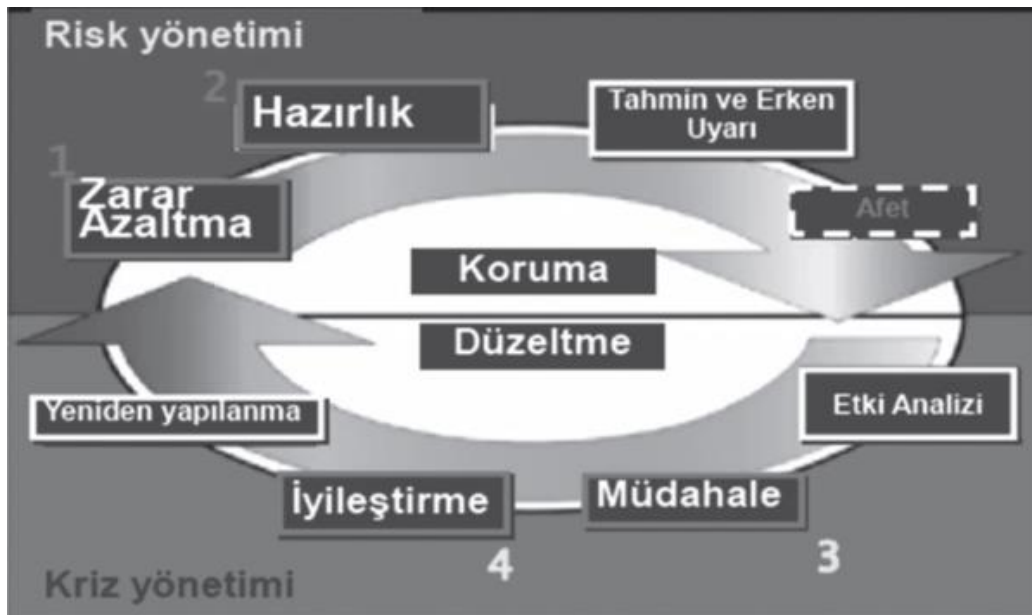
Şekil 7.2. Coğrafi bilgi sistemlerindeki raster tipi veri [34].

7.3. Coğrafi Bilgi Sistemleri, Afet, Risk Yönetimi ve Analizi

Modern afet yönetimi modellerine baktığımızda, afet öncesi yapılacak olan “risk azaltma” ve “hazırlıklı olma” çalışmalarının “Afet Döngüsü”nün en önemli aşamaları olduğu görülmektedir [35].

Modern afet yönetimi sisteminde, Kayıp ve Zarar Azaltma, Hazırlık, Tahmin ve Erken Uyarı, Afetleri anlamak gibi afet öncesi korumaya yönelik olan çalışmalara “risk yönetimi” denilirken; Etki Analizi, Müdahale, İyileştirme, Yeniden Yapılanma gibi afet sonrası düzeltmeye yönelik olarak yapılan çalışmalara ise “kriz yönetimi” adı verilir. Risk yönetiminin ihmal edildiği yerlerde kriz yönetimi başarılı olamaz. Bunun için Türkiye’de kriz yönetiminden risk yönetimine geçerek afetlere müdahale ve iyileştirmeden daha çok afetin oluşmaması, zararlarının azaltılması, hazırlık, tahmin ve erken uyarı konularına önem verilmelidir [36].

İyi bir risk yönetimi bilimsel temellere dayalı risk analizi ile başlar. Doğru bir risk analizi afet öncesinde iyileştirme ve yeniden yapılanma ve planlama çalışmalarını şekillendirirken afet sonrasında ise ilk yardım ulaşacak bölgeleri belirlemede kolaylık sağlar.



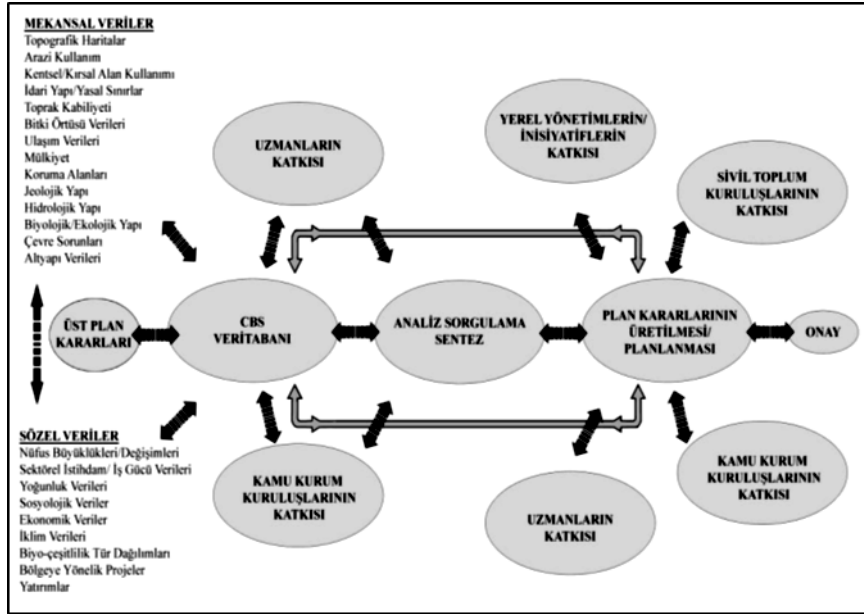
Şekil 7.3. Modern afet yönetim sistemi ve evreleri [37].

CBS'nin afet yönetim sistemi ve risk analizi çalışmalarında kullanılmasının mekânsal karar vermek önemli avantajları vardır.

CBS, afet yönetiminin ve risk analizinin tüm aşamalarında kullanılan en etkin bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır. CBS yardımı ile çeşitli afetlerin izlenmesi, afet risk haritalarının oluşturulması, erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesi, afet durum tespitlerinin yapılması, çeşitli afet senaryolarının hazırlanması, acil destek planlarının hazırlanması, olası bir afete karşı alternatifli tahliye ve ulaşım planlarının yapılması, arazi kullanım planlarının yapılması, açık alanların planlanması, koruma ve rekreasyon alanlarının planlanması, halk güvenliği ve güvenilir yapılaşma sahalarının planlanması, tarihi kaynakların tespiti ve korunması, afet sonrasında en fazla yardıma ihtiyacı alanların tespiti ve gözlenmesi, arama ve kurtarma çalışmalarının yönlendirilmesi, afetin etki alanlarının tespiti gibi konularda bir çok çalışmalar yürütülmektedir [38].

CBS, mekânsal ve mekânsal olmayan geniş hacimli verilerin toplanması, depolanması ve birlikte değerlendirilerek analiz edilmesi ve sunulmasında önemli bir karar destek aracıdır. Bu nedenle gerekli verilerin değerlendirilmesi ve risklerin belirlenmesi, afet yönetimi kapsamında çalışmaların ve bilgi akışının yapılması için CBS önemli araçtır [39].

Herhangi bir doğal afet yönetimi, Afetin felakete dönüşmemesi için alınacak önlemler (risk analizi, mikro bölgeleme çalışmaları, planlama için doğru yer seçimi ile başlayan deprem duyarlı planlama çalışmaları vb.) afet zamanında etkin ilkyardım çalışmaları, Afet sonrası bölgenin yeniden yapılandırılmaları olmak üzere üç aşamalı bir modellenmedir; bu modellenmede CBS'nin yeri ve fonksiyonu aşağıdaki şekilde verilmiştir;



Şekil 7.4. Planlama sürecinde CBS kullanımı [40].

Şimdiki Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, önceki bayındırlık ve iskan bakanlığı, afet işleri genel müdürlüğüne bağlı deprem Araştırma dairesi tarafından hazırlanmış olan “coğrafi bilgi sistemi ile deprem bölgelerinin incelenmesi” projesinde, Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımları kullanılarak yapılan bir çalışmada, ülkedeki deprem tehlikesini coğrafi bölge, il, ilçe, belediyeler v.b. gibi ölçeklerde gösteren ve tehlike altındaki değerleri ortaya koymuştur. Bu çalışma ile her deprem bölgesinin kaç km² alan kapladığı, her zonda ne kadar insan yaşadığı, yerleşim birimleri ve enerji santralleri gibi önemli yapıların hangi zonda olduğu belirlenmiştir. Ayrıca hasar yapan depremlerin ve bilinen diri fayların deprem bölgeleri haritası üzerinde nasıl bir dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Bu sistemi kullanarak, sonuçlar şekil, tablo ve grafikler halinde gösterilerek daha açık ve çarpıcı hale getirilmeye ve deprem bölgeleri haritası ile ilgili akla gelebilecek sorulara yanıt bulunması sağlanarak bir başvuru yayını oluşturulmaya çalışılmıştır [41].

CBS 'lerin bir karar destek sistemi olarak işlev yüklenmelerine olanak sağlayan yönelimler mekânsal karar verme eylemi sürecini iyileştirmektedir. Bu çerçevede Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri mekânsal karar destek araçları olarak yüksek potansiyele sahip olmaktadır. Literatürde CBS ile çok kriterli değerlendirme tekniklerinin bütünleştirilmesine katkı veren birçok uygulama mevcuttur.

8. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ:

Çok Kriterli Karar Verme, birden fazla ve aynı anda uygulanan kriterlerin içerisinde en iyi tercihin seçilmesine imkân sağlayan bir araçtır. Rasyonel bir karar verme çevresinden iyi tercih edilmiş seçim, genellikle kısıtlar ve yönetimin amacı doğrultusunda sınırlandırılır [42].

Çok Kriterli Karar Verme problemleri, Çok Nitelikli Karar Verme ve Çok Amaçlı Karar Verme olarak iki kategori içerisinde sınıflandırılabilir. Çok nitelikli Karar Verme metotları belirlenen kesin alternatifler içerisinde bir alternatifin seçilmesi için kullanılır. Seçim süreci iki aşamadan oluşur: İlk olarak bütün hedeflere ve karar alternatiflerine göre verilen hükümler bir araya getirilir. İkincisi ise bir araya getirilen hükümler içerisinde karar alternatiflerinin derecelendirilmesi yapılır. Çok Amaçlı Karar Verme metotları matematiksel kısıtlar yardımı ile tanımlanan sınırsız sayıdaki alternatifleri içeren amaç problemleri için kullanılır. Çok Amaçlı Karar Verme metotlarının ortak özelliği amaçların ölçülebilmesi ve iyi tanımlanmış kısıtların olması, en göze çarpan özelliği ise bir amaca ait hedefin bütünü ile başarılabilmesi için bir veya birden fazla amacın hedeflerinin başarısını göz ardı edebilme yeteneğidir. Çok Amaçlı optimizasyon problemlerinin en önemli özelliği birden fazla amaç fonksiyonuna sahip olmasıdır [43]. ÇKKV yönteminde izlenen adımlar şu şekilde sıralanabilir:

- 1) Konu ile ilgili kriter ve alternatifler belirlenir.
- 2) Kriterlerin nispi önem dereceleri belirlenir.
- 3) Her bir alternatif tüm kriterler bazında değerlendirilir ve alternatifler sıralanır.

Günümüzde, çok sayıda ÇKKV yöntemleri geliştirilmesine rağmen, karar verici karar verme aşamasında bu yöntemlerden hangisini kullanacağını belirlerlerken zorlanır. Duruma uygun olarak seçeceği yöntem, en iyi karar verme yöntemi olmayabilir. Karar verici hangi yöntemi kullanacağına karar verirken şu adımları izlemelidir:

- 1) Karar probleminin oluşturulması
- 2) Önceliklerin sıralanması
- 3) Alternatif değerlendirmelerinin toplanması

4) Önerilerin yapılması

Literatürde ÇKKV problemlerinin çözümü için kullanılan farklı yöntemlerin hiç birisi diğerlerine göre tam üstünlük sağlayamamaktadır. Bu yöntemlerin en önemli avantajı nicel ve nitel kriterleri bir arada değerlendirmeye imkân sağlamalarıdır [44].

Karar verme ve planlama kavramları amaç, hedef ve stratejilerin, bir sistem anlayışı içerisinde bütünleşik bir şekilde algılanmasını gerektirmektedir. Literatürde karar verme metotları adı altında geçen ve sayıları hayli kabarık olan, çok boyutlu karar verme metotlarını amaca göre en uygun şekle sokma-tutarlılık, indirgeme-sınıflama, matematik-istatistik esaslı gibi değişik şekillerde kategorize etmek mümkündür. Oysa birçok kaynakta bu şekilde bir ayrıma gidilmediği görülmektedir [45].

Çok boyutlu karar verme metotları; 1. Tutarlılık, 2. Optimizasyon, 3. Veri (Boyut) İndirgeme, 4. Sınıflandırma ve 5. Diğer (bağımlılık yapısını inceleme, hipotez oluşturma ve hipotez testleri gibi) şeklindeki kullanım amaçlarına göre 5 sınıfta toplanabilir.

Bir afet olarak deprem konusunda, uydu verileri ve yersel veriler çok kriterli karar verme yöntemi ile değerlendirilmelidir. Bu yöntemi kullanarak Elazığ merkez ilçe için deprem açısından yerleşime uygunluk ve risk analizi yapılması amaçlanmaktadır.

Deprem inceleme alanında depreme duyarlı alanlar belirlenmelidir. Bu amaçla çok kriterli karar verme analizi uygulanmalıdır. Bu analiz, mekânsal planlama yönetiminde kullanılan en etkili yöntemlerden biri olup, coğrafi olarak tanımlanmış temel birimlerin harita katmanları olarak değerlendirmesi amacıyla bir dizi kriterlerin belirlenmesiyle yapılmaktadır. Bu kriterler uygunluk seviyesine göre sınıflandırılarak ve her birisine bir ağırlık değeri verildikten sonra haritalar birleştirilir. Çok kriterli karar verme analizinde sonucun elde edilmesinde ağırlıklar değerlerinin belirlenmesi önemli etkiye sahiptir.

8.1. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinde Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS)

Çok kriterli karar problemlerinin çözümünde kullanılan tekniklerden biri Analitik Hiyerarşi Sürecidir (AHS). Bu teknik ile sayısal olarak ifade edilebilen veya edilemeyen

tüm kriterler eş zamanlı olarak değerlendirilebilmektedir. AHS ile karmaşık bir problem, bir hiyerarşi içerisinde parçalara ayrılarak basitleştirilebilmektedir [46].

AHS tekniği karar vericilerin çok farklı alanlardaki karar problemlerini yapılandırma ve analiz etme sürecine büyük başarı ile hizmet etmiş ve yoğun olarak uygulaması yapılmıştır. AHS, insanoğlunun hiçbir şekilde kendisine öğretilmeyen fakat varoluşundan bu yana karar verme sorunu ile karşılaştığında içgüdüsel olarak benimsediği karar mekanizmasıdır [49].

AHS'nin gücü, diğer çoğu yaklaşımla ele alınması zor veya mümkün olmayan ama kararları etkileyen bu gibi etkenleri de ele alabilmesinden kaynaklanmaktadır. AHS içinde, karmaşık problemleri basitleştirip, daha kolay anlaşılabilir hale getiren ve problemi oluşturan bileşenler arasındaki ilişkiyi gösteren bir karar metodolojisi bulunmaktadır. AHS kişileri nasıl karar vermeleri gerektiği konusunda bir yöntem kullanmaya zorunlu kılmak yerine, onlara kendi karar verme sistemlerini tanıma imkânı sağlayarak daha iyi karar verilmesini sağlayan bir karar verme modelidir. AHS, karar vericiye, problem için belirlediği her faktör veya kriter için karşılaştırma imkanı verirken, belirlemiş olduğu faktör ve kriterleri artarda gelen seviyelerde bir hiyerarşik yapı içerisinde sıralamasına da olanak sağlamaktadır.

AHS'nin en önemli özelliği karar vericinin hem objektif hem de sübjektif düşüncelerini karar sürecine dâhil edebilmesidir. Bir diğer ifade ile AHS, bilginin, deneyimin, bireyin düşüncelerinin ve önsezilerinin mantıksal bir şekilde birleştirildiği bir yöntemdir.

AHS tekniğinde en üst düzeyde bir amaç ve bu amacın altında sırasıyla kriterler, alt-kriterler ve seçeneklerden oluşan hiyerarşik bir model kullanılmaktadır.

Teorik çerçevede AHS'nin aşamaları şu şekilde özetlenebilir:

Aşama 1: Alternatiflerin setini gösteren A 'da i ve j alternatifleri dikkate alındığında karar vericinin kriterler seti C 'nin bir elemanı olan c kriterine göre bu iki alternatifin kıyaslaması a_{ij} ile gösterildiğinde $a_{ji}=1/a_{ij}$ 'dir.

Aşama 2: Karar verici alternatifleri arasında kriterlerine göre kıyaslama yaparken hiçbir zaman sonsuz kat daha iyi/kötü sonucuna ulaşamaz.

Aşama 3: Bir karar problemi hiyerarşik olarak formüle edilebilir.

Aşama 4: Karar problemini etkileyen tüm kriter ve alternatifler hiyerarşik yapı içinde yer alır. Diğer bir deyişle karar vericinin problemle ilgili olduğunu düşündüğü tüm kriter ve alternatifler yapı içinde değerlendirilmeli ve sezgiler doğrultusunda ağırlıklandırılmalıdır.

3 ve 4. aşamalar karar probleminin formülasyonu ve çözümünün hiyerarşik bir yapı yardımıyla olacağını 1 ve 2. aşamalar ise ikili kıyaslamalar sürecinde hangi çerçevede mantık yürütüleceğini göstermektedir.

Geliştirilmiş olan tüm karar alma yöntemleri karar vericinin tercihlerinde tamamen tutarlı olduğunu ve hata yapmadığını varsaymaktadır. AHS, karar vericinin yargılarında tamamen tutarlı olması gerekmediği varsayımıyla diğer karar alma metodolojilerinden ayrılmaktadır.

AHS yöntemi kapsamında ikili karşılaştırma matrisinden ağırlıkların elde edilmesi için çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Bu yöntemler arasında en yaygın olanı Saaty'nin geliştirdiği Öz Vektör yöntemidir.

AHS'de incelenmesi gereken hususların başında $A=(a_{ij})$ ikili kıyaslamalar matrisi verildiğinde bu matristen hareketle kriterler için ağırlıkların ve alternatifler için tercih derecelerinin bulunması gerekmektedir. AHS ile ilgili yapı verilirken açıklandığı üzere A matrisi pozitif ve ters değerlerden oluşmaktadır.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

A matrisi yukarıdaki şekilde tanımlandığında ters değerler nedeniyle $a_{ij}=1/a_{ji}$ $i, j = 1, 2, \dots, n$ olur. Şimdi bu matris üzerinden $w=(w_1, w_2, \dots, w_n)$ ağırlıkları bulunmaya çalışılır. Oransal

ölçekte çalışılması nedeniyle ağırlıkların mutlak değerleri yerine göreceli değerleri anlam kazanmaktadır. Bu nedenle, ağırlık değerleri toplamı basit ağırlıklandırma da olduğu gibi 1 olacak şekilde ölçeklendirme yapılacaktır.

Eğer karar vericilerin değerlendirmeleri tamamen tutarlı ise $a_{ik} \cdot a_{kj} = a_{ij}$ $i, j, k = 1, 2, \dots, n$ olmalıdır. O zaman A matrisinde hatadan bahsedilmez ve $a_{ij} = w_i / w_j$ olarak yazılabilir. Bu sonuç $a_{ik} \cdot a_{kj} = (w_i \cdot w_k) / (w_k \cdot w_j) = w_i / w_j = a_{ij}$ eşitliklerinden görülebilir. A matrisinin herhangi bir j sütunu normalize edilerek nihai ağırlıklar elde edilebilir: $w_j = a_{ij} / \sum_{i=1}^n a_{ij}$ $i = 1, 2, \dots, n$

Genellikle hata yapılması veya tutarlı olunmaması sebebiyle seçilen sütuna bağlı olarak ağırlıkların aldığı değerler değişmektedir. Daha önce belirtildiği üzere hata altında ağırlık değerlerinin bulunmasına ilişkin esas olarak iki yaklaşım bulunmaktadır. Bunlar En Küçük Kareler Yöntemi ve Özvektör yöntemidir.

En Küçük Kareler Yöntemi $\sum \sum (\ln a_{ij} - \ln w_i + \ln w_j)^2$ ifadesini minimize eden w setini ağırlık vektörü olarak almaktadır.

Özvektör Metodu ise w ağırlıklarını A matrisinin Perron Vektörü olarak hesaplar.

$$Aw = \lambda_{\max} w, w_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} w_j / \lambda_{\max} \quad i = 1, 2, \dots, n$$

Özvektör yaklaşımı değerlendirmedeki tutarsızlık derecesinin tespit edilmesi gibi çeşitli avantajları bünyesinde içerdiği için yaygın olarak kullanılmaktadır. Saaty tarafından gösterildiği üzere pozitif ve ters değerli matrisler için $\lambda_{\max} \approx n$ olur. $\lambda_{\max} = n$ şartı ise sadece ve sadece A matrisi tutarlı olduğu zaman geçerlidir. Bundan dolayı $\lambda_{\max} - n$ tutarsızlık bir göstergesi olarak kullanılabilir. Saaty'nin normalize ederek tanımladığı şekliyle "tutarsızlık endeksi", $CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$ 'dir. Rassal olarak üretilen $n \times n$ matrislerin hesaplanan CI değerlerinin ortalaması rassal endeks (RI) olarak tanımlanmıştır. Tutarlılık oranı tutarsızlık endeks değerinin rassal endeks değerine oranı olarak tanımlanmaktadır. $CR = CI / RI$ 'dir. Daha önce ifade edildiği üzere $CR \leq 0,1$ değeri kabul edilebilir olarak değerlendirilirken, 0,1'den büyük değerler için karar vericinin değerlendirmelerindeki tutarsızlıkları azaltmak için yeniden değerlendirme yapması uygun bulunmaktadır [71].

Başka bir deyişle AHS, 3 temel prensibe dayanmaktadır [47].

Hiyerarşilerin oluşturulması:

- 1) Üstünlüklerin belirlenmesi
- 2) Mantıksal ve sayısal tutarlılığın sağlanması

AHS, karar problemini aşağıdaki temel adımlara böler:

1. Problemin düzenlenmesi
2. Yerel önceliklerin değerlendirilmesi
3. Genel önceliklerin hesaplanması.

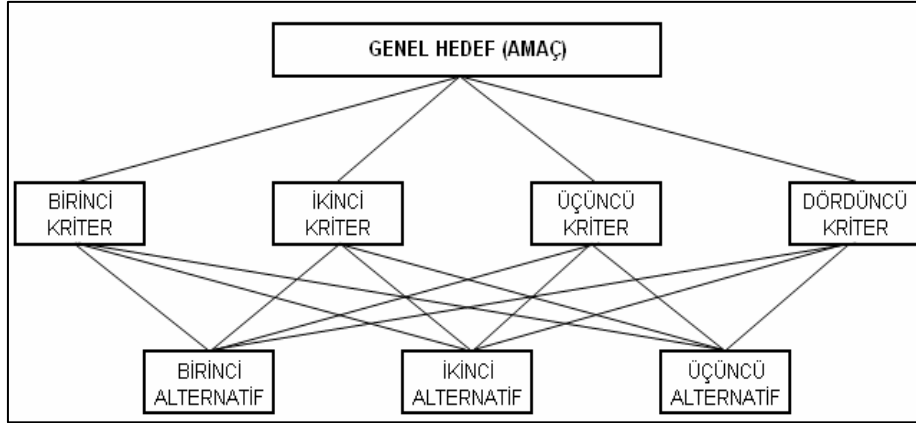
AHS karar problemi, her bir seviyenin sonlu sayıda karar elemanlarını içerdiği farklı seviyelerde hiyerarşik olarak düzenlenir [48].

AHS’ de karar vericinin amacı doğrultusunda kriterlerin ve ona ait olan alt kriterlerin belirlenip, hiyerarşik yapının oluşturulması ilk adımdır. AHS’ de öncelikle amaç belirlenir ve bu amaç doğrultusunda seçimi etkileyen kriterler ortaya konur. Daha sonra kriterler göz önüne alınarak potansiyel alternatifler belirlenir. Sonuçta karar için hiyerarşik bir yapı oluşturulmuş olur [49].

Hiyerarşini en alt seviyesi bütün mümkün alternatiflerden oluşurken en üst seviye genel hedefi gösterir. Aradaki bir veya daha fazla seviye karar kriterlerini ve alt kriterleri ifade eder [48].

Hiyerarşik yapı, günlük hayatta karşılaşılan ve modeli kurulan problemlerin yapı taşıdır.

Karar verici hiyerarşik yapıyı oluşturma süreci içinde modelini bu temel yapı üzerinde oluşturmalıdır. Şekil 10.2’de hiyerarşik yapı örneği verilmektedir [47].



Şekil 8.1. Hiyerarşik yapı [49]

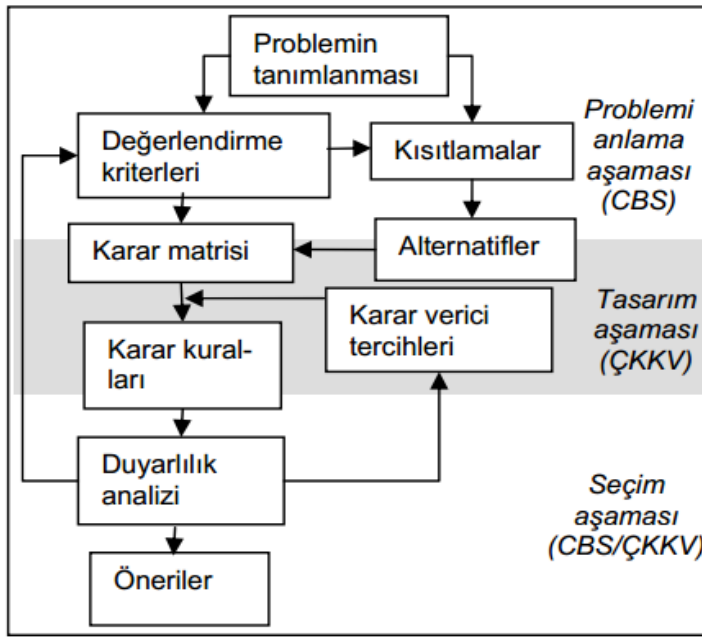
Bir karar verme probleminin AHS ile çözümlenebilmesi için gerçekleştirilmesi gereken aşamalar aşağıda tanımlanmıştır. Her bir aşamada, formülasyon ile birlikte ilgili açıklamalar yapılmıştır.

Adım 1: karar verme problemi tanımlanır

Adım 2: faktörler arası karşılaştırma matrisi oluşturulur

Adım 3: faktörlerin yüzde önem dağılımları belirlenir

ÇKKV analizi, coğrafi verileri girdi kabul edip çıktı olarak karar üreten bir süreçtir. Bu süreç problemin tanımlanması ile başlar, önerilerin sunulmasıyla sonuçlanır. Şekil 12’de akış şeması verilen ÇKKV süreci üç aşamada gerçekleştirilir. Birinci aşamada problemi tanıma ve anlama, ikinci aşamada problemin çözümüne yönelik tasarım yapma, son aşamada ise ortaya çıkan öneriler arasında seçim yapma işlemi gerçekleştirilir. İlk aşamada CBS teknikleri, ikinci aşamada ÇKKV yönteminin kendisi, üçüncü aşamada ise hem CBS teknikleri, hem de ÇKKV yöntemi önemli rol oynar.



Şekil 8.2. ÇKKV analizi akış şeması [50]

Bu çalışmada hazırlanan zemin ve kentsel verilerin birlikte kullanılması ile, deprem güvenliği esas alınarak yerleşime uygun yeni alanların belirlenmesi için çok kriterli değerlendirme yöntemi kullanılmıştır. Mevcut veri olanakları ve CBS yeteneklerinin kullanıldığı bu yöntem kapsamında izlenen adımlar Şekil 8.2’de özetlenmiştir.

Bu çalışma kapsamında, başta deprem olmak üzere farklı doğal afetler ile karşılaşabileceğimiz gerçeği göz önünde bulundurularak, arazi örtüsü/arazi kullanımı analizlerine yönelik olarak izlenebilecek adımlar konusunda bir yöntem geliştirilmiştir. Uydu ve yersel veri entegrasyonu kullanılarak Elazığ için yapılan bu örnek uygulamanın deprem tehdidi altında bulunan diğer iller için de yapılması, bu bölgelerde oluşabilecek depremlerin en az hasarla atlatılması bakımından önem taşımaktadır.

Depremin esas alındığı bu çalışmanın temelinde kullanılan çok kriterli karar verme yönteminin, planlama faaliyetlerinde daha isabetli ve doğru kararların alınması için, Türkiye’deki kullanımının gerek merkezi yönetim, gerekse yerel yönetimler bazında yaygınlaştırılması gereklidir.

Söz konusu yöntemin uygulamasında kullanılan Expert Choice yazılımı pratik olarak problem üzerinde duyarlılık analizi yapmamızı sağlar. Belirli bir kriterin önceliğinin

değişmesi durumunda, diğer kriterlerin, alternatiflerin ve dolayısıyla da tüm sonucumuzun nasıl etkilendiğini duyarlılık analizli ile görebilmemiz mümkündür.

Yapılan bu uygulamada Expert Choice 10 yazılımı kullanılmıştır. Bu program sayesinde Analitik Hiyerarşi Sürecinin uygulanabilirliği ve işlem süreci kolaylaşmakta ve en ideal sonuçlara kolaylıkla ulaşılabilir. Expert Choice 10 programı kriterler ile alternatiflerin karşılaştırılmasında çeşitli seçenekler sunmaktadır. Bunlar sözel, sayısal ve grafik seçenekleridir.

Başka bir deyişle, çalışmada yer alan AHS, seçim problemini, hiyerarşik biçimde parçalayarak, daha anlaşılabilir bir şekle dönüştürmektedir. AHS birçok kriterli karar alma yöntemi olarak karar vericiye, karar alma sürecinde hem nitel hem de nicel kriterleri birlikte ele alma olanağı sağlamaktadır. AHS’nde karar verme işlemi, uzman veya konuyla ilgili bilgi sahibi kişilerin değerlendirmeleri üzerine kurulmuştur. AHS yöntemi yardımıyla kurulan modelin hiyerarşik yapısında bulunan tüm unsurlar, ikili karşılaştırmaya tutulduktan sonra, her bir unsurun öncelikleri belirlenmiştir. AHS’nde karar vericinin yaptığı değerlendirmelerin tutarlılığı ölçülerek çözüme ulaşmadaki sübjektiflik azaltılmaktadır. Modeli destekleyen karar destek sistemi olarak da Expert Choice seçilmiştir. Önceleri Excel ile de yapılan AHS çalışmaları daha uzun sürede yapılırken, Expert Choice 10 ile modern, teknik, daha hızlı ve daha kapsamlı analizler yapılmaktadır.

Son olarak, inceleme alanı üzerinde yapılan çalışma, Arc GIS 10.2 ve EXPERT CHOİSE 10 programı aracılığı ile yapılan analizler ve puanlandırmalar ve bu analizler doğrultusunda sentezler yaparak eksiklerin ortaya konması, Elazığ merkez ilçenin depremsellik analizi yapıp ve çözüm üretilmesini kapsamaktadır.

9. DEPREM DUYARLI PLANLAMA VE DEPREM RİSK ANALİZİNİN YERİ

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. Birleşmiş Milletler Genel Kurul kararlarıyla açılan yolda bir dizi etkinlik, afetler politikasının yeni bir yörüngeye oturtulmasını sağlamıştır. Yeni politikanın temel hedefi, ilgiyi afet sonrasında afet öncesine çekmek, önceden alınacak önlemlerle riskleri azaltmak, bu yolla afet sonrasında karşılaşılabilecek büyük yıkım bilançosunu uzun dönemde küçültmektir. Yeni politikanın başlıca gerçekleşme adımları özetlenecek olursa, önce BM kararlarıyla 1990-2000 (IDNDR), doğal afetlerin etkilerini azaltma on yılı olarak programlanmıştır. Bu dönemde Yokohama Konferansı (1994) ile yeni strateji ve ilkeler belirlenmiş, bu stratejiyi uygulamak üzere 2000 yılında ISDR (International Strategy for Disaster Reduction) kuruluşu BM’in bir yeni organı olarak tanımlanmıştır. ISDR 2005 yılında Kobe Konferansı’nı gerçekleştirmiş, burada alınan kararlarla yeni bir etkinlik on yılı (2005-2015) “Hyogo Eylem Çerçevesi” (Hyogo Framework for Action) öngörülmüştür [51].

Depreme Karşı Hazırlık, büyük bir deprem anında uygun bir şekilde hareket edebilmek için deprem öncesi alınan tüm kurumsal önlemleri içermektedir. Depreme karşı hazırlık aşağıdaki ana konuları içerir:

- Müdahale kuvvetlerinin hazırlığı (İtfaiye, polis, acil durum hastaneleri, vb.)
- Organizasyon, kimin ne yapacağı (koordinasyon, ne yapacağını bilmek)
- Teçhizat (ilk yardım, yangın söndürücüler, vb)
- Erzak (su, yemek, vb)
- Kamu hizmetleri (su, enerji, ulaşım, vb.)
- Vesaire

1) Beklenen deprem risklerine yönelik iyileştirme yeniden yapılanma sürecinin yerleşim alanlarında olası geliştirilmesi

- 2) Yerleşimde deprem risk analizi, yerleşim deprem tehlikesi ve deprem şiddeti belirleme çalışmaları.

Deprem duyarlı planlama deprem risk faktörünün hasar etkisini en aza indirmek amacıyla, yerleşimlerin yere özgü fiziksel özellikleri ve sosyo-ekonomik yapıyı göz önünde bulundurarak yapılan önlemler ve planlardır. Başka bir deyişle deprem uyarlı planlama, üst ölçeklerden başlayan, ulus üstü, ulusal ve bölge planlarını sosyo-ekonomik gelişme politikaları geliştirilerek yerel planlamalara ve daha alt ölçeklere kadar inen, kademeli birlikteliğin sağlandığı, bütüncül bir planlamadır. Özellikle, deprem riski yüksek olan yörelerde, depreme hazırlıklı olmakla deprem öncesi gerekli önlemleri alarak onun yıkıcı etkisinin felakete dönüşmesini engellemek, hasar etkisini azaltmak ve deprem sonrasında da normal yaşama en kısa sürede geçebilmek amacıyla deprem öncesi yapılan hazırlık çalışmalarını içeren (deprem duyarlı planlama için gerekli analizler), mikro bölgeleme haritalarına göre risklerin belirlendiği ve bu veriler ışığında olasılık senaryolarına bağlı olarak gelişen planlamadır [52].

Kentlerde plan yapma sorumluluğunun ve plan uygulama görevinin tümüyle yerel yönetimlere bırakılmış olması ve planlamayla ilgili denetimlerin dağınıklığı, doğal ve teknolojik risklerin azaltılmasına ilişkin ilkelerin uygulanmasını da güçleştirmektedir. Bu duruma kentlerde kamunun elinde bulunan arsa ve arazilerin satışı da eklendiğinde, doğal afetlere karşı dirençli kentleri oluşturmak için plan yapmak ve geleceğe güvenle bakmak giderek zorlaşmaktadır. Doğal afetlerin günden güne çeşitlenerek, günlük yaşamda etkili hale gelmesi, yönetimlere, bu konuda yapılması gerekenleri vakit geçirilmeden yapmaları, en üstün değer olan insan canının korunması ve mal güvenliğinin sağlanması yönünde bir zorunluluk yüklemektedir [53].

Afetler konusunda Türk hukuk sisteminde kapsamlı mevzuat düzenlemelerinin olduğunu, Marmara Depremi sonrasında da buna yenilerinin eklendiğini söyleyebiliriz. En iyi şekilde yazılmış bir yasa bile eğer doğru uygulanmıyorsa varlığının bir anlamı yoktur. Hâlâ bir doğal afet olduğunda insan yaşamı tehlikedeyse, büyük oranda ekonomik değer kayıpları söz konusu olabiliyorsa, bu oluşumlarda uygulamadan kaynaklanan sorunları da irdelemek gerekmektedir [53].

Literatürde deprem duyarlı planlamanın bir diğer ifade şekli de sakınım planıdır.

9.1. Deprem Duyarlı Planlamanın Özellikleri

Deprem duyarlı planlama, ulus üstü, ulusal veya bölgesel ölçekten başlar ve geniş kapsamlı bir program çerçevesinde ele alınır. Bu planlama, kademeli birlikteliğin sağlandığı riske dayalı olarak olası deprem senaryoları ile geliştirilen, fiziksel, ekonomik, sosyal, kültürel ve politik gelişmeyi çok yönlü, esnek, bütüncül şekilde ele alan ve sürekli güncelleştirilen eylem planıdır. Üst ölçekli yönlendirici planlar olmadan, hazırlanan parçacı planlama yapılmamalıdır ve yapılan planlara onay verilmemelidir. Doğal ve yapılı çevreyi oluşturan tüm faktörler ve risk faktörleri, mikrobölgeleme haritaları ve deprem senaryoları ile birbirlerine olan etkileri dikkate alınarak planlama yapılmalıdır [52].

Deprem duyarlı planlamanın özelliklerini şu şekilde özetlenebilir:

- Uluslararası, ulusal veya bölgesel ölçekten başlar ve geniş kapsamlı bir program çerçevesinde ele alınır,
- Riske dayalı, olası deprem senaryoları ile geliştirilir,
- Fiziksel, ekonomik, sosyal, kültürel ve politik gelişmeyi çok yönlü, esnek, bütüncül şekilde ele alan, kademeli birlikteliğin sağlandığı ve sürekli güncelleştirilen eylem planıdır,
- Analizler alt ölçekteki özellikleri içermekle birlikte, üst ölçekli yönlendirici planlar olmadan hazırlanan parçacı planlama yapılmamalı, yapılan planlara onay verilmemelidir,
- Doğal ve yapılı çevreyi oluşturan tüm faktörler ve risk faktörleri, mikrobölgeleme haritaları ve deprem senaryoları ile birbirlerine olan etkileri dikkate alınarak planlama yapılır,

9.2. Deprem Duyarlı Planlamanın Başlıca Amaç Ve Hedefleri

- Bölgenin deprem merkez üssüne fay hatlarına yakınlığı, zemin yapısı, sıvılaşma oranı vb. analizlerin mikro-belgeleme haritaları ile değerlendirilmesi ve yerleşebilirlik analizinin yapılması,
- Yerleşme formunun fay hattına paralel geliştirilmesi,
- Tarım alanlarının korunması ve amaç dışı kullanımının önlenmesi,
- Hidrojeolojik özellikli alanların korunması,

- Orman alanlarının korunması,
- Kent makro formunun parçalı olarak kademelenmesi ve çok merkezli gelişmesinin sağlanması,
- Erozyonun önlenmesi,- Kentsel Büyümenin engellenmesi,
- Kademeli gelişmenin sağlanması,
- Ulaşım bağlantılarının güçlendirilmesi ve kademeli bir ulaşım şemasının oluşturulması,
- Yeşil alanların ve deprem anında kullanılacak rezerv alanlarının bırakılması,
- Çok sektörlü bir yaklaşımla sos yo-ekonomik gelişmenin sağlanması,
- Nüfus ve yoğunlukların dengeli gelişiminin sağlanmasıdır.

9.3. Deprem Duyarlı Planlamada Yerleşme Formlarının Özellikleri

- Yerleşme formunun fay hattına paralel gelişmesi,
- Parçalı, çok merkezli toplu kentlerin oluşturulması,
- Kademelenmenin yaratılması ve alt merkezlerin oluşturulması,
- Kentlerin yayılmasının engellenmesi,
- Yeşil ve açık alanların sürekliliğinin sağlanması,
- Teknik altyapı sistemlerinin güçlendirilmesi şeklinde sıralanabilir

9.4. Deprem Duyarlı Planlamada Yapılması Gerekli Analizler

Fiziksel analizler

A. Doğal yapı (doğal çevre) analizi

Jeoloji ve jeo-teknik analizi, Topografya analizi; Jeomorfoloji ve Topografik eşikler analizi, Yükseklik analizi, Eğim analizi

B. Risk faktörleri analizi

Deprem analizleri, Zemin kayması analizi, Sel analizi, Toprak yapısı analizi, Aletsel ve tarihsel dönem depremler analizi, Zemin koşullarının etkisinin hesaplanması analizi, Taşkın haritaları analizi, Erozyon durumu analizi, Toprak sınıfları analizi

C. İklim analizi;

Rüzgâr (hâkim rüzgâr yönleri) analizi, Sıcaklık dağılımı analizi, Güneşlenme analizi

Yapay çevre (yapılı çevre) analizi

Arazi kullanma ve konut yapıları analizi, Doluluk-boşluk oranı analizi, Deprem sonrası kentsel performans analizi, Mevcut yapı stoku ve bina ölçekleriyle, bunların dağılımını gösteren Analizler, Önemli çevre kirliliğine neden olabilecek tehlikeli artık üreten Tesislerin saptanması analizi, Önemli kamusal yapıların belirlenmesi analizi

Altyapı sistemleri analizi

Ulaşım sistemi analizi, Ulaşa bilirlilik ve etki analizi, Teknik altyapı analizi, Altyapı sistemleri risk analizleri

B. Ekonomik analizler

Fayda-maliyet analizi, Sektörel dağılım analizi

C. Sosyal analizler

Nüfus gelişimi analizi, Nüfus artış hızları analizi, Nüfus yapısı ve yoğunlukları analizi, Islah imar planlı alanlar ve gecekondu önleme bölgeleri analizi, Sosyal donatı alanları analizi, Mikro-bölgeleme haritaları, Yerleşebilirlik analizi.

9.5. Depremler İçin Risk Yönetimi

Riskin tanımlanması, risk analizi ve risk miktarının belirlenmesinden oluşan sistematik bir süreç olarak tanımlanmakta olan risk yönetimi, deprem riski konusunda, depremin bir bölgeden ziyade bir başka bölgede olma ya da belli bir zaman aralığında belli bir bölgede ortaya çıkma olasılığının tahmini olarak tanımlanmaktadır.

Depreme hazırlıklı olmanın devlete yüklediği görevler başlıca iki bölümde toplanır. Birincisi, “afet yönetimi” adı verilen, daha çok deprem anında ve depremin hemen ardından yapılacak acil kurtarma, tedavi, barınma, yiyecek temini, yer hareketini kayıt şebekesini kurma ve yangın söndürme gibi çok çeşitli acil yardım ve haberleşme operasyonları için gerekli eğitim, malzeme ve teçhizat açılarından hazırlıkları içerir. Özellikle 17 Ağustos 1999 depreminden sonra valilikler, yerel yönetimler, kamu kuruluşları ve çeşitli sivil toplum örgütleri “afet yönetimi” konusunda bilinçlenmişlerdir ve geçmişe oranla daha başarılı çalışmalar yapmaktadırlar. Depreme hazırlıklı olmanın devlete yüklediği ikinci önemli görev ise “risk yönetimi” adı verilen ve depremde can ve mal kaybını en aza indirmek için yapılması gereken çalışmalardan oluşmaktadır. Eğer “risk yönetimi” konusunda tam bir başarı elde edilebilirse ve en azından depremden sonra binaların depremi minimum hasar ile atlatması sağlanır ve tamamen göçmesi engellenebilirse “afet yönetimi” çalışmalarının büyük bir kısmına ihtiyaç kalmayacaktır [54].

“Risk Yönetimi” başlıca üç kategoride toplanabilir:

- 1) Kentsel risk analizi çalışmaları ve risklerin belirlenmesi
- 2) Risklerin giderilmesine yönelik planlama ve mühendislik kararlarının alınması
- 3) Mikro bölgeleme haritalarının hatırlanması
- 4) Mevcut yapıların güçlendirilmesi
- 5) Yeni yapıların güvenli bir şekilde inşa edilmesi

Depreme dayanıklı yapı tasarımının son unsuru ise denetimdir. Yapıyı doğru şekilde tasarlayıp inşasının doğru şekilde uygulanmasını sağlayan mühendisin denetlenmesi, projenin doğru şekilde teşkil edildiğinin saptanması gerekmektedir. Bu amaçla kurulan yapı denetim firmalarının da devlet ve inşaat mühendisleri odası tarafından sıkı şekilde denetlenmesi yeni yapılacak yapıların deprem güvenli olarak inşa edilmesini sağlayacaktır.

9.6. Deprem Duyarlı Planlamada Sakınım Planı Nedir

Yerleşim birimlerindeki risk azaltma çalışmaları kapsamında deprem duyarlı planlamanın rolü büyüktür. Bu kapsamda sakınım planları diye literatürde söz edilen planlama aslında bir sakınım planıdır. Sakınım planı, "zarar azaltma planı" olarak ifade ediliyor. Söz konusu planlar, bölgelere yönelik olarak hazırlanıyor. Örneğin, bir bölge ile ilgili kısa, orta ve

uzun vadede alınacak tüm tedbir, karar ve uygulamaların belirlenmesi için hazırlanan Deprem Master Planı kapsamında sakınım planlarına ilişkin açıklamalara da yer verilmelidir. Her risk sektöründe yerine getirilmesi gerekenler bağımsız 'PROJE PAKETLERİ' olarak tanımlanmış, eyleme geçme, örgütlenme, ortaklıklar kurma, ilgili tarafları birlikte davranma ve dayanışmaya zorlamak ve birbirlerini denetlemelerini sağlamak için kimi yasal düzenlemelerin ve özel yaptırım güçlerinin geliştirilmesi önerilmiştir. Tanımlanan iş paketleri ve diğer önlemlerin yerine getirilmesinde yönetim birimlerini, paydaşları, kamu-özel kişi ve kuruluşları bir ana program etrafında buluşturan, her bir ilgili tarafa, takvime bağlı sorumluluk-yetki, ödev-ödül dağıtan, bunları yaptırımcı güç sahip bir dizi sözleşme ve protokoller çerçevesinde bağlayan ana belgenin adı "sakınım planıdır. Sakınım planı, yerel toplulukları eyleme yönlendiren, sivil toplum kuruluşlarının güç ve yeteneklerini çoğaltıp bundan yararlanan, yerel örgütlenmelerin sayıca çoğalmalarını ve plana katkılarını sağlayan, halkın deprem ve çevre konularında eğitim ve bilinçlenme süreçlerini hızlandıran bir toplumsal sözleşmedir. Sakınım planı, bağımsız birtakım konvansiyonel çalışma konularını yan yana getirmekle değil, değişik disiplinlerdeki çalışmaların her risk sektöründe aynı ana fikir ve yöntem birliğiyle yarattıkları bütünlük içinde gerçekleşmektedir. Sakınım planlamasının anahtar kelimesini risk sözcüğü oluşturmaktadır. Risk, kaybedilmesi olası bir değeri yansıtmaktadır. Eğer kaybedilmesi olası bir değer yoksa sadece tehlikeden bahsedilir. Sakınım planlaması ile kentlerde risk altında bulunan unsurların korunması amacıyla risklerin belirlenmesi ve giderilmesi hedeflenir. Dolayısıyla sakınım planları, kentsel riskin azaltılması ya da tamamen yok edilmesi amacıyla üzerinde durulması gereken planlar olarak tanımlanabilir [51].

Türkiye’de sakınım planlamasına dair ilk örnek İstanbul Deprem Master Planı (İMDP) dâhilinde gerçekleştirilmiştir. İMDP yapı itibarıyla üç ana parçadan oluşmaktadır. Bunlardan ilki sakınım planı, ikincisi eylem planı, üçüncüsü ise araştırma-etkinlik programlarıdır. Ancak şöyle bir yanılgıya düşülmemelidir. Sakınım planlaması sadece bir fiziksel hasar tahmin hesabı yöntemi değildir. Bu tür tekniklere de yer verilmesi söz konusudur ancak sakınım planlaması çok yönlü olarak risklerin tanımlanarak ele alındığı ve bu risklerin tamamıyla bertaraf edilmesi ya da azaltılması amacı doğrultusunda gereken yöntemleri belirleyen ve ilgili kurum ve kuruluşlara gerekli yükümlülükleri veren bir risk azaltma planlama süreci olarak tanımlanabilir. Sakınım planları sadece kentsel risk sektörlerinin belirlenip, bu sektörlerin göz önüne alınarak risk analizlerinin

gerçekleştirilmesi ve risk analizleri doğrultusunda riskin belirlenmesinden sonra sona eren bir çalışma değildir. Sakınım planlaması kapsamında risk analizi sonucu riskler tespit edildikten sonraki aşama içerisinde risk azaltma çalışmalarının hangi standartlara dayanması gerektiği ve bu standartların tanımlandığı; ilgili kurum ve kuruluşlara yol gösterici niteliğindeki proje paketleri oluşturulmaktadır. İlgili kurum ve kuruluşların yükümlülükleri protokoller ile yasal bir altyapıya dayandırılmaktadır. Böylelikle belli bir yasal çerçeve içerisinde ilgililer tanımlanmış olmaktadır. Bir sonraki aşamada ise uygulama sürecini oluşturan eylem planlarının ilgili kurum ve kuruluşlarca uygulanması aşamasına geçilmektedir. Bu bilgiler ışığında; sakınım planlarının sadece risk tespiti için yapıldığını söylemek yanlış olacaktır. Sakınım planları ile kentteki risk sektörleri belirlenir, risk analiziyle göreceli risk dereceleri tespit edilir ve tespit edilen risklerin azaltılması sürecinde de ilgili kurum ve kuruluşlar yasal bir zemin çerçevesinde tanımlanarak risk azaltma süreci gerçekleştirilir [55].

Afet öncesi planlama çalışmalarının yapılabilmesi için bölgenin afet tipine göre risk durumunun öncelikle belirlenmesi gerekir. İl bazında oluşturulacak potansiyel her hangi bir afet haritaları hazırlanarak, doğrudan bölge planlama ve çevre düzeni planlamalarının yapımında kullanılmalıdır. Potansiyel afet haritaları aynı zamanda yol, köprü, iletişim ve boru hattı gibi projelerin güvenli alanlardan geçirilmesinde de etkili olmaktadır. Günümüzde bu türden haritaların hazırlanmasında CBS tabanlı konumsal modeller önemli ölçüde kullanılmaktadır.

Sakınım planları sadece deprem risklerini göz önüne alan planlar değildir. Sakınım planları tüm afet risklerini makro ölçekte ele alır. Ancak bu çalışma kapsamında sadece deprem riski göz önüne alınacağından sakınım planlaması yerine deprem duyarlı planlama terimi kullanılmıştır. Deprem duyarlı planlama dahilinde sakınım planlarının bir araç olarak kullanılması ile kentlerdeki deprem risklerinin azaltılması hedeflenmektedir. Bu evrede benimsenen deprem duyarlı planlama yaklaşımları kapsamında sakınım (risk azaltma) planlarının geliştirilmesi, deprem risklerinin azaltılmasında etkili bir araçtır. Ancak bu çalışmaların gerçekleştirilebilmesi için ilk olarak yerleşim birimlerindeki risk faktörlerinin tespit edilip bu faktörler için risk analizinin yapılması gerekmektedir. Bu amaçla tezin ilerleyen bölümlerinde Elazığ kent merkezi için risk analizi çalışması yapılarak kentsel deprem risklerinin dağılımı belirlenecektir.

10. ÇALIŞMA ALANI OLARAK ELAZIĞ KENTİ:

10.1. Elazığ merkez ilçe Çalışma Alanı Olarak Seçilme Nedenleri:

Tezde çalışma alanı olarak Elazığ merkez ilçe seçilmiştir. Çalışma alanı olarak Elazığ merkez ilçe nin seçilmesinde; merkez ilçede tüm afet çeşitlerinin bulunması Elazığ merkez ilçenin Bulunduğu Elâzığ ilinin birinci ve ikinci derece deprem bölgesinde (Elazığ kenti 2.derece deprem bölgesinde yer almaktadır) yer alması Elazığ ilinde yaşayan ve deprem tehlike altında olan nüfusun 558.556 üzere olduğu.(merkez ilçenin nüfusu 341.220 ve köy nüfusu ise 59.420)

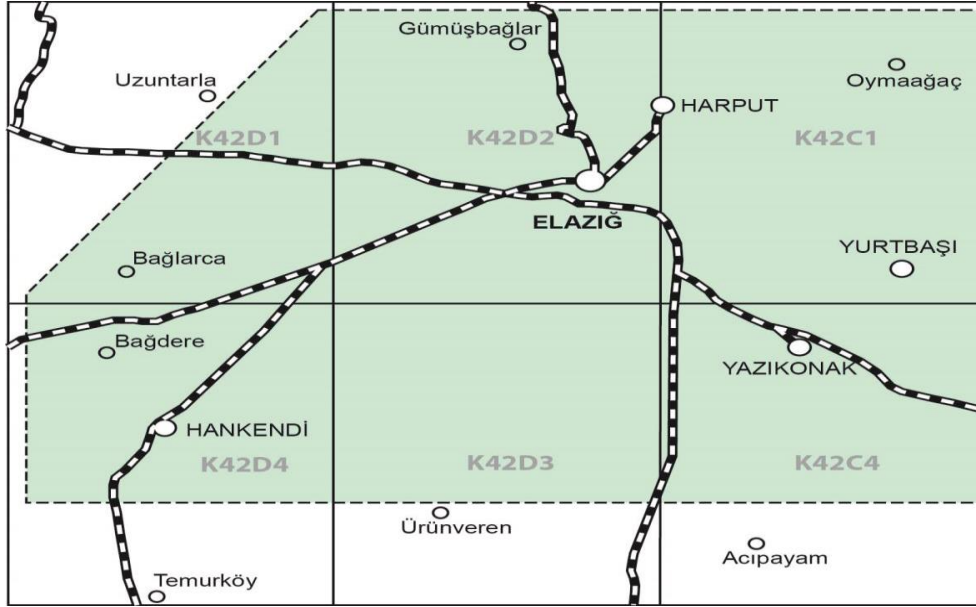
Afet Bilgi Sistemi ve afet yönetimi modeli için lazım olan verilere ulaşmak sağlanması kriterleri göz önünde kapsamıştır. Afet yönetim sistemleri düşünüldüğü açısından Türkiye’deki afet yönetiminin incelendiğinden sonra CBS ile Afet Bilgi Sistemi’nin yapılması ve bu sistemin planlamada kullanılabilirliği düşüncesine yapılan bu çalışmada Elazığ merkez ilçe çalışma alanı olarak seçilmiştir.

10.2. Elazığ Çalışma Alanının Tanımlanması

10.2.1. Konum

Elazığ, Doğu Anadolu Bölgesi’ni batıya bağlayan yolların kavşak noktasında bulunmaktadır. Elazığ kent merkezinin geçmişi yeni olmakla birlikte, yerleşim olarak bölgenin tarihi oldukça eskidir. Tarihi yolların güzergâhı üzerinde yer alması nedeniyle bu yolları kontrol altında tutabilecek ve özellikle çevresindeki son derece elverişli tarım alanlarına hâkim bir konumda bulunması, savunma ve korunmaya elverişli bir hudut şehri özelliği göstermesi bu avantajlarının başında gelir. Türkiye topraklarının % 0,12’sini kapsayan il sahası, 40° 21' ile 38° 30' doğu boylamları, 38° 17' ile 39° 11' kuzey enlemleri arasında kalmaktadır. Bu çerçeve içinde şekil olarak kabaca bir dikdörtgene benzeyen Elazığ İli topraklarının D-B doğrultusundaki uzunluğu yaklaşık 150 kilometre, K-G yönündeki genişliği ise yaklaşık 65 kilometre, civarındadır. Coğrafi konumu itibariyle, Doğu Anadolu Bölgesini batıya bağlayan yolların kavşak noktasında bulunmaktadır. İli, doğudan Bingöl, kuzeyden Keban Baraj Gölü aracılığıyla Tunceli, kuzeydoğudan

Erzincan, batı ve güneybatıdan Karakaya Baraj Gölü vasıtasıyla Malatya, güneyden ise Diyarbakır illeri çevrelemektedir. İnceleme alanı 1/25.000 ölçekli Elazığ K 42 d1, d2, d3, d4, c1 ve K 42 c4 paftalarını içine alanı yaklaşık 700 km²'lik bir alan kapsamaktadır [2].



Harita 10.1. İnceleme alanının 1/25 000'lik harita indeksi içindeki konumu [2]

10.2.2. Mekânsal Bilgiler - Coğrafi Konum

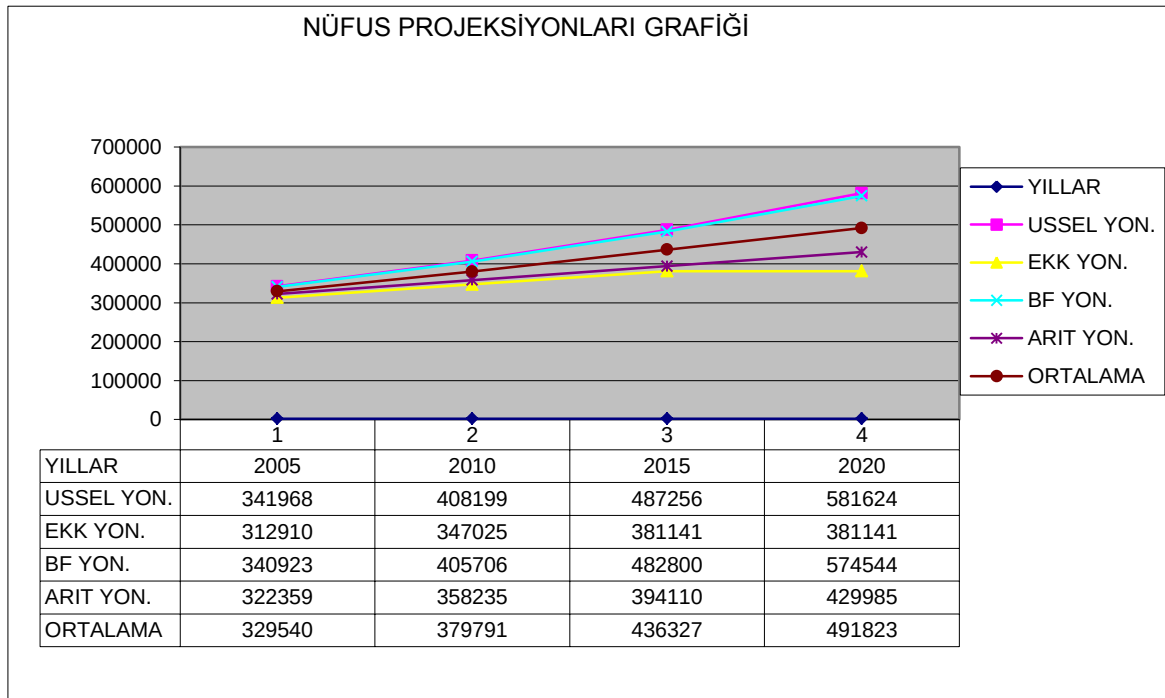
Elazığ merkez ilçe, Doğu Anadolu Bölgesinin güneybatısında, Yukarı Fırat Bölümünde yer almaktadır. Elazığ il merkezi yerleşim alanı ve çevresi Doğu Anadolu Fay Sistemi içerisinde bulunmaktadır. Yüzölçümü 8 455 km², si kara, 826 km² si baraj ve doğal göl alanları olmak üzere toplam 9 281 km², dir. Denizden yüksekliği 1 067 metre olan Elazığ, yeryüzü şekilleri açısından topraklarını dağlık alanlar, platolar ve ovalar oluşturmaktadır. Türkiye topraklarının % 0,12'sini meydana getiren il sahası, 40° 21' ile 38° 30' doğu boylamları, 38° 17' ile 39° 11' kuzey enlemleri arasında kalmaktadır. Bu çerçeve içinde şekil olarak kabaca bir dikdörtgene benzeyen Elazığ merkez ilçe topraklarının D-B doğrultusundaki uzunluğu yaklaşık 150 km. K-G yönündeki genişliği ise yaklaşık 65 km. civarındadır. Elazığ, Doğu Anadolu Bölgesini batıya bağlayan yolların kavşak noktasında bulunmaktadır. İl Sınırları içindeki en önemli akarsu Fırat ve kollarıdır. 86 km² yüzölçümü olan Hazar Gölü, İl merkezine 30 km. mesafededir. İl; Keban, Karakaya, Kralkızı ve Özlüce gibi baraj gölleri ile çevrilidir. İli, doğudan Bingöl, kuzeyden Keban Baraj Gölü aracılığıyla Tunceli, batı ve güneybatıdan Karakaya Baraj Gölü vasıtasıyla Malatya,

10.2.3. Elazığ nüfus bilgileri

TÜİK'in ülke genelinde yürütmekte olduğu ADNKS çalışmaları kapsamında yapılan adrese dayalı tespit ve eşleştirme çalışmaları sonuçlarına göre yerleşim durumu itibariyle nüfus yoğunluğunun şehir ve kasabalarda yaşadığı Elazığ'ın nüfusu 31 Aralık 2011 tarihi itibariyle Türkiye nüfusu 73 722 988 kişi olup bunun 558 556 kişisi Elazığ'da ikamet etmektedir. Türkiye toplam nüfusunun; % 0,76'sı Elazığ'da ikamet etmektedir. Elazığ kent merkezinin nüfusu, 341 220, merkeze bağlı köylerde yaşayan nüfus ise 59 420'dir. 2011 yılı nüfusunda il merkezlerinin nüfus büyüklüğüne göre sıralanışında 81 İl arasında Elazığ 21nci İl, İl nüfuslarının büyüklüğüne göre sıralanışında ise 39'ncu İl'dir.

31 aralık 2013 TÜİK verilerine göre, adrese dayalı nüfus kayıt sistemi sonuçları göre Elazığ ili nüfus yoğunluğu büyüklüğü olarak 67 değeri ile 100 olan Türkiye değerinin altındadır. Ayrıca bir önceki yıla göre nüfus artış hızı Elazığ'da binde 9,8 ile binde 13,7 değerini alan Türkiye değerinin altındadır.

Çizelge 10.1. Elazığ (2003) nazım imar planı nda açıklandığı 2005 ile 2020 yılları arasında nüfus projeksiyonları



Elazığ kentini son yıllarda göstermiş olduğu hızlı nüfus artışı ve göçler neticesinde yürürlükteki planla oluşturulan konut, ticaret, sanayi ve sosyo-kültürel alanların büyük bölümü yapılaşmıştır.

Ayrıca, özellikle son yıllarda (1990 sonrası) ülke şartları nedeniyle Elazığ'a başta yakın çevre kırsal ve kentsel yerleşmelerden büyük oranda göçler olmuştur. Elazığ' da son dönemdeki yapı kullanım izinleri de kentteki son yıllarda hızlı nüfus artışının göstergelerindendir.

Elazığ (2003) nazım imar planı nda yapılan tahminlere göre, gelecek dönemde Elazığ kentindeki gelişmelerle birlikte son yıllardaki nüfus artışının hızlanarak devam edeceği düşünülmektedir. Aynı şekilde Elazığ'ın metropoliten yapısının gelişeceği ve merkez yakınındaki yerleşmelerin de merkeze yaklaşacağından, nüfusları merkez kent nüfusuna dâhil olabilecektir. Dolayısıyla kentsel alanların planlanmasında, potansiyel gelişme alanlarının önceden değerlendirilip planlanması gerek planlama bütünlüğü, gerekse kontrollü ve planlı gelişme bakımından bir gerekliliktir.

Tüm bu hususlar, beklenti ve tahminler göz önünde bulundurularak yerleşmenin 2020 planlama kabul nüfusunun 600000 olması, (2003) nazım imar planı planlama kararlarının ve mekân organizasyonunun bu nüfus değeri üzerinden olması doğru bir planlama yaklaşımı olacaktır.

10.2.4. Ulaşım

Elazığ, coğrafi konumu itibari ile önemli bir ulaşım ağına sahiptir. Kara, hava ve demir yolu taşımacılığı ile ülkemizin her noktasına ulaşım yapılabilmektedir. Bölgenin tek sivil havaalanına sahip olan Elazığ, yenilenen pisti ve havalimanına dönüştürülen yeni terminal binası ile direk Almanya uçuşlarının yapıldığı ve haftada ortalama 54 uçuşun gerçekleştirildiği havaalanına sahiptir.

Elazığ İli, Doğu Anadolu Bölgesi'nin geçiş merkezi konumundadır. Elazığ Türkiye'nin dört bir yanına ana karayollarıyla bağlı olup, ayrıca demiryolu ve havayolu ulaşımına da sahiptir. Ayrıca ulaşım, Keban Barajı'n yapımıyla Elazığ'ın bazı ilçeleri ve komşu illere bağlı ilçeleriyle Keban Baraj Gölü'nden feribotla yapılmaktadır. İlin en önemli karayolu

bağlantısı; Ankara — Kayseri - Malatya üzerinden gelerek, Tunceli ve Erzurum'a giden devlet yoludur. Bu karayolunun 156 km'si Elazığ İl sınırları içindedir. Yolun Elazığ - Palu kesiminin 87. km'sindeki Kovancılar yöresinden kuzeydoğuya ayrılan bir kol; Bingöl ve Muş üzerinden Van'a kadar ulaşmaktadır. İlin ikinci önemli devlet yolu Diyarbakır ve Mardin üzerinden Suriye sınırında Nusaybin ve Cizre, Irak sınırında Habur sınır kapılarına kadar ulaşır. Kara ve demiryollarının yanında Elazığ'a hava yolu ile de ulaşmak mümkündür.

Elazığ il sınırları içerisindeki demiryolu uzunluğu 272 km olup, il sınırları dâhilinde Kuş Sarayı, Pmarlı, Baskil, Şefkat, Yolçatı, Uluova, Kürk, Gezin, Maden, Yurt, Çağlar, Konak, Murat bağı, Palu, Beyhan ve Suveren istasyonları mevcuttur. Keban Baraj Gölü üzerinde Elazığ -Pertek, Elazığ - Çemişgezek, Elazığ - Ağın ve Baskil - Malatya arasında ulaşım feribotlarla sağlanmaktadır [2].

Elazığ belediyesi tarafından yapılan 2003 nazım imar planında belirlendiği üzere, doğu-batı yönünde lineer gelişmekte olan kentte ana ulaşım arterleri birbirine paralel doğu-batı yönündedir. Bu da bir takım sıkıntılara sebep vermektedir. Kentte kuzey-güney yol bağlantısı yok denecek kadar az ve istenilen ölçüde değildir. Bu bağlamda gelecek yıllarda ulaşım sorunlarının yaşanmaması için planlamada kentin yaya ve trafik ulaşımının yeni çevre yolu da dikkate alınarak yeniden düzenlenmesi ve kuzey-güney ulaşım bağlantılarının güçlendirilmesine özen gösterilmiştir. Yeni güzergâh olarak önerilen güney çevre yolu civarında yeni gelişme alanları planlanırken belli noktalarda ve mesafelerde kavşak önerileri ve servis yolları ile bu yolu kesintiye uğratmayacak ve güvenli bir yapıya kavuşturacak düzenlemeler yapılmıştır. Bunun yanı sıra bu yoldan mevcut kent ve eski yerleşim bölgelerine bağlantıları da yine bu kavşaklardan çıkan genelde kuzey-güney akslı yol bağlantıları ile kurulmuştur.

Elazığ belediyesi tarafından (2014) yürürlükteki imar planında kent içerisinde geçen mevcut Diyarbakır-Malatya yolu şehirlerarası yol olarak değerlendirilmiş ve kentsel ulaşım sistemi içerisinde minimum seviyede kullanılmıştır. Ayrıca ağır trafik yoğunluğu oluşturan kullanımlar (terminal, hal vb.) bu yol üzerinde konumlandırılmıştır. Ancak mevcut durum ve şehrin hızlı gelişmesine paralel olarak söz konusu yol kent içi yol konumuna gelmiş ve kent içi ulaşımını sağlayan en önemli yol olmuştur. Dolayısıyla bu yolun çevresi değişen kentsel yapı göz önünde bulundurularak yeniden düzenlenmiştir.

Kentte ulaşım sisteminin omurgasını büyük oranda kenti bir yeregeçen bu yol bağlantıları oluşturmaktadır. Bu yollarla bağlantılı olarak batıda Baskil yolu (50 m.), doğuda Bingöl yolu, Kuzey-batıda Keban yolu (40 m.), kuzeyde Pertek yolu (20 m) ve kuzey çevre yolu (20-25 m.), Doğukent yol bağlantıları (35 m.) gibi önemli ulaşım aksları bulunmaktadır. Bu yol bağlantıları kentsel ulaşımında 1. Derece yol bağlantıları niteliğindedir.

Ticaret Elazığ'da Gazi Caddesi ve civarında yoğunlaşmıştır. Ancak son yıllarda ulusal düzeyde faaliyet gösteren süpermarketlerin merkez dışında açılmaları ticareti çok ağır bir şekilde şehir dışına kaydırmıştır. Elazığ'da ticarethanelerin konutlarla iç içe olması bazı sorunları da beraberinde getirmektedir. Bu sorunların basında kent içi ulaşım sorunları gelmektedir. Kentin ana arterlerinden olan Hürriyet, Gazi ve Zübeyde Hanım caddelerinde günün belirli saatlerinde trafik tıkanıklığı yaşanırken merkezi mahallelerde yoğun biçimde otopark sorunu yaşanmaktadır [56].

Elazığ Merkezdeki ana trafik gidiş yönü Vali Fahri Bey'den, dönüş yönü ise Gazi Caddesinden olmak üzere iki farklı yoldan akmaktadır. Vali Fahri Bey Caddesinden Tuncay Sokak aracılığı ile Gazi Caddesine araç katılımı olmakta Gazi Caddesinden de Vali Fahri Beye dönüşler Bahçeli Sokak ve Kapalı Spor Salonu kavşağından yapılmaktadır. Vali Fahri Bey Caddesi postane binasından dolayı devam edememekte ve keskin bir dönüşle İstasyon ve Hürriyet Caddesine dönmektedir. Bu virajın olduğu yerde genellikle trafik sıkışıklığı yaşanmakta, özellikle büyük şehir içi otobüsler dönerken bir hayli zorlanmaktadır. İzzetpaşa Camii önündeki yol kısa bir mesafede iki şerit olmakta ve Hürriyet Caddesinde tekrar tek yön uygulanmaktadır. Bu karışık trafikte bir de marjinal ticaretin varlığını, şehir içi otobüslerin ve yaya trafiğinin, ticaretin yoğunluğunu düşünürsek Elazığ şehir merkezinin bir an önce sıhhileştirilmesi ve sadeleştirilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Hürriyet Caddesinin geliş yönü ise Şehit Necati Doğan Caddesinin üst tarafında bulunan ve 1. Harput Caddesine çıkan ara sokaklardan verilmiştir. Kemikleşmiş olan bu durum Elazığ'da acil çözüm gerektiren bir problemdir. Yeni (Güney) çevre yolunun yapılması ile yük ve taşımacılık trafiğinin büyük ölçüde azalması beklenmektedir. Ayrıca kuzey çevre yolunun da hayata geçirilmesi ile şehir içi trafikte rahatlayacaktır. Elazığ yol boyunca doğu- batı hattında gelişen bir şehir olduğu için kuzey-güney hattı oldukça zayıftır. Bu hatların güçlendirilmesi ile de trafik rahatlatılabilir. Çünkü trafiği doğu-batı istikametinde uzunca bir süre götürüp daha sonra kuzey- güneye yönlendirmek doğu- batı hattının yoğunlaşmasına sebep olmaktadır [57].

10.2.5. İklim ve bitki örtüsü

Geçmişte karasal iklimin hüküm sürdüğü Elazığ, yapılan ve yapılmakta olan barajların etkisi ile ılıman bir iklime geçiş yapmıştır. İlde karasal iklim egemen olup, kışlar soğuk ve yağışlı, yazlar ise sıcak ve kuraktır. Elazığ, doğusundan, batısından ve güneyinden, Güneydoğu Toroslarm batı uzantıları ile çevrili olup, Güneydoğu Toroslar, Malatya ili sınırları içinde doğuya doğru uzanarak Elazığ'dan geçer. İl topraklarının % 50'si çayır ve meralar, % 28'i tarım arazisi, % 12'si orman arazisi, % 10'u su yüzeyi (Baraj ve göller) ile kaplıdır. Tarım arazisinin % 87'si sulanabilir tarım arazisidir. İlde, 123.043 hektarlık orman alanı vardır. Bölgenin yüksek yerlerinde dişbudak, kızılâğaç, ceviz, çitlenbik ve ardıç türlerine rastlanmaktadır. Dere ve nehir boylarında ise kavak ve söğüt ağaçlarına rastlanır. Elazığ Meteoroloji Müdürlüğü'nün son 53 yıllık ölçümlerine göre aşağıdaki veriler elde edilmiştir. Bölgede yıllık ortalama sıcaklık 12,90C, yıllık en yüksek sıcaklık 420 C ve yıllık en düşük sıcaklık -22,60C olmuştur. En soğuk ay ocak ayı ve yıllık ortalama sıcaklık -1,20C iken, en sıcak ay temmuz ayı ve yıllık ortalama sıcaklık değeri 27,20C'dir. Yıllık ortalama sıcaklık farkı 28,40C'dir. Sıcaklığın 00C'nin altında olduğu gün sayısı 81,8 ve ortalama nisbi nem oranı % 53'dür. Yıllık ortalama yağış miktarı 427,2 mm, yağışlı gün sayısı ortalama 93,4 gündür. En fazla yağış nisan ve mayıs aylarında ortalama 61,3 mm, en az yağış temmuz ve ağustos aylarında ortalama 1,75 mm'dir [2].

10.3. Elâzığ Deprem Fayları

Elazığ İl Merkezi Yerleşim Alanı, Doğu Anadolu Fay (DAF) Sistemi içerisinde bulunmakta olup yakın çevresindeki önemli fayların özellikleri aşağıda özetlenmiştir (şekil 10.2).

Elazığ Fayı: Elazığ İl Merkezi Yerleşim Alanında yaklaşık D-B doğrultusunda, inceleme alanı dışında KD-GB doğrultuda uzanmaktadır. Elazığ il merkezi yerleşim alanında Abdullahpaşa Mahallesi-Cumhuriyet Mahallesi-Fırat Üniversitesi kampüsü-İzzetpaşa Mahallesi-Ulukent Mahallesi-Doğukent Mahallesi güzergâhından geçen bu fayın Elazığ fayı olarak isimlendirilmesi uygun bulunmuştur [58]. Fayın devamı batıda Harput Koleji'nin yakın kuzeyinden, Bilgem Koleji alanından, Hilalken üzerinden geçerek Elazığ-Malatya Karayolu'nun yakın kuzeyinde yola yaklaşık paralel uzanmaktadır. Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi binası inşaatı temelinde ve MisLand (Mis Holding

10.4. Zemin özelliklerinin deprem riski üzerindeki rolü

Dünyanın önemli deprem kuşaklarından birinin üzerinde yer alan Türkiye yıkıcı depremlere maruz kalmaktadır. Bu yıkıcı depremlerin çok geniş alanları etkilediği görülmüştür. Özellikle 17 Ağustos 1999 Kocaeli Depremi, odak noktasından kilometrelerce uzaklıktaki yerleşim merkezlerini etkilemiş ve bölgenin zemin özelliklerinden dolayı büyük hasara neden olmuştur. Depremler sırasında meydana gelen hasarların yerel zemin koşullarından etkilendiği, araştırmacılar tarafından birçok kez ortaya konmuştur. Bu çalışmalar, yapıların deprem etkisi altında davranışlarının belirlenmesi için yerel zemin koşullarının bilinmesi gerektiğini göstermiştir. Yerel zemin katmanları, deprem hareketinin şiddeti, periyodu ve süresi üzerinde artırıcı bir etki gösterebilmektedir. Deprem sırasında yerel zemin katmanlarının göstereceği yer yanıtının modellenmesi ve değerlendirilmesi, deprem risk belirleme çalışmalarında, hasar tahminlerinde, acil yardım ve planlama çalışmalarında hayati önem taşır [59].

Oluşabilecek bir deprem sırasında Elazığ kent merkezinde yerin fiziksel parametrelerinden olan yer salınım periyodunun ve yerin salınımı büyütme karakteri Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Deprem Dairesi Başkanlığı tarafından belirlenmiştir. Böylece risk, senaryo, acil yardım ve planlama gibi çalışmalar için gerekli en önemli parametreler ve haritalar altlık olarak ortaya çıkarıldı. Söz konusu altlıklar bu çalışma kapsamındaki analizlerde girdi olarak kullanılmıştır.

10.5. İnceleme Alanının Zemin Sınıflamaları Özellikleri

Türkiye deprem yönetmeliğinde zemin türleri dört sınıfa ayrılmıştır; Z1, Z2, Z3, Z4. Bu sınıflama genellikle, sismik dalga hızına ve zemin tabakasının kalınlığına bağlı olarak yapılır. Z1, sismik dalga hızı en yüksek ($V_S > 700$ m/sn) yani sert ana kaya zeminlere, Z2, deprem yönetmeliğine göre sağlam kaya arası birimler (V_S 300-700 m/sn), Z3, deprem yönetmeliğine göre yerel zemin sınıfı, orta sıkı-bozuşmuş zemin (V_S ; 200-400 m/sn), Z4, deprem yönetmeliğine göre yerel zemin sınıfı, gevşek-yumuşak zeminlere (V_S ; < 200 m/sn) karşılık gelmektedir [59].

Yönetmelikte aynı zamanda bu zemin sınıflarının hakim periyot aralıkları ve maksimum spektral büyütme de belirtilmiştir [2]. Örneğin Z1 sınıfı için hakim periyot aralığı 0,1–

0,3 saniye, Z4 sınıfı için ise hakim periyot aralığı 0,2–0,9 saniyedir. Hakim periyot aralığındaki maksimum spektral büyütme ise tüm zemin sınıfları için aynı ve 2,5 katı kabul edilmiştir [60].

Yönetmeliğin önerdiği, eğer bu dört tür zeminden hangisinin üzerine bina yapı lacaksa, binanın hakim periyodu zemin için önerilen periyot aralığı içindeyse, yaklaşık 2.5 katı maksimum spektral ivmelere (yani $0,4g \times 2,5=1,0g$) binanın dayanması gerektiği şeklindedir. Rezonans olayından kaçma gibi bir durum tanımlanmamıştır. Ne yazık ki, birçok depremde zemin tabakalarının bu değerin üstünde spektral ivmelere neden olduğu gözlenmiştir [59].

10.6. Elazığ'da Kentleşme

Elazığ belediyesinin resmi verilerine göre, 2014 yılında bu kent 38 mahalleye bölünmektedir. Söz konusu mahallelerin adlarıyla birlikte nüfus sayıları aşağıdaki tabloda verilmiştir;

Çizelge 10.2. Elazığ mahalleleri ve mahalle bazında nüfus sayısı [61]

S.NO	MAHALLE ADI	NÜFUS SAYISI			
1	Abdullahpaşa	21.245	20	Karşıyaka	4.023
2	Akpınar	4.874	21	Kırklar	15.123
3	Aksaray	8.853	22	Kızılay	4.003
4	Ala yaprak	130	23	Kültür	10.717
5	Ataşehir	10.884	24	Mustafapaşa	16.136
6	Cumhuriyet	21.721	25	Nailbey	9.392
7	Çarşı	1.851	26	Olgunlar	9.986
8	Çatal Çeşme	4.002	27	Rızaie	13.405
9	Çaydağı	9.632	28	Rüstempaşa	12.279
10	Doğukent	13.893	29	Zafran	167
11	Esentepe	1.816	30	Salı baba	3.847
12	Fevzi Çakmak	5.641	31	Sanayi	16.424
13	Göllübağ	102	32	Sarayatik	5.630
14	Gümüşkavak	1.715	33	Su gözü	330
15	Harpüt	713	34	Sürsürü	24.776
16	Hicret	4.544	35	Ulukent	14.481
17	Hilalkent	4.104	36	Üniversite	16.134
18	İcadiye	3.813	37	Yeni	18.122
19	İzzetpaşa	12.830	38	Yıldızbağları	5.472

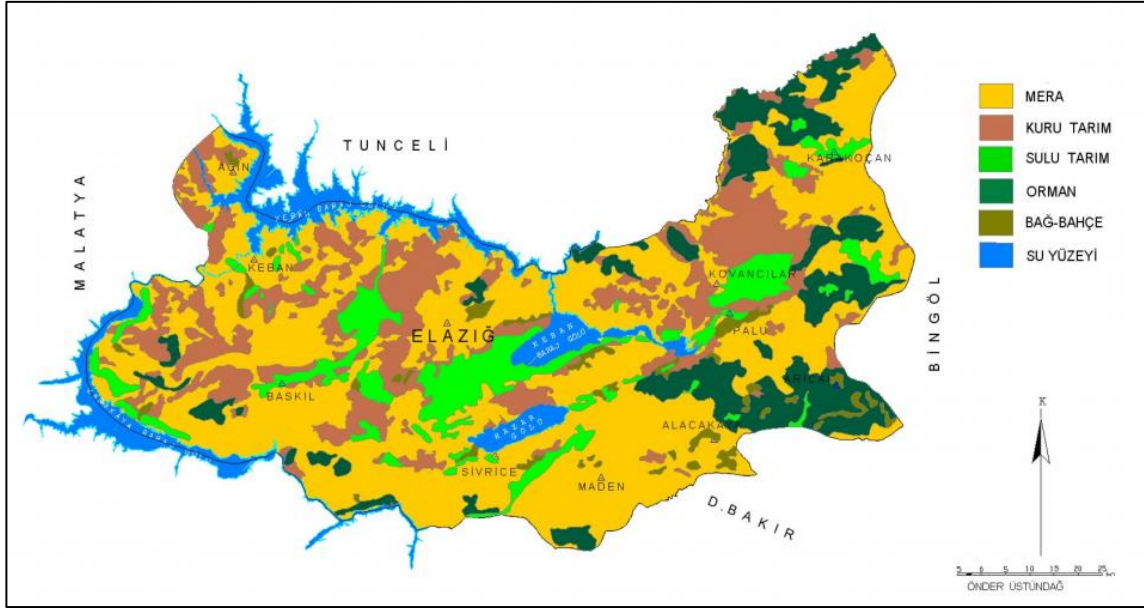
2014 yılında gerçekleştirilen II. Elazığ kalkınma kurultayı ulaştırma-altyapı kentleşme çalışma grubu raporuna [62] göre, Kent genelinde yapılaşma planlamalarının temel altyapısını teşkil eden 1/1 000 ölçekli imar paftası 1988 yılında yapılmış olup yer yer güncelliğini yitirmiştir. Zaman içerisinde özellikle planlar üzerinde yapılan imar tadilatları nedeni ile planların yenilenmesi ihtiyacı göze çarpmış ve bu nedenle “Halihazır yapımı ve

Revizyon + İlave İmar Planı" kapsamında 1/5 000 ölçekli nazım ve 1/1000 ölçekli uygulama imar planları ve şuyulandırma işlemlerinin yaptırılması hakkındaki çalışmalar devam etmektedir. (Halihazır harita 22 000 hektar, 1/5000 ölçekli Revizyon İlave Nazım İmar Planı 12 000 hektar, 1/1 000 Revizyon İlave Uygulama İmar Planı 11 000 hektar, imar planına esas jeolojik ve jeoteknik etüt raporu 12 000 hektar) Nitekim nüfus projeksiyonları ortalaması 500 000 000 civarı olarak belirlenen Elazığ (Merkez) Nazım İmar Planı 31.12.2003 tarihinde belediye meclisi tarafından onanmıştır.

Kentte bilgisayar teknolojisinden faydalanılarak mekânsal veriler ile mekânsal olmayan veriler arasında ilişkinin kurulabildiği, verilerin güncellenebildiği, sorgulama ve analiz işlemlerinin ek programlar yardımıyla yapılabildiği “akıllı kent haritalarına ” ihtiyaç duyulmaktadır. Bu noktada Elazığ İli hali-hazır harita yapımı ve Revizyon+İlave İmar Planı" kapsamında hazırlanmakta olan sayısal haritalarla Akıllı Kent Haritalarının hazırlanmasına zemin oluşturulmuştur. Akıllı kent haritalarının hazırlanmasıyla kentsel alanlarda Bilgi Sistemlerinin hazırlanmasına altlık teşkil edecek nitelikte Kent Bilgi Sistemleri oluşturulması gerekmektedir. Kent Bilgi Sistemlerinin oluşturulması ve etkin kullanımı sağlıklı kentleşme ve sürdürülebilir bir gelişmenin sağlanması için en önemli gereklerden biridir [64]. CBS tabanında deprem risk analizinin gerçekleştirildiği bu çalışmada oluşturulan veri tabanı dolaylı olarak kent bilgi sistemi içinde veri biriktirmiş olacaktır.

10.7. Elazığ Arazi Kullanımı

Elazığ kenti 1/50000 Nazım İmar Planında, arazi kullanım kararları alt başlığında, planlama bütününde toplam alan değerleri, nüfus değerleri ve kullanımlara göre arazi kullanım değerleri aşağıdaki tablolarda verilmiştir.



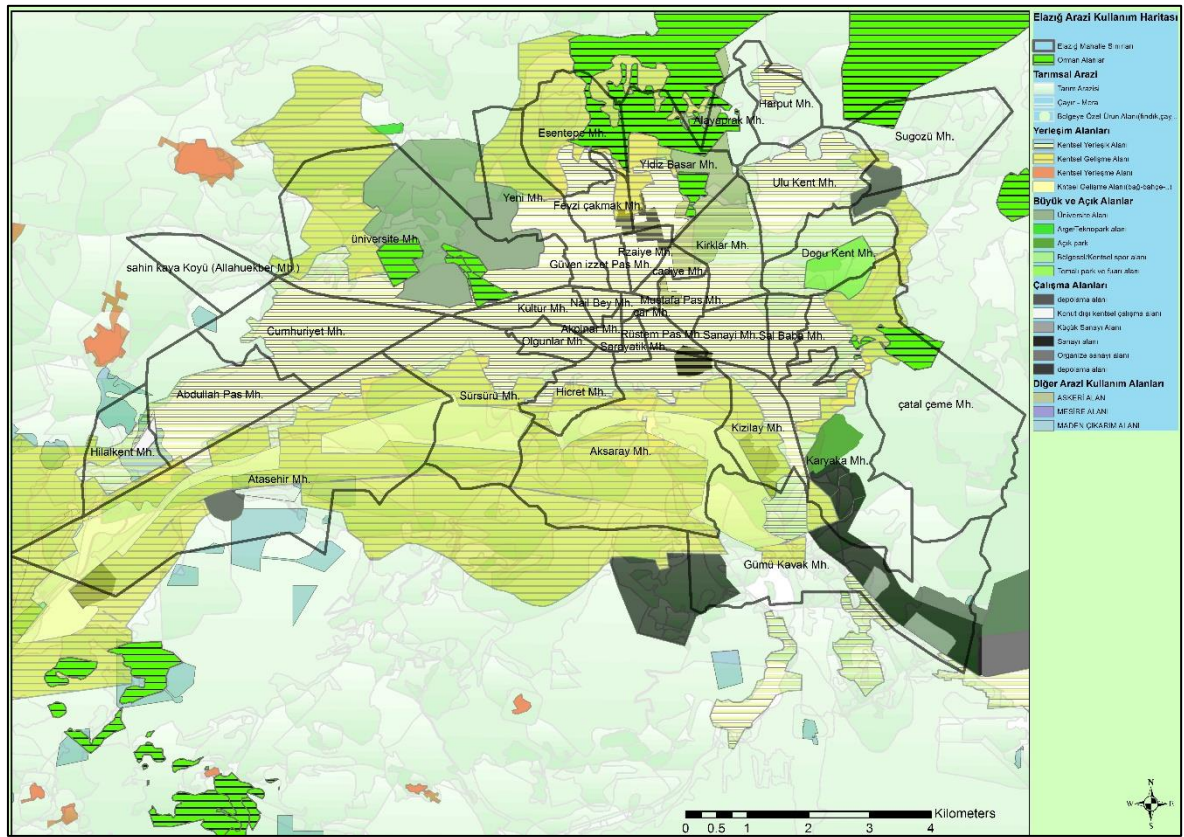
Harita10.5. Elazığ İli Arazi Kullanım Haritası [63].

Çizelge 10.3. Elazığ (2003) nazım imar planı nda arazi kullanımı

ÖNERİ NAZIM İMAR PLANI DEĞERLERİ				
PLANLAMA ALANI (hektar)			9076,83	
PLANLAMA NÜFUSU			618250	
GLOBAL YOĞUNLUK (KİŞİ/HA)			68	
		(Birim aile büyüklüğü 4 kişi alınmıştır.)		
	Brüt Yoğunluk (kişi/ha)	Konut Alanı (ha)	Nüfus	
KONUT ALANLARI	200	2908	581600	
TARIM-BAĞ-BAHÇE ALANLARI	50	733	36650	
Toplam			618250	
KULLANIM	BÜYÜKLÜK		M² / Kişi Nüf.=618250	%
	M²	Hektar		
KONUT ALANLARI	29,082,200	2,908.2	47.04	32.04
TİCARET-MİA ALANLARI	2285870	228.6	3.70	2.52
PAZARLAMA ALANLARI	169040	16.9	0.27	0.19
RESMİ-İDARİ TESİS ALANLARI	2440525	244.1	3.95	2.69
BELEDİYE HİZMET ALANI	283650	28.4	0.46	0.31
ASKERİ ALAN	2961720	296.2	4.79	3.26
İLKÖĞRETİM TESİS ALANI	864800	86.5	1.40	0.95
ORTAÖĞRETİM TESİS ALANI	900680	90.1	1.46	0.99
MESLEKİ VE TEK. ÖĞR.ALANI	244950	24.5	0.40	0.27
ÜNİVERSİTE	3125825	312.6	5.06	3.44
SOSYAL-KÜLTÜREL TESİS ALANI	474960	47.5	0.77	0.52
SAĞLIK TESİS ALANI	511120	51.1	0.83	0.56
DİNİ TESİS ALANI	289240	28.9	0.47	0.32

Çizelge 10.3. (devam) Elazığ (2003) nazım imar planı nda arazi kullanımı

AKTİF YEŞİL ALAN	6867475	686.7	11.11	7.57
REKREASYON ALANLARI	634775	63.5	1.03	0.70
FUAR ALANLARI	342650	34.3	0.55	0.38
SPOR TESİS ALANI	786290	78.6	1.27	0.87
AĞAÇLANDIRILACAK ALAN	10189610	1,019.0	16.48	11.23
TTA (TURİZM TESİS ALANLARI)	289000	28.9	0.47	0.32
TNKA ⁴	7334925	733.5	11.86	8.08
KSA (KENTSEL SERVİS ALANI)	690375	69.0	1.12	0.76
SANAYİ ALANI	642715	64.3	1.04	0.71
KDKÇA ⁵	779700	78.0	1.26	0.86
KÜÇÜK SANAYİ ALANI	493780	49.4	0.80	0.54
TOPTAN TİCARET	30000	3.0	0.05	0.03
DEPOLAMA ALANI	69400	6.9	0.11	0.08
OTOTERMİNAL	110800	11.1	0.18	0.12
DEMİRYOLU	459925	46.0	0.74	0.51
YOL+OTOPARK	17412300	1,741.2	28.16	19.18
TOPLAM	90768300	9,076.8	146.81	100.00



Harita10.6. Elazığ kenti Arazi Kullanım Haritası [64].

⁴ Tarımsal Niteliği Korunacak Alan⁵ Konut dışı kentsel çalışma alanları

6306 sayılı afet riski altındaki alanların dönüştürülmesi hakkındaki kanun, afet riski altındaki alanlar ile riskli yapıların dönüşümünü sağlayarak ülke genelinde sağlıklı, güvenli ve yaşanılabilir çevreler oluşturmak maksadıyla çıkarılmıştır.

Elazığ kent merkezindeki kentsel dönüşüm alanı ilan edilen ve işlemleri Çevre Şehircilik İl Müdürlüğü tarafından yürütülen, sonuçlandırılan tek büyük alan, Cumhuriyet Mahallesi'ndeki Beritan evleri diye bilinen tek afet konutları ile güney yönündeki beyaz evler diye bilinen 3 katlı olduğu konutların bulunduğu bölgedir. Elazığ kenti mahalle bazında deprem risk analizi (Harita 11.10)'ne göre bu mahalle genelde orta dereceli risk alanı olarak belirtilmiştir. daha da ayrıntılı olarak söylemek istersek; cumhuriyet mahallesi 20,000-30,000 kişi nüfus yoğunluğuna (5. derece) sahiptir. Bununla birlikte zemin kriterlerine göre (AHS göreceli yerleşe bilirlilik analiz haritası 11.6) yüksek derece yerleşe bilirlilik alan olarak belirtilmiştir; mahallenin güney bölgeleri ise zemin özelliklerine göre düşük derece yerleşe bilirlilik alan olarak belirlenmiştir. Bu verilerden yola çıkarak Cumhuriyet Mahallesi zemin özellikleri açısından iyi bir yerleşe bilirlilik derecesine sahip olsa da, mahallede bulunan eski konut ve binalar dolayısıyla bazı tedbirlerin alınması gerekmektedir.

Zafran (Üniversite) mahallesinde kanal üstü mevkiindeki gecekondular alanında Kentsel Dönüşüm Alanı olarak daha önceki yıllarda Elazığ Belediyesi bünyesindeki elemanlarca çalışılmış belirli bir aşamaya da gelinmiştir. Bugün itibarıyla sonuçlanmamıştır. Elazığ kenti mahalle bazında deprem risk analizi (Harita 11.10)'ne göre bu mahallenin kuzey bölgeleri risksiz bölge olmakla birlikte kuzey bölgeleri düşük derece risk alanları olarak belirlenmiştir. Zafran mahallesi 10,000-20,000 kişi nüfus yoğunluğuna (4. derece), Orta Yoğun derecede bina kat yüksekliği sahiptir. Ayrıca mahallenin kuzeyi zemin kriterlerine göre (AHS göreceli yerleşe bilirlilik analiz haritası 11.6) yerleşebilir alan ve güneyi ise yüksek derece yerleşebilir alan olarak belirtilmiştir; Bu verilerden yola çıkarak Zafran (üniversite) mahallesi birçok açıdan uygun mahalle olarak değerlendirilir. Buna rağmen, çalışmaları devam eden gecekondular kentleşme işlemlerinin hızlandırılması önerilmektedir. Bu alanlar dışında kalan dönüşümü gerekli görülen alanlar içerisinde; Demiryolu güzergahının güneyinde kalan bölgeler olabilir. Yani Kızılay (deprem risk haritasına göre riskli alan olarak değerlendirilmiştir) ve Aksaray (deprem risk haritasına göre orta derece risk alanı olarak değerlendirilmiştir) mahalleleri İmar kullanımları nedeniyle kendini

yenileyememiş, kullanılan yaya ve taşıt yolları kendini yenileyemeyen bu alanda imardaki genişliklerine ulaşamamıştır. 1955-1970 yılları arasında yapılan binalar bile mevcuttur.

10.8. Elazığ Kenti Konut Durumu

1989 yılında yapılmış olan imar planında çoğunlukta az katlı ve az yoğun bir konut dokusu oluşturulması amaçlanmıştır. Bitişik nizam çok katlı konut dokusunun oluşmasını engellemek amaçlı olan imar planında konut talebinin merkezden uzaklaşmasını teşvik amacıyla konut gelişme alanlarında yoğunluk artışına yer verilmiştir.⁶

1989 yılında yapılmış imar planında olduğu gibi 2002 yılında yapılmış imar planında da konut talebi kentin batısında imar parselleri açılarak karşılanmaya çalışılmıştır.

Ayrıca, ruhsatsız yapılara ilişkin bir kaynak olmamasına rağmen yapılan konut alanlarının tarihsel gelişimi analizinde de görüldüğü gibi imar planı dışında da konutların yer aldığı görülebilmektedir.

10.8.1. Elazığ Kenti konut yoğunluğu

Elazığ kentinin merkez bölgelerinde, zemin kriterlerine göre AHS göreceli yerleşebilirlik analizi haritasına (Harita 11.6) göre düşük derece yerleşebilir alan olarak değerlendirilmesine rağmen, bitişik nizam konutların oluşturduğu bir yoğunluk görülmektedir. Ayrıca yapılan bina kat yüksekliği incelemesinde kentin batıya doğru yönelme gösterdiği görülmektedir. Kentin batısında TOKİ'nin yapmış olduğu uygulamalar ve diğer kooperatif uygulamalarının çoğunlukta o bölgede olması dolayısıyla konut yoğunluğun arttığı görülmektedir. Bu alanlar zemin kriterlerine göre AHS göreceli yerleşebilirlik analizi haritasında (Harita 11.6) Yüksek derece yerleşebilir alanlar olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca eğim haritasına göre derece 4 ve 5, zemin büyütmesi kriterine göre derece 3, Zemin Hâkim Titreşim Periyotuna göre derece 3 ve 4, VP/Vs oranına göre derece 4 olarak değerlendirilmiştir. Dolayısıyla söz konusu TOKİ yapıtların yapıldığı kentin batı bölgesi genel olarak zemin özelliklerine göre orta uygun olarak değerlendirebiliriz.

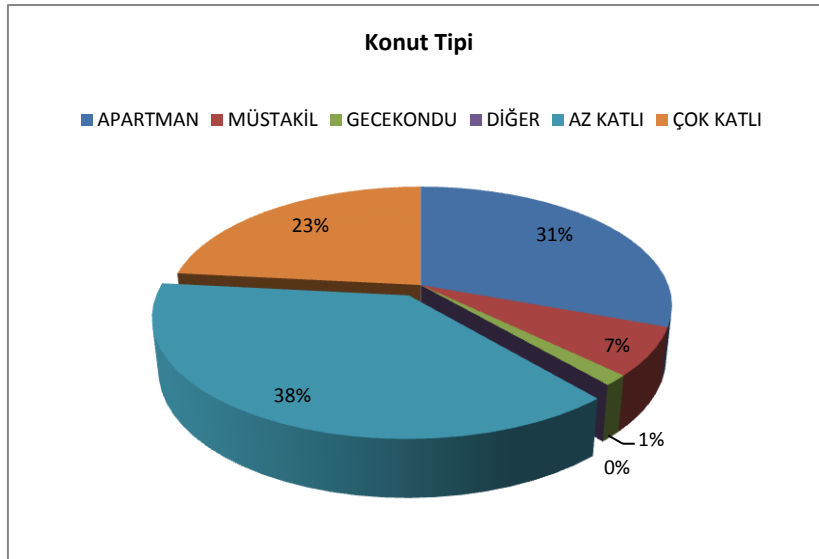
⁶. 1989 yılı plan açıklama raporu

10.8.2. Konut Dokusu analizi

Elazığ merkez ilçe kent merkezinde toplam 32 tane mahalle bulunmaktadır. Mahallelerin hepsinin konut ve yerleşim verilerine ulaşılmadığı için örnek olarak farklı özellikler gösteren 7 tane doku bölgesi seçilmiştir. Seçilen bu doku bölgeleri için yapı özelliklerine ve parsel özelliklerine bakılıp inceleme yapılmıştır. Seçilen doku bölgeleri; Üniversite, Yıldız Bağları, Doğukent, Esentepe, Aksaray, Sürsürü, Cumhuriyet, Hilalkent, Olgunlar ve Rızaiye mahallelerinde yer almaktadır [65]. Deprem risk haritasına göre ise yapılan değerlendirmeler kentin tüm mahalleri için yapılmıştır. Yani bu kısımda getirilen veriler, Elazığ kent merkezinin konut açısından ne tür özellikler sergilediğini göstermek açısından önemli sayılmaktadır. Bunun için tüm mahalleler değil, sadece 7 tane örnek mahalle verileri sunulmuştur.

10.8.3. Elazığ kenti konut özellikleri

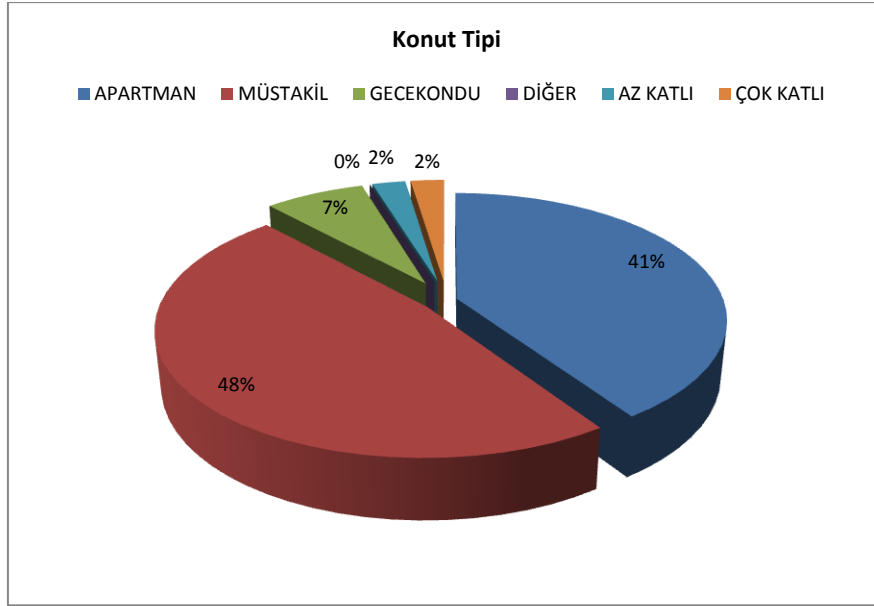
Bu kısımda Elazığ genelinde ve bazı örnek mahalleleri bazında konut tipi ve büyüklüğü incelenmiştir. Konut tipi apartman, müstakil, gecekondü, az katlı, çok katlı ve diğer olmak üzere 6 tipe bölünmüştür. Büyüklük açısından ise 40-80, 81-100, 101-120, 121-150 ve +150 metre kare olarak 5 gruba bölünmüştür.



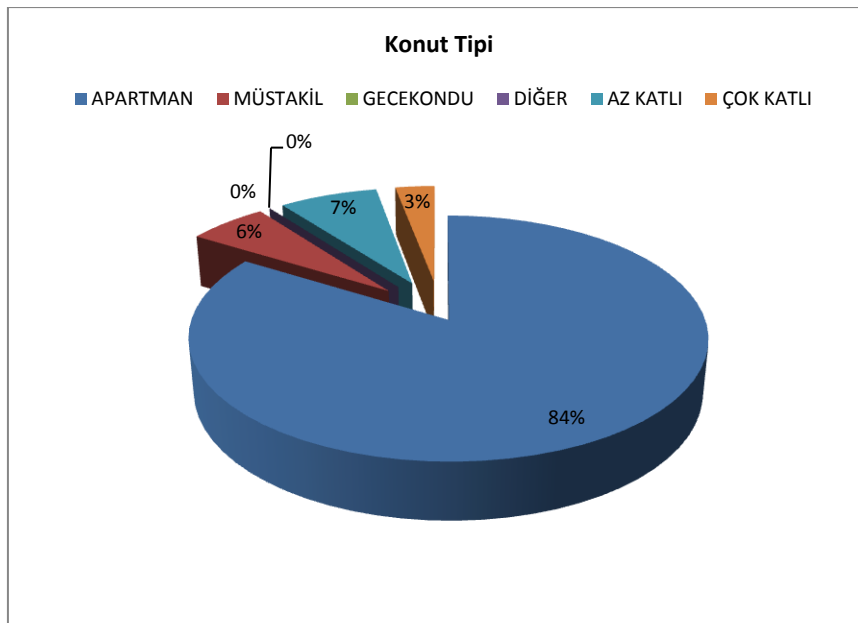
Şekil 10.1. Elazığ Genelinde Konut [68]

Şekil 10.1'e göre Elazığ kentinin genelinde en çok (%38) az katlı konutlar ve ondan sonra apartman tipi konutlar (%31) daha yoğunluktalar.

Yıldız Bağları mahallesinde şekil 10.4te görüldüğü üzere en çok (%48) müstakil konutlar yer almaktadır. İkinci en yoğun konut tipi ise apartman tipidir [65].

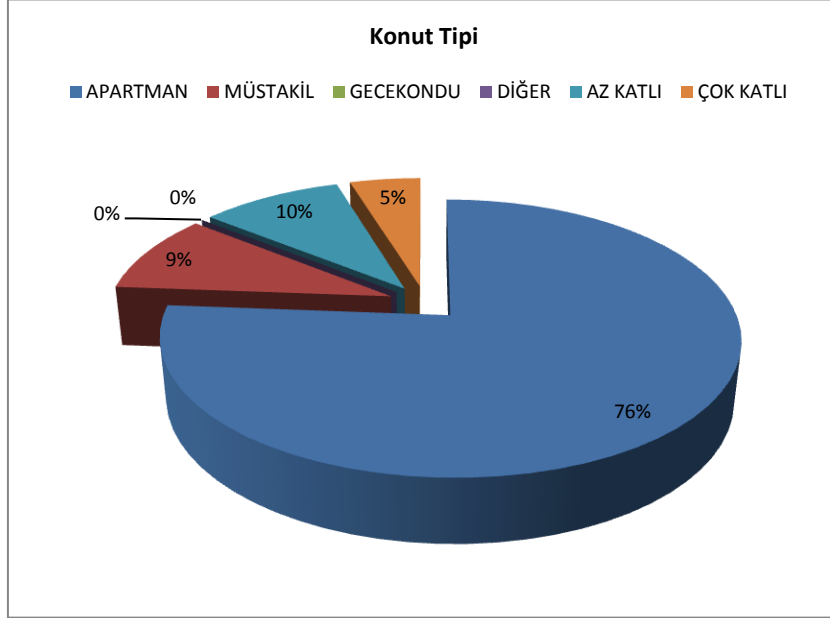


Şekil 10.2. Yıldız Bağları Mahallesi Konut Tipi



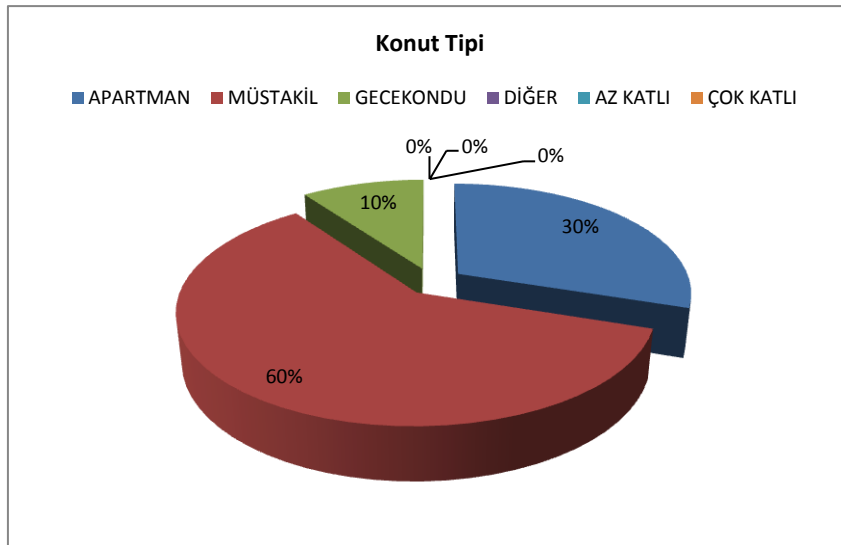
Şekil 10.3. Rızaiye Bağları Mahallesi Konut Tipi

Şekil 10.6'ya göre Rızaiye mahallesinde %84'lik bir oranla apartman tipi konutlar daha yoğunluk göstermektedir.



Şekil 10.4. İzzetpaşa Mahallesi konut tipi

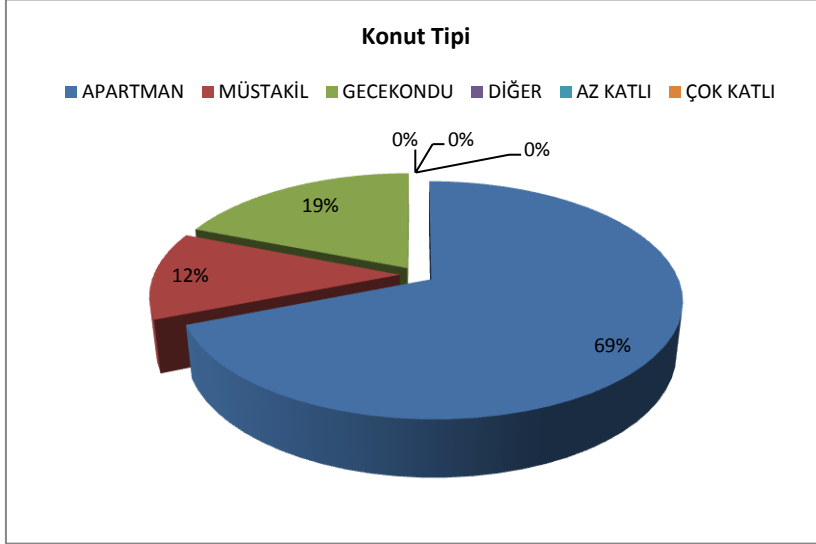
Şekil 10.8'e göre, İzzetpaşa mahallesinde en çok (%76) apartman tipi konutlar yoğunluk göstermektedir.



Şekil 10.5. Hilalkent Mahallesi konut tipi

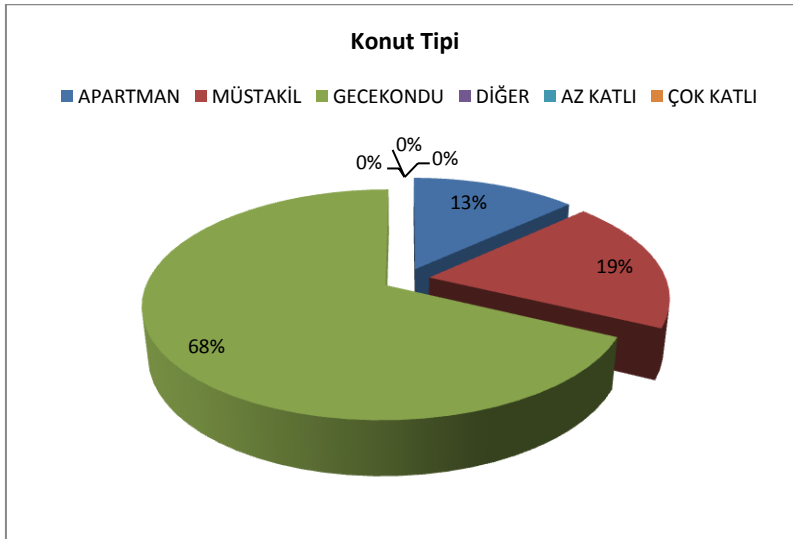
Şekil 10.10'a göre, Hilakent mahallesinde Müstakil evlerin yoğunluğu %60 oranla en yoğun konut tipleri olarak gösterilmektedir. Şekilde dikkat çeken husus, gecekondur

oranının (%10) yüksek olmasıdır. Niye ki depremde en çok riskli sayılan konut tipi, standartlara uymayarak yapılan gecekondudur.



Şekil 10.6. Cumhuriyet Mahallesi konut tipi

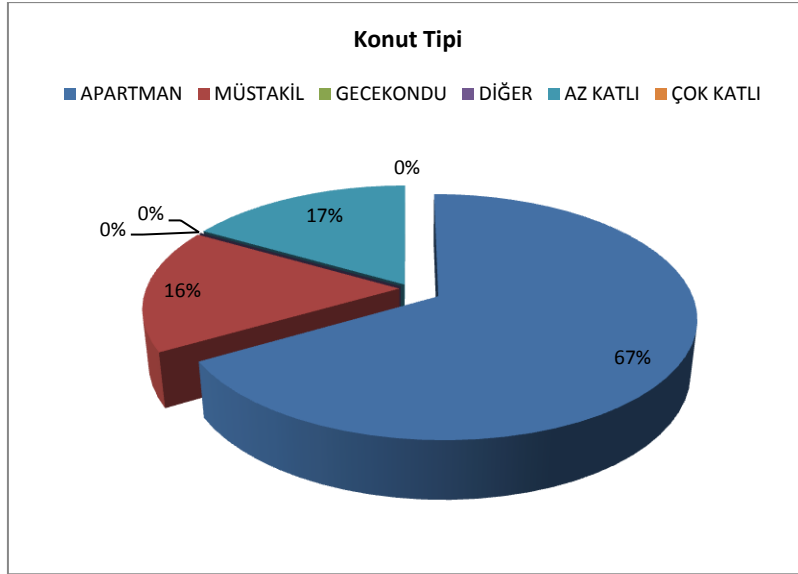
Cumhuriyet mahallesinde apartman tipi %69 oranıyla en yoğun konut tipi olarak belirlenmektedir. Ayrıca bu mahallede %19 oranla gecekondu tipinin yoğunluğu dikkat çekmekte ve bunun için gereken tedbirler yetkililer tarafından yapılması gerekmektedir.



Şekil 10.7. Aksaray Mahallesi konut tipi

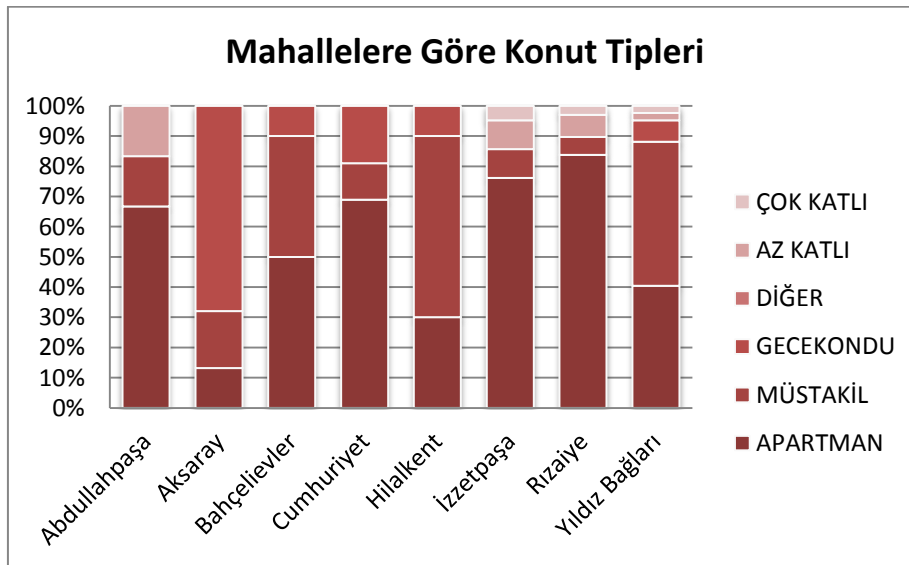
Aksaray mahallesinde %68'lik bir oranla gecekondu tipinin yoğunluğu gözlemlenmektedir. Elazığ kentinde kalitesiz gecekondu konut tipinin en çok bu mahallede

yerleştiği görülmekte ve deprem riskine karşı duyarsız ve tehlikesi yüksek bir mahalle olarak değerlendirilebilir. Ayrıca bu mahalle zemin özellikleri açısından (Harita 11.6) yerleşilmez alan, yani riskin en yüksek olduğu alan olarak değerlendirilmiştir. Dolayısıyla büyük tehlikeyle karşı karşıya olan bu mahallede gecekondular sorununu çözmek için yetkililer tarafından büyük  zen göstermeleri beklenmektedir.



şekil 10.8. Abdullahpaşa Mahallesi konut büyüklüğü

Abdullahpaşa mahallesinde konut tipi olarak en çok (%67) apartman tipi yoğunluk göstermektedir.



şekil 10.9. Mahallelere Göre Konut Tipleri

Hane halkı verileri incelendiğinde Elazığ kentinde Aksaray mahallesinde gecekondun kullanımının yaygın olduğu Abdullahpaşa, Rızaiye ve İzzetpaşa mahallelerinde ise apartman kullanımının yaygın olduğu görülmektedir. Yukarıda da vurgulandığı üzere Aksaray mahallesinde gecekondun tipinin yüksek bir oranı kapsadığı için ve zemin özelliklerini de göz önünde bulundurarak deprem duyarlı planlama açısından riski en yüksek olan mahalle olarak tanımlanabilir.

Sonuç olarak, Elazığ'da bulunan konutları yoğunluğuna göre incelendiğinde, konutları az yoğun (1 - 4 kat), orta yoğun (5 - 6 kat) ve çok yoğun (7 - 12 kat) olmak üzere üç bölüme ayırabiliriz. Günümüz itibarıyla konutların dağılımı şu şekilde resmedilebilir [59]:

Az Yoğun Konutlar: Çarşı, Yıldız Bağları, Fevzi Çakmak, Zafran, Salıbaşı, Ulukent, Aksaray, Karşıyaka, Keban Yolu üzerindeki konutlar, Doğukent Mahallesinin bir kısmı, Sürsürü Mahallesinin bir kısmı, yeni planlanan güneyçevre yolunun kuzey ve batısında planlanan bağ-bahçe alanları, Harput.

Normal olarak Konut kat yüksekliği yoğunluğu açısından az yoğun konutlu olan mahalleler, can ve mal kaybı rakamı olarak depremden daha az hasar görebilmektedir; tabi ki yer özelliklerine göre bu tahmin değişebilir. Az yoğun kategorisinde yerleşen ve adları yukarıda verilen mahalleler AHS göreceli yerleşebilirlik analizi haritasına (Harita 11.6) göre değerlendirilmesi gerekmektedir. Haritaya göre, Çarşı ve Fevzi Çakmak mahallesi Yüksek dereceli yerleşebilirlikte. Zafran yarı yerleşebilir ve yarı yüksek derece yerleşebilir, Salıbaşı yüksek derece yerleşebilir, Ulukent kuzey bölgesi de yüksek ve güney bölgesi düşük derece yerleşebilir alanlardır. Aksaray ve Karşıyaka yerleşilmez alan, Keban Yolu üzerindeki konutların olduğu alan ve Doğukent mahallesi yüksek derece yerleşebilir, Sürsürü Mahallesinin kuzeyden bir kısmı yüksek derece ve merkez ve güneyi ise düşük derece yerleşebilir alanlar olarak değerlendirilmiştir. Son olarak Harput'un kuzeyi yerleşebilir ve güneyi ise yüksek derece yerleşebilirlik derecesiyle değerlendirilmiştir.

Orta Yoğun Konutlar: Nailbey, Kültür, İzzetpaşa, Yeni, Üniversite, Mustafapaşa, Doğukent Mahallesinin bir kısmı, Ataşehir Mahallesinin bir kısmı, Abdullahpaşa, Ulukent, Orta yoğun konut dağılımına sahip mahallerin zemin özelliği (AHS göreceli yerleşebilirlik analizi haritasına (Harita 11.6) açısından bakıldığında ise, Nailbey mahallesi düşük derece yerleşebilir, Kültür ve İzzetpaşa mahalleleri kuzey bölgeleri orta derece ve güneyleri de

düşük derece yerleşebilir, Üniversite mahallesi Zafran yarı yerleşebili ve yarı yüksek derece yerleşebilir, Mustafapaşa ve Doğukent mahalleleri güney hattı yerleşilmez ve merkez ile kuzey bölgeleri düşük derece yerleşebilir, Ataşehir güney batı kısmı yerleşilmez alan ve diğer kısımları düşük derece yerleşebilir, Abdullahpaşa ve Ulukent mahallelerinin her ikisi de güneyde düşük derece yerleşebilir olmakla birlikte kuzey kısımlarda yüksek derece yerleşebilir alanlar olarak değerlendirilmiştir.

Çok Yoğun Konutlar: Hicret (Bahçelievler) civarı, TOKİ konutlarının bir kısmı, Sürsürü Mahallesi ana arterler ile Gazi Caddesi, Vali Fahribey Caddesi, İstasyon ve Şehit İdris Doğan Caddesi, İzzetpaşa Caddesi, Malatya Yolu, Misland civarındaki konutlar, Hilal Kent mevki, Polis Okulu karşısındaki binalar.

Çok Yoğun konutlar kategorisinde yerleşen mahalleleri AHS göreceli yerleşebilirlik analizi haritasına (Harita 11.6) göre değerlendirdiğimizde ise; batıdan az bir kısmı yerleşmez alan olarak değerlendirilen Hicret mahallesi düşük derece yerleşebilir, TOKİ konutlarının bulunduğu batı bölgeleri genelde düşük derece yerleşebilir, Sürsürü mahallesinin kuzeyden az bir alan yüksek derece ve merkez ile güney bölgesi düşük derece yerleşebilir, Gazi caddesi Cumhuriyet mahallesi kısımlarında yüksek derece ve diğer mahallelerdeki kısımlarında düşük derece yerleşebilir alan, Vali Fahribey Caddesinin kuzey yönü yüksek derece ve güneyi ise düşük derece yerleşebilir alan, İstasyon ve Şehit İdris Doğan caddelerinin bulunduğu bölge düşük derece yerleşebilir, İzzetpaşa Caddesi düşük derece yerleşebilir, Malatya Yolunun Ataşehir, Aksaray ve Gümü Kavak mahallelerinin güneyinden geçtiği noktalarda yerleşilmez ve diğer bölgelerde de düşük derece yerleşebilir, Misland konutlarının ve Hilal Kent'in bulunduğu zemin düşük derece yerleşebilir ve Polis Okulu karşısındaki binaların bulunduğu zemin ise yüksek derece yerleşebilir mahalleler olarak değerlendirilmiştir.

10.9. Elazığ Genel Yapı Ve Kentleşme

Elazığ'da, kentleşme açısından tek merkezli bir gelişme vardır. Ancak son zamanlarda yapılaşmanın yoğun olduğu batı ve kuzeye doğru, merkez oluşmasa da ciddi anlamda bir kayma söz konusudur. Bu kayma sadece konut değil kısmen işyeri ve ticaret olarak da gerçekleşmektedir. Bu kaymaya rağmen şehir merkezinde bulunan belli caddeler (Gazi, Vali Fahri Bey, Harput, Hürriyet Cad.) hala eski yoğunluğunu korumaktadır. Bunun sebebi

olarak; eskiden konut olarak kullanılan bir kısım binalardaki nüfusun taşınmasıyla birlikte iş yerine (büro, dersane, bazı kamu kurumları..) dönüşmesi ve burada sürekli olarak hareketliliğin yaşanması; günlük ticari alanların (mağaza, market ve küçük ve yerli esnaf) tam anlamıyla şehir dışına taşınma endişesi; sokak ve caddelerin yeterli genişlikte olmamasından kaynaklanan trafik sıkışıklıkları, otopark sorunlarını gösterebiliriz. Kentte ana yoğunluk muhakkak hala merkezde bulunmaktadır. Ancak Akgün AVM'nin bulunduğu alan da Adliye Sarayının da buraya taşınmasıyla belli bir yoğunluğa sahiptir [57]. Trafiğin yoğun olduğu Gazi, Vali Fahri Bey, Harput ve Hürriyet caddeleri deprem riskine göre bulundukları zeminlerin özellikleri incelenerek şu şekilde değerlendirilebilir; yukarda da vurgulandığı üzere, zemin kriterlerine göre AHS göreceli yerleşebilirlik analizi haritasından (Harita 11.6) yola çıkarak Gazi caddesinin Cumhuriyet mahallesindeki istikameti yüksek derece ve diğer mahallelerdeki istikameti düşük derece yerleşebilir alan olarak değerlendirilmiştir. Elazığ kenti mahalle bazında deprem risk analizi haritasına (Harita 11.10) göre Gazi caddesi güney yönü Cumhuriyet, Abdullahpaşa ve Ataşehir mahallesinin kuzeykısımlarında orta derece riskli alanlar ve caddenin batıya doğru istikametinde Hilal kentte riskli ve caddenin güneyinde kalan Ataşehir mahallesinde yüksek derece riskli zeminler olarak değerlendirilmiştir. Gazi caddesinin geçtiği Üniversite mahallesinin güneyleri düşük derece riskli ve şehir merkezine ilerledikçe orta derece riski olarak görülmektedir. Dolayısıyla deprem risk analizi haritasından yola çıkarak Gazi caddesinde olan trafik yoğunluğu Hilalkent'te daha çok hasara yol açabilmektedir.

Vali Fahribey Caddesinin kuzey yönü yüksek derece ve güneyi ise düşük derece yerleşebilir alan olarak değerlendirilmiştir. Zemin kriterlerine göre AHS göreceli yerleşebilirlik analizi haritasından (Harita 11.6) yola çıkarak caddenin bulunduğu Kültür mahallesi düşük derece ve yüksek derece yerleşebilirlik alan olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca Elazığ kenti mahalle bazında deprem risk analizi haritasına (Harita 11.10) göre ise bu caddenin bulunduğu Kültür mahallesi risk açısından orta ve düşük derece risklidirler. Zemin kriterlerine göre AHS göreceli yerleşebilirlik analizi haritasından (Harita 11.6) yola çıkarak Harput caddesi düşük derece yerleşebilir bir zeminde bulunmaktadır. Dolayısıyla trafiğin yoğun olduğu bu cadde depreme karşı riski bir vaziyettir. Zemin kriterlerine göre AHS göreceli yerleşebilirlik analizi haritasına (Harita 11.6) göre Hürriyet caddesinin bulunduğu zemin düşük derece yerleşebilir alan olarak tespit edilmiştir. Ayrıca Elazığ kenti mahalle bazında deprem risk analizi haritasında (Harita 11.10) da görüldüğü üzere Hürriyet caddesini bulunduğu İcadiye mahallesi riski alan olarak değerlendirilmiştir.

Dolayısıyla bu caddenin trafiği deprem anında büyük hasarlara neden olabilmekte ve yetkililerin bu konuda özen göstermeleri beklenmektedir.

Elazığ 2000’li yıllardan sonra inşaat olarak ciddi anlamda bir büyüme kaydetmiş ve batı ve kuzeye doğru kayma göstermiştir. Bu kayma sadece konut değil aynı zamanda işyeri ve ticari olarak kayma seklindedir. Ticaretin merkezi Gazi Caddesi, Hürriyet Caddesi, Şehit İlhanlar Caddesi ve Vali Fahri Bey Caddesi ile kısmen İstasyon Caddesi’nde bulunmaktadır. Geleneksel ticaretin yapıldığı Çarşı Mahallesi civarı da ticari anlamda insan yoğunluğunun bulunduğu alanlardır. Şehir merkezinde bulunan bu caddelerin hala eski yoğunluğunu korumasının sebebi günlük ticari alanların tam anlamıyla şehir dışına taşınmaması ve bu nedenle ikinci bir merkez oluşamamasıdır. Dolayısıyla deprem bölgelerinde ön görülen çok merkezli kentsel gelişme oluşmamıştır.

Gazi Caddesi üzerinde, bankalar, sigorta ve çeşitli finansman kurumları, eczaneler, avukatlık ve mühendislik büroları, dershaneler, beyaz eşya satan mağazalar, işyerleri, görece yüksek gelir düzeyine yönelik büyük mağazalar - konfeksiyonlar, bilgisayar satış ve bakım servisleri, mobilya satış mağazaları, pastaneler, alışveriş merkezleri, aktarlar, müzik stüdyoları, şekerçiler, baharatçılar, spor malzemeleri satan mağazalar, lokantalar ve büyük çarsılar (Büyük Çarşı, 50’ler Çarşısı vs.) ve bilinen pasajlar (Erzen Pasajı, Emmioğlu Pasajı, Zırhlıoğlu Pasajı, Yüce Pasajı vs.) ticari merkezin Gazi Caddesi üzerindeki aksını oluşturmaktadır [66] Dolayısıyla bu hareketli aks olası depremin gündüz olma durumunda karmaşa ve paniğin fazla yaşanacağı bölgelerden olacaktır.

1994 yılında imara açılan Elazığ-Malatya karayolunun güney yönündeki Sürsürü mahallesindeki İlave İmar Planı imar uygulamaları hızla devam ettiği için Elazığ – Malatya Karayolunun Keban kavşağı ile Baskil kavşağı arasında kalan güzergâhı üzerinde ticari bir aks oluşmaya başlamıştır. Bu güzergâh üzerinde mobilya üreten firmaların teshir salonları ve mağazaları (İpek Möble, İstikbal, Bellona), otomobil üreten firmalarının plazaları ve bakım servisleri (Opel, Tofaş), büyük alışveriş merkezleri ve depoları (Misaş, Çarşı Mağazası, Kısmet, Royal gibi), kafeler, halı sahalar, benzin istasyonları, LPG istasyonları, çeşitli dallarda üretim yapan imalathaneler, özel okul bulunmaktadır [66]. Özellikle benzin ve LPG istasyonlarının bulunduğu bu güzergahta olası deprem esnasında büyük patlama ve hasarlara yol açabilir.

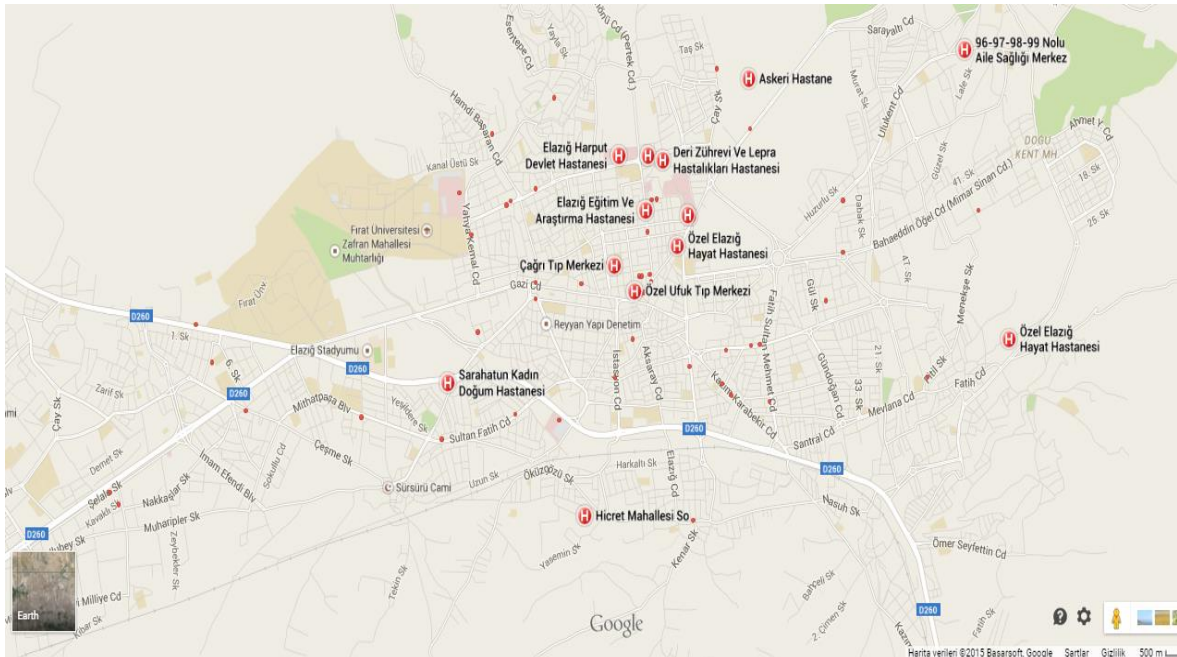
Ayrıca Misland'ın yapımı da şehri yönlendiren bir unsur olarak karsımıza çıkmaktadır. Hürriyet Caddesinde bulunan bankalar yavaş yavaş şehir dışına doğru kayma göstermektedir. Yine şehir merkezinde bulunan ve günün belli saatlerinde yaya ve araç trafiğini olumsuz etkileyen dershanelerden birkaçı da şehir dışına kaymaktadır. Ancak bunlar ileride ikinci merkezin oluşabileceği bölgelere kaymaktadır. Bu nedenle karar vericilerin ikinci merkezin oluşacağı bölgeyi iyi tayin etmeleri gerekmektedir. Yoksa yeni merkezin eskisinden pek farkı olmaz. Kent merkezinde yukarıda verilen caddelerin haricinde ticari olarak gelişmeye başlayan fakat konut alanlarının sadece zemin katlarında faaliyetlerine devam eden caddelerde vardır. Bunlar arasında son yıllarda gelişmeye başlayan Kazım Karabekir Caddesi, Namık Çitçi Caddesi, Mevlana Caddesi ve Kışla Caddesini sayabilir [66].

10.10. Elazığ Kentinde Sağlık Merkezleri Ve Hastaneler

Deprem duyarlı planlamada önemli olan diğer husus hastane ve sağlık merkezleri alt yapısıdır. Deprem meydana çıktığı zaman birinci dereceden önem taşıyan hastanelerin sayısı ve standartları önem arz etmektedir. Deprem sonrasında yoğun bir şekilde müracaat edilen hastaneler depreme maruz kalan insanların sağlıklarıyla direkt ilişkilidir. Dolayısıyla deprem duyarlı planlamalarda bu hususa önem vermek ve gereken alt yapıyı sağlamak gerekmektedir. Söz konusu Elazığ kentinde deprem duyarlılık konusunu ele aldığımızda da hastane ve sağlık konularına dikkat etmemiz önemli bir şarttır. Bu husus açısından Elazığ bölge temsilcisi olma yolundadır. Fırat Üniversitesinde bulunan Tıp Fakültesi 1983 tarihinde kurulmuş, Fırat Üniversitesi Hastanesi ise 1985 yılından itibaren faaliyetlerine devam etmektedir. 3. Derece Üst Sağlık merkezi olup aynı zamanda bir bölge hastanesidir. Elazığ Eğitim ve Araştırma Hastanesi 1945 yılında Almanlar tarafından yapılarak daha sonra tadilat ve ilavelerle bugünkü halini almıştır. 2007 yılında Kalite Belgesi alan hastane yine bir bölge hastanesi niteliğindedir [57]. Bunların dışında Elazığ Ruh ve Sinir Hastalıkları Hastanesi, Diş Hastanesi, Özel Hastaneler, Eğitim ve Araştırma Hastanesine bağlı olan Cüzzam Hastanesi, Devlet Hastanesi, Sara Hatun Kadın ve Doğum Hastanesi, Deri ve Zührevi ve Lepra Hastalıkları Hastanesi bulunmaktadır.

Sağlık alanında önemli gelişmeler kaydeden Elazığ'da yine şehrin büyümesi ile birlikte şehir içinde kalan Fırat Hastanesi ve bazı hastaneler yolların dar olmasından dolayı ambulans ve acil hasta götüren araçlara sıkıntı yaratmaktadır. Bu nedenle sağlık alanlarının

yer seçiminde de bu etkenlerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Merkezde her ilde bulunan Devlet Hastanesi ve Askeri hastanenin dışında Cumhuriyetten önceki dönemden kalma Amerikalılar tarafından yapıldığı söylenen Doğu ve Güneydoğu Anadolu’da branşındaki tek müessese olan ‘Emrazı Akliye ve Asabiye Hastanesi’ bulunmaktaydı [67].



Harita 10.7. Elazığ kentinde var olan hastanelerin konumu ve dağılımı

Haritada da görüldüğü üzere Elazığ kentinde hastaneler genel olarak merkez mahallerde yoğunlaşmıştır. Söz konusu haritada hastanesi olmayan mahalleler de bulunmaktadır. Zemin kriterlerine göre AHS göreceli yerleşebilirlik analizi haritasını (Harita 11.6) dikkate alarak hastanelerin bulunduğu mahallelerin zemin özelliği açısından yerleşebilirlik dereceleri ortaya çıkarabiliriz; zemin özelliklerine göre yerleşilemez alan olarak değerlendirilen Aksaray mahallesinde bulunan Elazığ Devlet Hastanesi, olası bir depremde hasar görme ihtimali yüksek ve yapı olarak depreme karşı duyarlılığı kontrol edilmeli ve her hangi bir yıkıma karşı istihkamı ayarlanmalıdır.

Zemin kriterlerine göre AHS göreceli yerleşebilirlik analizi haritasından (Harita 11.6) yola çıkarak düşük derece yerleşebilir mahalle olarak değerlendirilen Olgunlar 'da bulunan Sura Hatun Kadın Doğum Hastanesi olası bir deprem anında hasar görebilme ve yıkım ihtimali ile karşı karşıya kalabilmektedir. Dolayısıyla yapı açısından gereken tedbirlerin alınması gerekmektedir. Elazığ Özel Ufuk Tıp Merkezi, Çağrı Tıp Merkezi, Elazığ Eğitim ve

Araştırma Hastanesi ve Elazığ Özel Hayat Hastanesi de Harita 11.6'ya göre zemin özellikleri açısından düşük derece yerleşebilir bir zeminde bulunmaktadır.

Elazığ Askeri Hastanesi, Deri Hastalıkları Hastanesi ve Fırat Üniversitesi Hastanesi, harita 11.6'ya göre yüksek derece yerleşebilir bir zeminde bulunmaktadır. Dolayısıyla olası bir depremde daha güvenilir olmakla birlikte yıkım ihtimali de azdır.

2012 yılında yüzbin kişi başına düşen hastane yatak sayısı Elazığ'da 516 değeri ile Türkiye 256 değerinin üstündedir. Bu değer ile Elazığ 81 il içerisine ilk sırada yer almıştır. Diğer illere bakıldığında bu değer, Şırnak'ta 125 ile en düşüktür.

11. ELAZIĞ ÇALIŞMA ALANI VE CBS ODAKLI ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME ANALİZİNİN UYGULANMASI

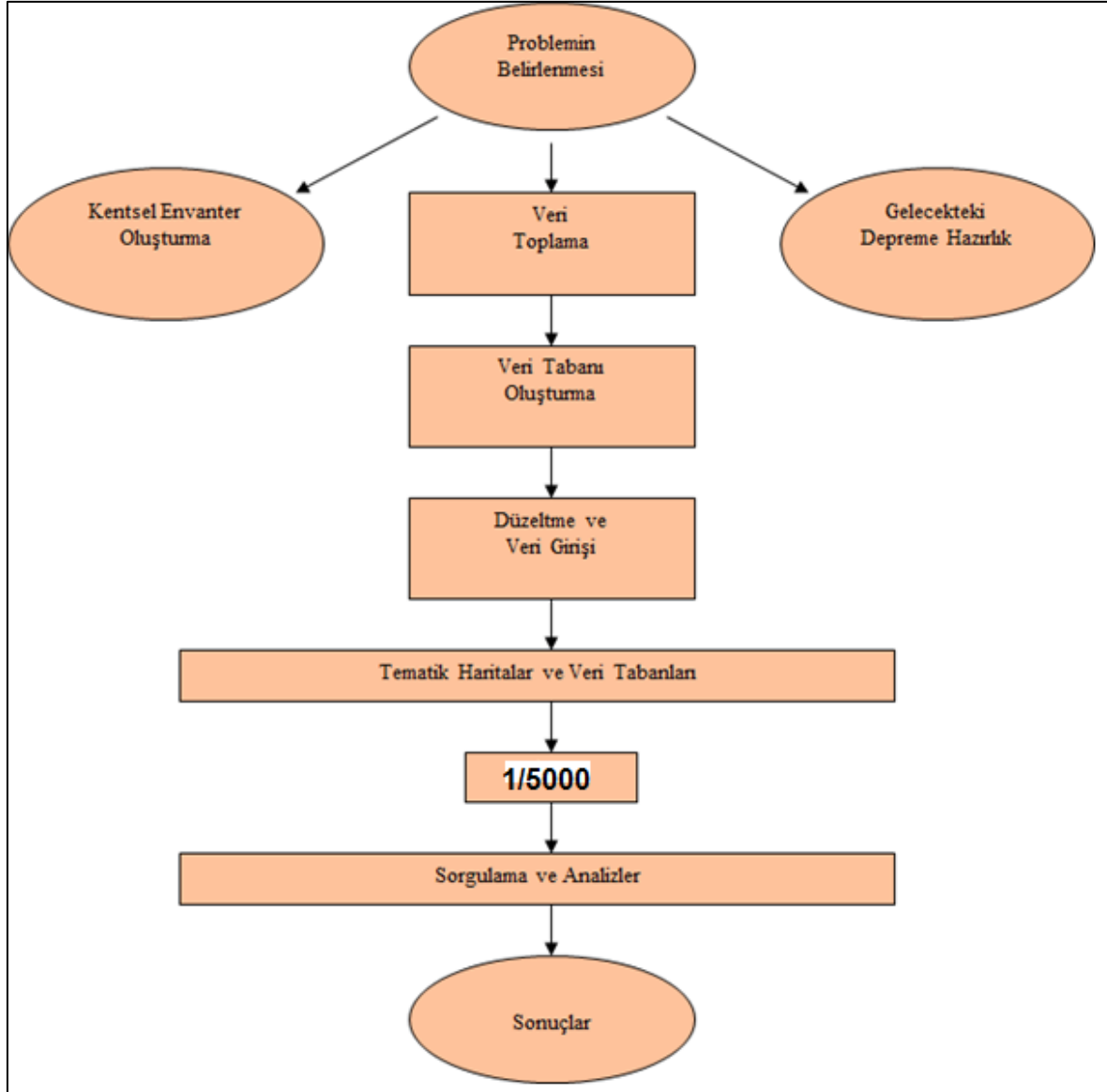
Çalışmada CBS tabanlı uygulamalarda karar verme sürecinde kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Süreci yönteminde yararlanılmıştır. Zira bu yöntem sadeliği, kolay kullanılabilirliği ve anlaşılabilir bir metot olması ve mekânsal analizde iyi sonuç vermesi nedeniyle çok kriterli karar verme yöntemleri arasında sıkça kullanılan bir tekniktir [68].

11.1. Metodoloji

AHS'yi temel yöntem alan CBS tabanlı bu çalışmada amaca yönelik bir karar destek sistemi oluşturulmuştur. Sistem Elazığ kent merkezi ve çevresinde deprem risk analizinin gerçekleştirilmesinde doğru karar verme kapasitesi mekânsal, istatistiksel ve matematiksel olarak güçlendirilmiştir. Netice itibarıyla kentteki yerleşim birimlerinin risk düzeyi belirlenmiştir.

Çalışma 3 evrede gerçekleştirilmiştir;

1. Aşama verilerin toplanması ve derlenmesi safhasıdır. Bu aşamada veriler mekânsal olarak kağıt haritalar, dijital veriler, uydu görüntüleri, laboratuvar verileri, arazi verileri şeklinde değişik araştırmacılar ve kurumlardan derlenmiştir. Derlenen bu verilerden yararlanarak amaca uygun yeni tematik haritalar CBS tabanlı olarak üretilmiştir. Kağıt haritalar sayısallaştırılmıştır. Ölçek dönüşümleri yapılmıştır ve ortak projeksiyonlar tanımlanmış ve görüntü işlenerek analizlere girdi sağlanacak yeni veriler elde edilmiştir. Dolayısıyla derlenen ve üretilen tüm veriler analize hazır hale getirilmiştir.
2. Aşamada; veriler CBS tabanlı karar destek sistemleri ve çoklu kriter analiz teknikleri aracılığı ile ileri düzey mekânsal analizler tabi tutulmuştur.
3. Aşamada; analiz sonuçları kentin deprem risk düzeyi kapsamında sentezlenerek kentteki yerleşim birimlerinin olası bir depremde karşılaşacağı sorunlar ve tehlikeler üzerinde öngörü oluşturulmuştur.



Şekil 11.1. Toplanarak analiz

Şekilde de görüldüğü üzere problemi belirledikten sonra veriler toplanarak analiz için ortaya çıkarıldı. Söz konusu verilerin bir kısmı var olan literatürden taranmıştır; ayrıca devlet ve Elazığ belediyesi tarafından çeşitli kaynaklarda yayımlanan resmi istatistiksel veriler olmak üzere toplanmıştır. Elde edilen verilerden bir taban oluşturulmuş ve analizi için CBS ve Expert Choice programları kullanılmıştır. Verilerin söz konusu programlarda analiz sonucu elde edilen tematik haritalar farklı aşamalarda karşılaştırılıp deprem risk haritası elde edilmiştir.

11.1.1. Verilerin analiz için hazır hale getirilmesi

Fiziksel, mekânsal ve jeolojik açıdan incelendiğinde Elazığ kent merkezi Türkiye deprem bölgeleri haritasına göre 2. derece deprem bölgesi içinde yer almaktadır. Bunun için gelecekte olası bir şiddetli deprem tehlikesiyle karşı karşıya olduğu bilinmektedir. Bu çalışmada, söz konusu bölgede beklenen olası bir depremin risk analizi yapılmıştır; bunun için gereken veriler çeşitli kaynaklardan elde edilmiştir [41]. Elazığ merkez ilçe sınırları içerisinde elde edilen veriler iki ayrı karakteristiğe sahip olmakla birlikte iki ayrı grupta incelenmiştir. Bunun için öncelikle çalışma amacı doğrultusunda bazı kriterler ortaya konmuştur.

Birinci grup, zemin kriterleri olmak üzere 5 parametreden oluşmaktadır: zemin büyütmesi, zemin hâkim titreşim periyodu, V_p V_s dalga hız oranı, V_{s30} dalga hızı ve eğim. İkinci grup ise bina sayı yoğunluğu, nüfus yoğunluğu ve bina kat yüksekliği 3 kriterden oluşmaktadır. Çizelge 11.1’de derlenen verilerin geçirdiği işlemler ve alındığı kurumlar belirtilmiştir.

Zemin kriterlerini jeolojik, jeotik ve jeoteknik açıdan değerlendirmek üzere kullanılan veriler Elazığ üniversitesi jeoloji mühendisliği bölümünde yapılan deneysel (arazi ve laboratuvar) araştırmalardan elde edilmiştir (Örneğin Palutoğlu’nun yaptığı “Elazığ İl Merkezi Yerleşim Alanının Depremselliği” başlıklı tez çalışması). Bu çalışma kapsamında elde edilen 1/5000 ölçekli jeoteknik haritalar Arc map 10.2’de sayısallaştırılmış ve Arc catalog ortamında veri tabanı tasarımları gerçekleştirilmiştir.

Analizde kullanılacak mekânsal verilerin öznitelik bilgileride veri tabanına girilerek sayısal hale getirilmiştir.

Analizde değerlendirilecek 2. Grup veriler kapsamında ele alınan bina kat yüksekliği, bina kat yüksekliği yoğunluğu ve nüfus yoğunluğu verileri ilgili kurumlardan elde edilerek mekânsal analizlere hazır hale getirmek üzere Arc Gis yazılımı aracılığı ile hem mekânsal harita bilgileri hem de öznitelik bilgileri sayısal hale getirilmiştir.

Sayısallaştırma işlemleri tamamlanan kriter haritaları için son olarak da ED_1950_UTM_Zone_37N projeksiyon sistemi tanımlanıp ve ayarlanmış ve kriter haritaları analize hazırlanmıştır.

11.1.2. Çoklu Kriter Analiz Tekniği İle CBS Tabanlı Karar Destek Sisteminin Oluşturulması

Mekânsal kararların verilmesinde çok kriterli karar verme yöntemlerinin CBS'ye entegrasyonu güçlü bir karar destek sistemi sağlar. Bu çalışmada söz konusu kriterlerin verileri, coğrafi bilgi sistemi ortamında kriter haritalarının üretilmesi için ana girdileri oluşturmuştur. Mevcut veri olanakları dahilinde oluşturulan depremsellik açısından yerleşime uygunluk haritaları üzerinde, incelenen yerleşim alanının bulunduğu bölgelerin uygunluk durumları analiz edilmiştir.

ÇKKV analizine veri oluşturan kriter haritalarının analiz için hazır hale getirilmesinden sonra çalışmanın ikinci aşaması, karar verme sürecindeki puanlamalar ve puanlamaların ağırlıkları ve alternatiflerin belirlenmesinden oluşmaktadır.

Çalışmada karar verme süreci iki aşamada gerçekleştirilmiştir.

1. Adım: ÇKKV yöntemi CBS tabanlı kullanılarak zemin özellik kriterlerinin kullanıldığı deprensellik esaslı yerleşime uygunluk haritasını elde etmek çalışmanın ilk adımını oluşturmaktadır. İlk adımda elde edilen 1/5000 ölçekli bu uygunluk haritası 1. aşamanın sonuç haritası olurken 2. aşama için temel girdi parametrelerinden biri olmuştur.

2. Adım: bu aşamada ise öncelikle:

- 1/5000 ölçekli yerleşime uygunluk haritası (1. Aşamada ileri düzey mekânsal analiz ile elde edilen)
- 1/5000 ölçekli bina kat yüksekliği yoğunluğu haritası
- 1/5000 ölçekli nüfus yoğunluğu haritası (kiş / ha)

Mekânsal olarak analize hazır sayısal katmanlar haline getirildi ve her bir katman ÇKKV yönteminden AHS ile ağırlıklandırıldı ve katmanlar kendi içinde puanlandırılarak Expert Choice yazılımı aracılığı ile CBS tabanlı ileri düzey mekânsal analize (Weighted Overlay - ARGİS) tabi tutuldu. Ve zemin kriterleri ve kentsel kriterlerin esas alındığı Elazığ kenti deprem risk düzeyi haritası oluşturuldu.

11.1.3. Analizdeki kullanılan veriler ve puanlandırılması

Yukarıda da açıklandığı üzere veriler yerleşime uygunluk haritasının elde edilmesi için kullanılan zemin kriterleri ve kentsel yoğunluk kriterleri olarak iki grupta analize tabi tutulmuştur.

Zeminde dinamik deprem kuvvetleri karşısında göstereceği davranışını belirleyen zemin parametreleri:

- Zemin büyütme
- Zemin hakim titreşim periyodu
- VP/VS dalga hızı oranı
- VS30 dalga hızı
- Eğim

Ve kentin topoğrafyasını ortaya çıkaran ve topoğrafyanın depreme etkisini belirleyen eğim haritasından oluşan bu beş parametre analizde zemin kriterleri olarak adlandırılarak değerlendirilmiştir.

Çalışmanın ikinci aşamasında kullanılan bina kat yüksekliği, nüfus yoğunluğu, verileri de analizlerde kentsel yoğunluk kriterleri olarak adlandırılmıştır.

Çizelge 11.1. Analiz içinde kullanılan veriler

Veri adı	Yılı	Ölçeği	Veri tipi	Verinin içeriği	Yapılan düzenlemeler	Alınan kurum
Zemin büyütme	2014	1/5000	Sayısal	Zemin Büyütmesi Değerleri	Scan etme, koordinatlandırma, Sayısallaştırma, veri tabanı oluşturma, Analiz	Elazığ Fırat üniversitesi, jeoloji mühendisliği bölümü
Zemin hâkim titreşim periyodu	2014	1/5000	Sayısal	Zemin hâkim Titreşim periyodu değerleri	Scan etme, koordinatlandırma, Sayısallaştırma, veri tabanı oluşturma, Analiz	Elazığ Fırat üniversitesi, jeoloji mühendisliği bölümü

Çizelge 11.1. (devam) Analiz içinde kullanılan veriler

Vp Vs dalga hız oranı	2014	1/5000	Sayısal	Vp Vs.de olan dalga hız oranları	Scan etme, koordinatlandırma, Sayısallaştırma, veri tabanı oluşturma, Analiz	Elazığ Fırat üniversitesi, jeoloji mühendisliği bölümü
Vs30 dalga hızı	2014	1/5000	Sayısal	Vs30 dalga hızı	Scan etme, koordinatlandırma, Sayısallaştırma, veri tabanı oluşturma, Analiz	Elazığ Fırat üniversitesi, jeoloji mühendisliği bölümü
Eğim	2014	1/5000	Sayısal	Merkez ilçenin eğim haritası	Düzeltilme, analiz	
Bina kat yüksekliği yoğunluğu	2013	1/5000	sayısal	Elâzığ'ın mahalle bazında konut yoğunluğu	Düzeltilme, analiz	Gazi ün. S. B. P. Bölümü Elazığ Atölyesi
Nüfus yoğunluğu (kiş baş/ ha)	2011	1/5000	Sayısal	Elazığ merkez ilçenin mahalle bazında nüfus yoğunluğu	Düzeltilme, analiz	AFAD

Zemin ve kentsel yoğunluk kriterleri oluşturan alt kriterlerin puanlandırılması sürecinde CKKV sürecinin tanımında da belirtildiği üzere Malczewski [50], karar verici / Karar vericiler kendi değer yargılarına göre puanlama yapmaktadırlar. Dolayısıyla nitel bir yorum yapılarak nicel veriler elde edilmektedir [55].

Bu çalışmada karar vericilerin değer ölçümlerine göre 1'den 5'e kadar puanlar verilmiştir. Dolayısıyla 5, göreceli olarak en riskli alanı temsil ederken; 1 ise göreceli olarak en düşük riskte olan alanı temsil etmektedir.

Bu aşamada AHS yöntemi kullanılarak kriter katmanlarının Ağırlıklandırılması yapılmıştır. Bilindiği üzere, AHS karar almada, kriterleri dikkate alarak değişkenleri bir arada değerlendiren matematiksel bir yöntemdir. Bu çalışmada da, AHS yöntemi ile birbirinden bağımsız olan zemin v kentsel kriter, içinde bulundukları hiyerarşik yapıda değerlendirilmiştir ve kriterler ikili matrisler halinde karşılaştırılarak hiyerarşideki karar noktalarına ilişkin önem farklılıklarını yüzde dağılımlara dönüştürülmüştür. Böylece, AHS yöntemiyle kriter öncelikleri belirlenmiş ve belirlenen bu kriter önceliklerinden hareketle alternatiflerin değerlendirilmesi ve amaç yada amaçları gerçekleştirecek sağlıklı kararlar alınmasını sağlamıştır.

Bu çalışmada, AHS yönteminin uygulaması yönünde, kriterler hiyerarşisi oluşturularak karşılaştırılması için matematiksel matrislerin oluşturulması yerine Expert Choice 11 yazılımı kullanılmıştır. EXPERT CHOİCE 11 yazılımı aracılığı ile ikili karşılaştırmalar.

11.2. Zemin Kriterleri Haritaları Ve Puanlandırması

Zemin kriterlerini oluşturan haritalar alana ait zemin büyütme, zemin hâkim titreşim periyodu, V_p / V_s dalga hız oranı, V_{s30} dalga hızı ve Eğim haritaları olmak üzere beş adettir. Kriter haritaları dâhilinde; birden beşe kadar puanlandırılma yapılmıştır. Bu puanlandırma kapsamında 5 puan göreceli olarak en riskli alanı temsil ederken, 1 puan verilen alanlar ise göreceli olarak riske en düşük alanları ve yerleşebilirlik açısından en uygun yeri temsil ediyor; zemin kriter katmanlarını oluşturan zemin tanımlama parametreleri Elazığ Ün. Jeo. Müh.'de gerçekleştirilen deneysel olarak arazi ve laboratuvar çalışlarında elde edilmiştir. Ayrıca verilerin mekânsal dağılımını gösteren haritalar Arc Gis ortamında sayısallaştırılarak revize edilmiş ve her biri analize hazır Arc map harita katmanı (layer) olarak ortaya çıkarıldı.

11.3. İnceleme Alanının VS30 Dalga Hızı haritası ve puanlandırması

Yeraltı tabakalarının fiziksel özellikleri (örneğin; makaslama modülü, elastisite modülü, sıkışmazlık modülü, doğal salınım periyodu, sismik büyütmesi ve poisson oranı v.b.) makaslama (S) hızı ile doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle, yeraltı tabakalarının S-hızı değişimlerinin belirlenmesi jeoteknik mühendisliği açısından oldukça önemlidir [2]. S dalga hızı değişimlerinin ölçümü literatürde son yıllarda farklı yöntemlerle (yüzey dalgalarının çok kanallı analizi, sismik kırılma yöntemi vb.) belirlenebilmektedir.

Bir mühendislik alan için sismik tasarı kriterini oluşturmada mühim unsurlardan birisi sismik kayma dalgası hızının (VS) ölçülmesidir. Zeminin diğer fiziksel özellikleri ile birlikte kayma dalgası hızları ve zeminin elastik özellikleri deprem yüklerine karşı davranışını incelemede kullanılabilir.

Bu bağlamdaki ilgili malzeme özellikleri kayma ve sıkışma dalgası hızları ile hem zemin hem de kayanın yoğunluk ve doğrusal olmayan özellikleridir. Yer hareketlerine en fazla

bilinen etkiyi yüzeyin binlerce metre derinliğindeki malzemelerin değişimi yaratıyor olsada daha derin değişimler de etkili olabilir [69].

En hızlı yayılan bu yüzden deprem kayıt aletlerinde (sismograf) en önce görülen P dalgalarında, titreşim hareketi yayılma doğrultusu ile aynıdır. P dalgaları esnek dalgalardır ve ses dalgaları gibi yayılırlar. Yayılma hızları yere, kaya türüne ve derinliğe göre değişmekle birlikte 1,5 ile 8 km/sn arasında değişir. P dalgalarından daha yavaş yayılan bu dalgalara S dalgaları da denir. Kayıt aletlerinde ikincil olarak görülen ve titreşim hareketi yayılma doğrultusuna göre enine olarak meydana gelen salınım hareketleridir ve bir ucu bağlı bir ipin diğer ucundan tutarak sağa sola ve yukarı aşağı sallanması sonucunda görülen dalga hareketlerinin yayılması gibi ilerlerler. Yayılma hızları düşüktür (3-4 km/sn) hızı P dalgası hızının % 60'ı ile % 70'i arasında değişir. S dalgaları sıvı içinde yayılamazlar. Bu sebeple de manto içine giremez ve deprem merkezinden 103° uzaklıkta bulunan yerlere kadar kaydedilirler. Yapılarda yıkıma yol açan dalgalar S dalgaları ile yüzey dalgalarıdır. Elazığ kent merkezi genelinde Palutoğlu tarafından (2014) yapılan çalışma sonucunda, VS30 dalga hızı 274 m/sn ile 746 m/sn arasında değişmektedir. Genel olarak havzanın içinde ve kenarlarında VS30 dalga hızı 300 m/sn ile 400 m/sn arasında değişen hızlara sahiptir. Havzanın dışına çıktığında VS30 dalga hızı büyümektedir. Ancak Kültür Mahallesi, Mustafa paşa Mahallesi ve Sürsürü Mahallesi'nde VS30 dalga hızı oldukça düşük ölçülmektedir. Buradaki zeminleri yerel zemin sınıfı Z4⁷ olarak kabul edilebilir. Bu durumda buradaki yapılaşmada, zeminler ıslah edildikten sonra binalar inşa edilmelidir [2].

Harita 11.1.'de gösterilen Elazığ merkez ilçe VS30 dalga hızı haritasına göre kent merkezinde 4 adet sınıflandırılmaya gidilmiştir. Zemin VS30 dalga hızının düşmesi o zeminin deprem kuvvetlerine karşı dayanımında göreceli azalmasını ifade eder. Bu bağlamda zemin VS30 dalga hızı arttıkça zemine atanan puan azalacak şekilde puanlama yapılmıştır. Zira analiz bazında puanlama konusu da ön görülen mantıksal kabul, zemin puanının yükselmesi ile risk artışının

⁷. Zemin sınıflandırmalarına göre zemin 4 ana sınıfa ayrılmıştır. Bu sınıflar Z1-çok sert, Z2-sıkı- katı, Z3-orta-sıkı ve Z4 gevşek-yumuşak zeminler olarak ayrılmaktadır.[Aşağıdaki tablo]

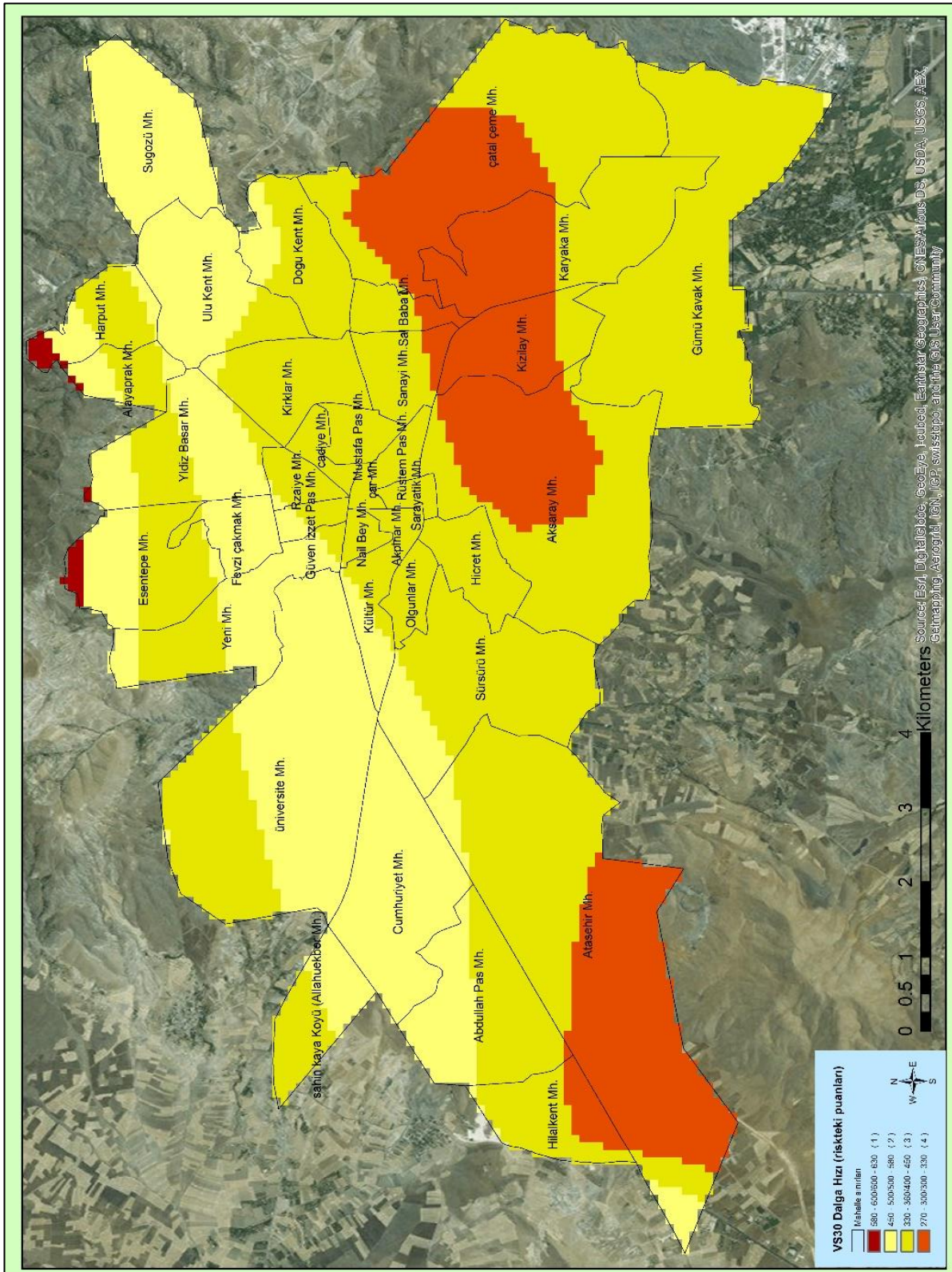
Deprem Yönetmeliğine Göre Zemin Sınıflamaları [70].

Zemin Cinsi	Vs (m/sn)	Gs Kayma Modülü
Z1-Çok Sert	>700	>10000
Z2-Sıkı- Katı	400-700	3000-10000
Z3-Orta Sıkı	200-400	600-3000
Z4 -Bozuşmuş Gevşek Yumuşak	<200	<600

lineer artacağı şeklidir. Dolayısıyla zeminin 270-330 km/sn arasında değişen VS30 dalga hızına 4 puan atanırken (nispeten daha zayıf zemin olarak) VS30 dalga hızı 580-630 km/sn arasında değişen zemin birimine 1 puan atanmıştır. 4 puan alan zemin birimi deprem kuvvetlerine karşı en az dayanıklı zemin yapısını oluştururken 1 puan alan zemin birim en dayanıklı zemin birimini ifade etmektedir. Dolayısıyla zeminlere atanan puan artışı aynı zamanda risk artışını da ifade etmektedir. Zeminin VS30 dalga hızı haritası Harita 11.1.'de gösterilmektedir. VS30 dalga hız oranına dair alt kriterlerin puanlandırılması Çizelge 11.2.'te gösterilmiştir:

Çizelge 11.2. VS30 dalga hız oranına dair alt kriterlerin puanlandırılması

Puanlama	1	2	3	4
VS Dalga hızı	580 – 630	450 – 580	330 – 450	270 – 330



11.4. İnceleme Alanının VP/VS Dalga Hızı Oranı Haritası Ve Puanlandırılması

VP / VS oranı deprem kuvvetlerine karşın direncin dolaylı bir ifadesidir ve zeminin sıklığını ifade eder. Bu oran büyüdükçe zemin daha gevşek, yumuşak ve dayanımsız bir hal alır. Bu bilgi ışığında likert ölçeğine göre puanlama gerçekleştirildiğinde ise çizelge 11.3 görüldüğü gibi VP/VS oranı arttıkça zemin sıklığı ve dayanımı azalmakta ve tezin mantıksal kabulüne göre atanan puanlar artmaktadır.

Çizelge 11.3. Elazığ kent zeminine ait VP/VS dalga hızına göre zemin tanımı

Puanlama	1	2	3	4	5
Elazığ kent zeminini VP/VS dalga hızı	1.60-1.80	1.80-2.25	2.25-2.40	2.40-2.50	>2.5
Zemin tanımı	Sıkı zemin	Sıkı zemin ve sıkı katı zemin arasında	Sıkı – katı zemin	Orta sıkı	Orta sıkı ve gevşek zemin

Çizelge 11.3’de Elazığ kent zeminine ait VP/VS dalga hızı oranlarının kent içindeki dağılımları verilmiş ve likert ölçeğine göre puanlamaları yapılmıştır. Ayrıca çizelge 11.3deki zemin sıklığı sınıflanması . Esas alınarak Elazığ kenti zemin sıklık sınıflamaları da yine çizelge 11.3’te Yapılmıştır.

VP/VS zemin sıklığını ifade eder.

1.5-2 arasında sıkı zemin

2-2.5 sıkı-katı zemin

2.5-3 orta sıkı zemin

3-10 gevşek yumuşak zemin

En hızlı yayılan bu yüzden deprem kayıt aletlerinde (sismograf) en önce görülen dalgalardır. P dalgalarında, titreşim hareketi yayılma doğrultusu ile aynıdır. P dalgaları esnek dalgalardır ve ses dalgaları gibi yayılırlar. Yayılma hızları yere, kaya türüne ve derinliğe göre değişmekle birlikte 1,5 ile 8 km/sn arasında değişir. Yapılarda yıkıma yol açan dalgalar S dalgaları ile yüzey dalgalarıdır.

Sıkışa dalga hızı, VP, yeraltı gözenek sıvısına doygunluğuna ve kayma dalga hızı VS, yeraltının katılığına ve sıklığına duyarlı olması sebebiyle VP/VS oranı son yıllarda

deprem, yer kabuğu, zemin sıvılaşmasında ön bilgi, zemin büyütmesi, hidrokarbon rezervuarlarının ve akiferlerin incelemelerinde laboratuvar ve arazi uygulamalarıyla kullanılan önemli bir faktör olmuştur. Söz konusu uygulamalardan bazıları şunlardır [71]:

Sismik Hız Oranı (V_p/V_s) Zeminin sıklığını gösterir. Oran; (0-2) arası zemin sıkı,(2-3) arası az sıkı, (3' ten) göstermektedir. Bu oran zeminin sıvılaşabilme potansiyeli ile ilgili olarak bilgi vermektedir. Gevşek suya doymun Siltli kum, kum ortamları için bu oranın 3 ten büyük çıkması zeminin depremin büyüklüğü süresi ve etki alanına bağlı olarak sıvılaşabilme potansiyelinin olduğunu ifade etmektedir [72].

Çizelge 11.4. V_p / V_s oranı ile sıklık arasındaki ilişki

Poisson Oranı (σ)	V_p/V_s	Sıklık
0.5	∞	Cıvık-Sıvı
0.4-0.49	∞ -2.49	Çok Gevşek
0.3-0.39	2.49-1.87	Gevşek
0.2-0.29	1.87-1.71	Sıkı-Katı
0.1-0.19	1.71-1.50	Katı
0-0.09	1.50-1.41	Sağlam Kaya

İnceleme alanını oluşturan zeminlerde, birinci tabakanın V_p/V_s değeri 1,5-2,75 arasında değişmektedir. İkinci tabakanın V_p/V_s değeri 1,6-3,5 arasında değişmektedir. Birinci ve ikinci tabakada hız oranı değeri 3'ten büyük ve 3'e yakın olan zonlar bulunmaktadır. Ayrıca bu zonlar mahalle boyutunda geniş alanları kapsamaktadır. Bu zonalarda gerek zemin durumu gerekse yeraltı suyu içeriği açısından sıvılaşma riski kuvvetlidir. Başka bir deyişle bu bölümlerde zeminlerde sıvılaşma meydana gelebilir [2].

Puanlandırma aşamasında en az riski olan kısma (1.60 – 1.75) 1 puan ve riskin en yüksek olduğu noktaya (2.25- 2.50) 5 puan verilmiştir. VP/Vs oranına göre dağılım haritası Harita 11.2.'de gösterilmektedir. VP/Vs oranına göre dağılım dair alt kriterlerin puanlandırılması Çizelge 11.5 teki gibidir.

Çizelge 11.5 VP/Vs oranına göre dağılımının alt kriterlerinin puanlandırılması

Puanlama	1	2	3	4	5
VP/Vs	2.25 - 2.50	1.90 – 2.25	1.80 – 1.90	1.75 – 1.80	1.60 – 1.75

11.5. İnceleme Alanının Zemin Hâkim Titreşim Periyot Haritası Ve Puanlandırılması

Zeminin deprem anında sarsılacağı frekanstır. Zemin büyüme hakim periyot, bir yer hareketinin frekans içeriğinin temsil edilebilmesi için gerekli bir parametredir [73]. Bina, bu değer göz önüne alınarak projelendirilmelidir; aksi halde zeminin salınım periyodu ile binanın salınım periyodu birbirine eşit olursa rezonans meydana gelir ve bina yıkılır. Zemin salınımı ya da zemin hakim titreşim periyodu diye ifade edilen periyot, ana kaya üzerindeki zemin tabakalarının bir bütün olarak doğal titreşim özelliklerini temsil eder. Bu değer, yerinde s dalga hızı ölçümleri, gerçek deprem kayıtları, mikro tremor ölçümleri, zeminlerin matematik modellenmesi gibi yöntemler kullanılarak belirlenmektedir. Bir deprem meydana geldiğinde, farklı sismik dalgalar kaynaktan itibaren yer içinde değişik hızlarda yayılmaya başlarlar. Bu dalgalar yer yüzeyine eriştiklerinde birkaç saniyeden dakikalara varan sürelerde titreşimler üretirler. Belirli bir yerdeki titreşimin süresi ve şiddeti; depremin büyüklüğüne, kaynaktan uzaklığına, dalgaların yol aldığı ortamın fiziksel özelliklerine ve o yerin zemin özelliklerine bağlıdır. Sismik dalgalar, kaynaktan yeryüzüne kadar olan seyahatlerinin önemli bir bölümünü yer kabuğunu oluşturan sert ana kaya içinde geçirirler. Seyahatlerinin son aşaması, özellikleri ana kayaya göre oldukça farklı olan gevşek tutturulmuş zemin tabakaları içinde gerçekleşir ve bu zemin tabakalarının fiziksel özellikleri yeryüzünde gözlenen titreşimin karakteristiğini büyük ölçüde belirler. Zemin tabakaları, sismik dalgalar için adeta bir süzgeç gibidir. Bazı frekanslardaki sismik dalgalar sönmümlendirilirken bazıları da büyütülür. Sismik dalgaların zemin tabakaları içinde geçirdiği değişimlerin tümüne zemin etkisi adı verilir. Genellikle bu değişim genliklerin artması şeklinde gözlemlendiğinden, zemin etkisi terimi zemin büyütmesi olarak da adlandırılır [74].

Bu durumda Elazığ kent merkezinde bulunan dört ve daha fazla kat adedine sahip olan binalarda kaçınılmaz olarak rezonans olayı meydana geleceği bildirilmiştir. Dolayısıyla 4 kat daha büyük binalarda maksimum yer ivmesi yapıları etkileyecektir. Bu durumda kurtulmak için zemin hâkim titreşim periyotunun küçük olduğu zeminlerde yüksek katlı binalar, zemin hâkim titreşim periyotunun büyük olduğu zeminlerde ise bir veya iki katlı yapıların inşa edilmesi gerektiği bildirilmiştir. Kent zemininin, zemin Hâkim Titreşim Periyotuna göre dağılım haritası Harita 11.3'te gösterilmektedir. Zemin Hâkim Titreşim Periyotuna göre dağılımın alt kriterlerin puanlandırılması çizelge 11.6.' teki gibidir.

11.6. İnceleme Alanının Zemin Büyütmesi Haritası Ve Puanlandırılması

Bir sahada yerel koşullara bağlı olarak oluşabilecek zemin büyütmesinin belirlenmesi, Geoteknik deprem mühendisliğinin önemli konularından birini oluşturmaktadır. Anakaya seviyesinde bir kaynaktan açığa çıkan enerjinin oluşturduğu sismik dalgalar yayılımları sırasında, içinden geçtikleri ortamların özelliklerinden etkilenmekte; süre, frekans ve genliklerinde değişimler olabilmektedir. Deprem dalgalarının yüzeye yakın zemin tabakaları içinden geçerken genliklerinde meydana gelen artış zemin büyütmesi olarak tanımlanmaktadır. Zemin büyütmesi Anakaya derinliği, zemin tabakalarının kalınlığı, cinsi ve dinamik özellikleri, tabakaların yanal süreksizliği ve Topografik özellikler gibi yerel koşullardan etkilenmektedir. Anakaya ivmelerinin, üst tabakanın kum olması durumunda zemin yüzeyinde ortalama iki kat, üst tabakanın kil olması durumunda ise daha fazla arttığı ortaya çıkmaktadır [75].

Zemin tabakası kayma dalga hızının etkisi, zemin tabakasının kayma dalga hızının değişmesi, ana kaya ve zemin arasındaki empedans oranının değişmesi anlamına gelir ve bu doğrudan büyütme değerini etkiler. Ayrıca hızdaki bir değişim, zemin hâkim frekansının da değişmesi anlamına gelir. Zemin ve ana kaya arasındaki empedans farkının büyümesi, zemin büyütmesinin artmasına karşılık gelir. İki ortam arasındaki geçiş ne kadar sert olursa büyütme değeri o kadar yüksek olur. Ayrıca zemin tabaka hızı azaldıkça zemin hâkim frekansı daha yüksek büyütmelemlerle daha küçük frekanslara doğru kayar. Zemin hâkim frekansı üzerinde geliş açısının önemli bir etkisi yoktur. Sadece geliş açısı arttıkça, büyütme değerlerinde küçük bir azalma gözlenmektedir. İki veya daha çok tabaka durumu, büyütme fonksiyonu temel doruk ve harmonikler şeklinde olmaz. Büyütme daha geniş bir frekans aralığına yayılır. Bu nedenle bir zemin hakim periyot bölgesinden söz etmek gereği doğar. Büyütme fonksiyonu tüm zemin tabakalarının ortak etkisini taşır . Pratik uygulamalarda genellikle birden çok tabaka olması durumunda her bir tabakanın etkisinin toplamı şeklinde zemin hâkim periyodu hesaplanmaktadır. Ana kayaya erişebilme problemi, zemin özelliklerini ortaya çıkarmak amacı ile çok sık başvuru alan sismik kırılma çalışmalarında, kullanılan kaynağın yetersiz kalması nedeniyle, çoğu kez ana kaya derinliğine veya ana kaya olarak kabul edilebilecek bir kayma dalga hızına erişilememektedir. Ana kaya bulunması ve bulunmaması durumlarında hesaplanan zemin hâkim periyodu ve büyütmelemlerde önemli farklar olacaktır. Bu nedenle, ana kaya derinliği ve kayma dalga hızının belirlenmesi, zemin hâkim periyodu ve büyütme değerlerinin

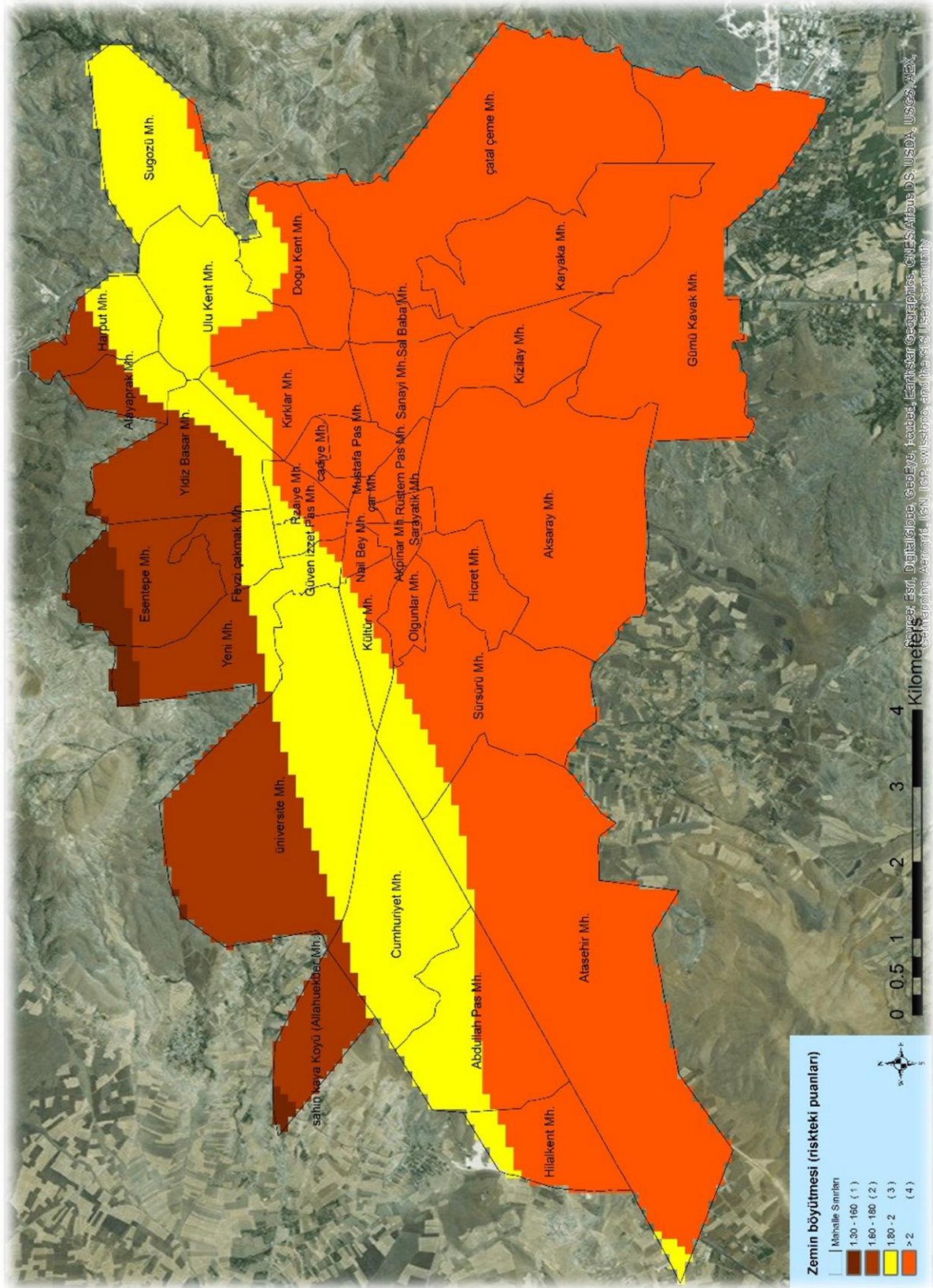
hesaplanmasında önemlidir. Zeminlerin deprem etkisi altında gösterdikleri davranış, fiziksel ve mekanik parametrelerine bağlıdır. Zeminlerin yerel özelliklerinin kuvvetli yer hareketleri üzerindeki etkisi, zemin ortamının tabaka kalınlığı, sönümü, kayma dalga hızı, iki yâda daha çok tabaka durumu ve ana kaya derinliği ile alakalıdır. Bu parametreler içerisinde, zemin tabakası kayma dalga hızı, kuvvetli yer hareketleri üzerinde en önemli etkiye sahip olan parametredir. Kayma dalga hızındaki bir değişim, empedans değerine etki edeceğinden doğrudan büyütme değerini etkilemektedir [76].

Çalışma alanında mevcut olan zemin büyütme değerleri Midorikawa [77] göre elde edilmiş değerlerdir. Kent zemininin zemin büyütme değerleri 1-3-2,58 arasında değişmektedir. Zemin büyütme değerlerinin en yüksek olduğu bölgeler havza içindir. Bu durumda tezde kabul edilen puanlama mantığına göre, havza içinde yer alan zeminlere maksimum puan (4) atanmıştır. Havzanı dışına doğru geçişte ise puanlama dereceli olarak azaltılmıştır (3, 2, 1) (çizelge 11.6). Bu durum jeolojik birimlerle de uyum içindedir. Dolayısıyla zemin büyütme faktörü 1.30 - 1.60 arasında değişen bölgeye 1 puan atanırken zemin büyütme faktörü 1.8 – 2 arasında değişen bölgeye 3 puan atanmıştır (çizelge 11.7).

Puanlandırma aşamasında 1.30-1.60 zemin büyütmesine sahip olan kısımlara 1 puan verilmiştir ve >2 değerine sahip olan noktalara en yüksek puanı yani 4 verilmiştir.

Çizelge 11.7. Zemin büyütmesi dağılımıyla dair alt kriterlerin puanlandırılması

Puanlama	1	2	3	4
Zemin büyütme faktörü	1.30 - 1.60	1.60 - 1.80	1.80 - 2	> 2



Harita 11.4. Elaz   kent merkezi mahalle bazında Zemin Büyütmesine göre dağılım

Haritası

11.7. İnceleme Alanın Eğim Haritası Ve Puanlandırılması

Eğim, alan kullanım kararlarının saptanmasında en temel birleşenlerden biri olarak değerlendirilmektedir. Eğimin % 10'dan az olduğu alanlar yapılaşma maliyeti düşük olan araziler olup, eğimin artışı yol inşası ve diğer tüm altyapı hizmetlerinin sunulmasında ek maliyetlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Ayrıca eğimin %30 ve daha fazla olduğu alanlarda heyelan ve erozyonun önlenmesi için gerekli önlemlerin alınması da önemli bir husustur. Eğimin yerleşmeler açısından dikkatle incelenmesi gereken bir diğer yanı ise insanın kullanımını esas alan bir yaklaşım benimsenmesi, yerleşmelerin oluşumunda eğim faktörünün insan hareketlerini kısıtlamayacak şekilde sağlanmasıdır.

Eğimli arazide, rüzgâr hızı eğim derecesine bağlı bir değişkendir. Yamaç yukarı esen rüzgârın hızı, % 6-20 eğimli arazide, düz araziye göre % 10-30 oranında daha azdır [78]. Dolayısıyla eğimin yerleşim alanı seçimine etkisi şu şekilde de özetlenebilir:

Arazinin eğimi arttıkça inşaat, yol ve altyapı maliyetleri artar.

Eğimi %10'dan az olan araziler inşaa maliyeti en düşük olan arazilerdir.

Eğimi %20'den küçük olan araziler konut yapımı için engel teşkil etmez. Ancak altyapı maliyeti yüksektir.

Eğimi %21-30 arasında olan arazilerde teraslama gibi teknik düzenlemelerden yararlanılır. Altyapı maliyeti eğimi %10'un altında olan arazilerin altyapı maliyetinden daha yüksektir.

Eğimi %31-40 arasında olan arazilerde inşaat maliyeti çok yüksektir. Eğimi %41'den büyük olan araziler ise ekonomik bakımdan yerleşime uygun araziler değildir.

Riskten uzak ve dayanıklı kentler yaratma ve yerleşebilirlik açısından eğim parametrelerinin etkin rol oynadığı bir diğer olgu da depremselliktir. Eğim artışının deprem esnasında sarsıntıyı artırıcı bir etkisi vardır. Dolayısıyla eğimi az olan yerleşim bölgeleri deprem sarsıntısını daha az hissederken dik eğimli yamaçlar ve sarp topoğrafyaya sahip yerleşim bölgeleri deprem sarsıntısını daha çok hisseder ve deprem kuvvetlerinden daha çok etkilenirler.

Eğim haritası hâlihazır üzerindeki izohips çizgilerinin 50m aralıklarla sayısallaştırması sonucu oluşturulan düzensiz üçgenler haritasının (Tin) eğim analizi (Slope) ile GIS 10.2 programı aracı ile işlenmesi sonucu elde edilmiştir. Arc Gis’de surface analizleri ile elde edilen bu eğim haritası deprem risk düzeyini belirlemek üzere ileri düzey mekânsal analize bir girdi oluşturmuştur. Eğim gruplarına göre puan atanırken ise eğimi en düşük olan bölge (% 0-10) en az puan (1), eğimi en yüksek olan bölge (% 40) en yüksek puan (5) alacak şekilde derecelendirilmiştir (Çizelge 11.8).

Çizelge 11.8. Eğim dağılımıyla dair kriterlerin puanlandırılması

Risk oranı	1	2	3	4	5
Puanlandırma	0-10	11-20	21-30	31-40	>40

11.8. AHS Yöntemi İle Depremsellik Esaslı Elazığ Kenti Yerleşilebilirlik Analizi

Elazığ kenti merkez ilçe sınırları dahilinde, depremsellik esaslı yerleşebilirlik analizi gerçekleştirilmiştir. Bu analiz sonuçları kentin deprem risk düzeyini belirlemek üzere temel girdi parametresi olacaktır. Ayrıca ikincil bir kazanç olarak da ilerde kentte geliştirilebilecek bir afet yönetim sistemine de Arc Gis zeminli zengin bir veri tabanı olarak hizmet verebilecektir. Yerleşebilirlik haritasının oluşturulmasında kullanılan temel depremsellik parametreleri,

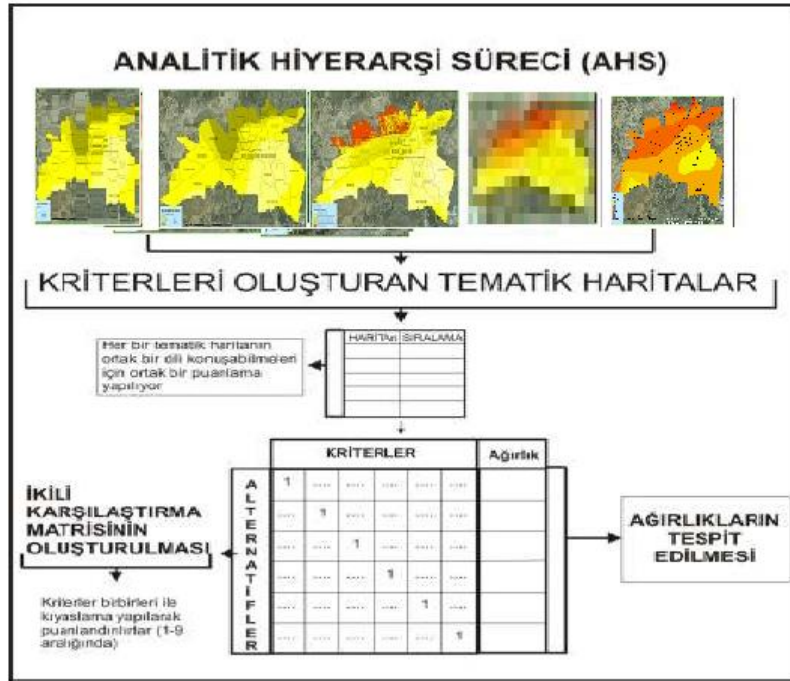
- Zemin büyütmesi
- Zemin hakim titreşim periyodu
- VS dalga hızı
- VP/VS oranı
- Eğim olarak tanımlanmıştır.

Bunların her biri AHS yöntemine yer seçim kriterleri olarak tanımlanmıştır. AHS istatistiksel modelinin uygulama zorluklarının giderilmesi için Expert Choice 11 yazılımından destek alınmıştır. Yöntem aracılığı ile girdi teşkil eden tüm kriterlerin (eğim, zemin büyütmesi, zemin hakim titreşim periyodu, VS dalga hızı, VP/VS oranı) ağırlıkları çift kıyaslama matrisi kurularak hesaplanmıştır. Bulunan ağırlıklar Arc Gis ortamında OVERLAY (çakıştırma) analizlerinde kullanılarak Elazığ kenti depremsellik esaslı yerleşebilirlik analizi gerçekleştirilmiştir. Her bir kriter kendi arasında likert (1-5) ölçeği kullanılarak puanlanmıştır.

AHP yönteminde puanlar normalize edildikten sonra (çizelge 11.8) kriter ağırlıklarıyla çarpılarak nihai puanlara ulaşılmıştır. Ve CBS tabanlı analize tabi tutulmuştur. Analiz aşamasında tüm katmanlar, mekânsal analizin en doğru sonucu vermesini sağlamak amacıyla raster formatlı veriye dönüştürülmüştür.

Özetle bu değerlendirme işleminde CBS grafik veri tabanında oluşturulan bütün katmanlar kendi içlerinde ve bölge ölçeğinde yer seçim kriterleri baz alınarak ve AHS yöntemi kullanılarak EXPERT CHOİCE 11 programında puanlanmıştır ve coğrafi tabanda çakıştırılmak suretiyle analiz edilerek risk açısından en düşükten (yerleşebilirliğe uygun)

en yüksek puana (yerleşebilirliğe uygun olmayan) doğru bir derecelendirmeye tabi tutulmuştur.



Şekil Analitik Hiyerarşi Süreci

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS)'nde Ağırlıkların Belirlenmesi:

Bir karar verme probleminin AHS ile çözümlenebilmesi için gerçekleştirilmesi gereken aşamalar aşağıda tanımlanmıştır. Her bir aşamada, formülasyon ile birlikte ilgili açıklamalar yapılmıştır.

Adım 1: Karar Verme Problemi Tanımlanır.

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.

Adım 2: Faktörler Arası Karşılaştırma Matrisi Oluşturulur.

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

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

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.

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.

Köşegenin altıda kalan bileşenler için ise doğal olarak aşağıdaki formülün kullanılması yeterli olacaktır.

$$a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}}$$

Yukarıda verilen örnek dikkate alınırsa karşılaştırma matrisinin birinci satır üçüncü sütun bileşeni ($i = 1, j = 3$) 3 değerini alıyorsa, karşılaştırma matrisinin üçüncü satır birinci sütun bileşeni ($i = 3, j = 1$), yukarıdaki formülden $1/3$ değerini alacaktır.

Önem Değerleri	Değer Tanımları
1	Her iki faktörün eşit öneme sahip olması durumu
3	1. Faktörün 2. faktörden daha önemli olması durumu
5	1. Faktörün 2. faktörden çok önemli olması durumu
7	1. Faktörün 2. faktöre nazaran çok güçlü bir öneme sahip olması durumu
9	1. Faktörün 2. faktöre nazaran mutlak üstün bir öneme

	sahip olması durumu
2, 4, 6, 8	Ara değerler

Adım 3: Faktörlerin Yüzde Önem Dağılımları Belirlenir

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.

Aşağıda bu vektör gösterilmiştir:

$$B_i = \begin{bmatrix} b_{11} \\ b_{21} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ b_{n1} \end{bmatrix}$$

B sütun vektörlerinin hesaplanmasında aşağıdaki formülden yararlanılır.

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}$$

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 $B1$ vektörünün b_{11} elemanı, $b_{11} = \frac{1}{1+3+0,2}$ olarak hesaplanacaktır.

Benzer şekilde $B1$ vektörünün diğer elemanları hesaplandığında, vektör aşağıdaki gibi elde edilebilir ve sütun vektörünün bileşenleri toplandığında toplamın 1 olduğu görülebilir.

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

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.

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ c_{n1} & c_{n2} & \dots & c_{nn} \end{bmatrix}$$

Yukarıdaki örnek 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 formülünde gösterildiği gibi C matrisini oluşturan satır bileşenlerinin aritmetik ortalaması alınır ve Öncelik Vektörü olarak adlandırılan W sütun vektörü elde edilir.

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n}$$

W vektörü aşağıda gösterilmiştir.

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

Yukarıdaki örnek çözüldüğünde öncelik vektörünün elemanları aşağıdaki gibi hesaplanabilir. Bu durumda her üç faktör birlikte değerlendirildiğinde yaklaşık değerlerle, birinci faktör % 32, ikinci faktör % 58 ve üçüncü faktör % 10 öneme sahip olacaktır [55].

Yerleşilebilirlik analizi sürecinde en başta faktörlerin hepsine dikkat ederek standartlaştırılmış bir düzenli puanlama sistemi kullanmaktır. Sayısal olarak hazırlanan haritalar hücre değerlerine sahip oldukları ve dolayısıyla bunlarda analizi kolaylaştırmak amacıyla 1 ile 5 puan arasında değişen uygunluk oranlama ölçeği için standardize edilmiştir. 1’den 5’e kadar dağılım gösteren bu tam sayılar yerleşime uygun olandan uygun olmayan alana doğru sırasıyla; çok düşük, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek ve daha çok yüksek sınıflarıyla ilişkilendirilirler.

Her bir faktör için işlerlik gösteren standardize edilmiş olan ölçümler ile sınıflarının sınırları vardır (Çizelge 11.9).

Çizelge 11.9. Elazığ merkez ilçe yerleşilebilirlik analizi için likert ölçeğine göre atanan puanlar

		Puanlar				
		5	4	3	2	1
+1	Zemin Büyütmesine göre dağılım	-	> 2	1.80 - 2	1.60-180	
2	Zemin Hâkim Titreşim Periyodu	0.600 - 0.650	0.500 - 0.600	0.450 - 0.500	0.350- 0.450	0.250 - 0.350
3	Vp Vs dalga hız oranına	2.25 - 2.50	1.90 – 2.25	1.80 – 1.90	1.75 – 1.80	1.60 – 1.75
4	VS30 dalga hızı	-	270 – 330	330 – 450	450 – 580	580 – 630
5	Eğim	> 40	31 - 40	21 - 30	11 - 20	0 – 10

11.8.1. EXPERT CHOICE 11 Programında AHP Faktörlerin Puanlandırılması

Hedef, karar kriterleri ve karar alternatifleri ile bir hiyerarşi kurar ve farklı alternatifleri görelî önem değerlerine göre sıralar. Bu tez çalışmasında, AHS metodunda incelenmiş ve deprem risk açısından ve Elâzığ'da deprem tehlikesin etkileyen faktörlerin önemini inceleyerek örnek alan çalışma yapılmıştır. Deprem açısından bir uygun yer seçimi için AHS yöntemi kullanılmıştır. AHS'de amaç önemli faktör olandan en önemsiz olana doğru bir sıralama yaparak, en uygun alternatifi ve bu tezde olan en uygun yeri seçmektir. Uygulama probleminin analizi ve çözümü EXPERT CHOICE 11 programı ile gerçekleştirilerek en uygun alternatif yer seçilmiştir. Ayrıca uygulamanın sonunda, alternatiflere göre elde edilen sıralamaların karar vericiler tarafından güvenilir olduğu cevabına ulaşılmıştır. Uygulama probleminin çözümü de EXPERT CHOICE 11 bilgisayar programı ile yapılmıştır.

Uygulamaya ilişkin karar hiyerarşisi yapmaktan sonra sıra ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasına, hiyerarşideki faktörlerin görelî değer değerlerinin belirlenmesine ve tutarsızlık oranlarının değerlendirilmesine gelmektedir. Uygulamanın bu aşamadan sonraki bölümleri EXPERT CHOICE 11 programı ile gerçekleştirilmiştir. Öncelikle programa, uygulama probleminin amacı "Elâzığ Kenti Deprem Risk Analizi" şeklinde girilmiştir.

Uygulama problemin tanımlanması ve girilmesinden ve çözümlenmesi için şart olan kriterler belli olduktan sonra sıra alternatiflerin tanımlanmasına geliyor. Sonraki adımda da program ikili karşılaştırma matrislerinin analizlerini yapılması ve uygulama problemini çözmek için yapılacak olan bütün karşılaştırmalar " İkili Sayısal Karşılaştırma " alanında yapılmıştır. Aşağıda EXPERT CHOICE 11 yazılım programı tarafından hesaplanan kriterlerin görelî önem değerleri görülmektedir. Buna göre en önemli kriter 0,47 değeri ile zemin büyütme kriteridir. Ve bu yazılıma göre önem sırasının en son kısmında yer alan ise 0,04 değeri ile eğim kriteridir.

Çizelge 11.10. İkili karşılaştırma matrisi

	Zemin büyümesi	Zemin hâkim titreşim periyodu	Vp/Vs dalga hız oranı	Vs30 dalga hızı	Eğim
Zemin büyümesi	1	3/1	4/1	5/1	7/1
Zemin hâkim titreşim periyodu	1/3	1	3/1	5/1	5/1
Vp/Vs dalga hız oranı	1/4	1/3	1	3.0	4.0
Vs30 dalga hızı	1/5	1/5	1/3	1	3.0
Eğim	1/7	1/5	1/4	1/3	1
toplam	1.90	4/73	8/58	14/3	20

Bütün kriterler ve alternatifler hesaplanıp, kriterlerin birbirleriyle ve her bir kriter bazında da alternatiflerin birbirleriyle karşılaştırılması yapıldıktan, kriterlerin ve alternatiflerin göreceli önem değerleri belli edilip sonra, her bir ikili karşılaştırma matrisine ilişkin tutarlılık oranı da sağlandıktan sonra sıra belirlenen amacı en iyi ve en uygun şekilde gerçekleştirecek alternatifin seçilmesine gelir.

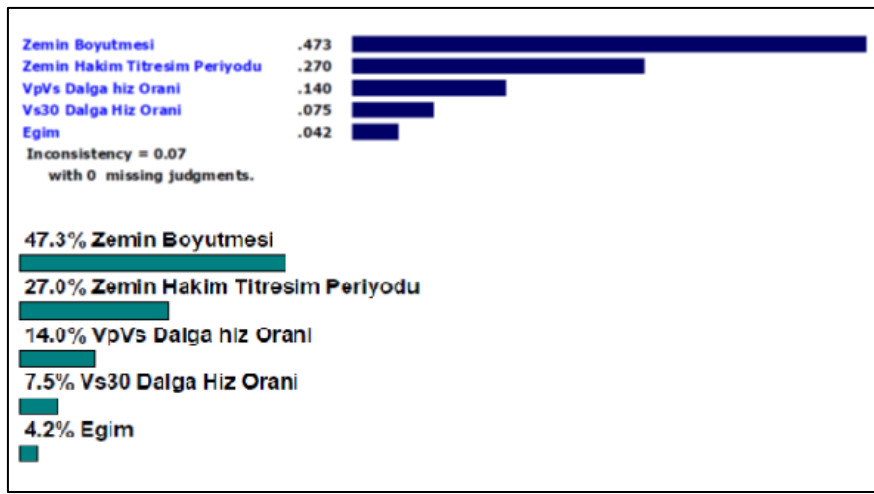
	Zemin Boyu	Zemin Haki	VpVs Dalga	Vs30 Dalga	Eğim
Zemin Boyutmesi		3.0	4.0	5.0	7.0
Zemin Hakim Titreşim Periyodu			3.0	5.0	5.0
VpVs Dalga hız Oranı				3.0	4.0
Vs30 Dalga Hız Oranı					3.0
Eğim	Incon: 0.07				

Şekil 11.1. İkili karşılaştırma matrisinin EXPERT CHOICE 11 programında hesaplanması

Çizelge 11.9'den de görüldüğü gibi her kriterin birbirleriyle ikili karşılaştırılması yapılmış ve bu ikili karşılaştırma matrisi AHS metoduna göre yeterli tutarlılık göstermektedir. Her kriter için önem düzeyi genel manada strateji oluşturmada etkindir. Bu doğrultuda her bir kriter bazında alternatiflerin de ikili karşılaştırmaları yapılmış ve bu matrislerin de tutarsızlık oranları Saaty 'nin önerdiği 0,10 tutarsızlık oranından daha aşağı oranda çıkmıştır(0.07).

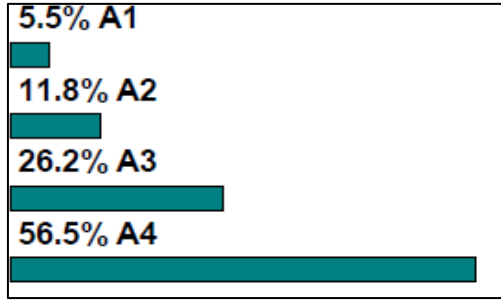
Duyarlılık analizi

İkili karşılaştırmaların oluşturulmasında yargıların her kişiye göre farklılık gösterebileceği veya daha önce belirli bir yargıda bulunan kişilerin zamanla düşüncelerinin farklılaşabileceği varsayımına dayanmaktadır [79]. (Gülenç, Bilgin, 2010). Mevcut uygulama sorununa ilişkin alternatiflerin duyarlılık analizi sonucunda sıralamalarının değişip değişmeyeceğini görebilmek için belirlenmiş amaca doğru kriterlerin görelî önemliliklerini ve alternatiflerin amacı gerçekleştirmedeki görelî önem değerleri Şekil.11,2’de görülmektedir.



Şekil.11.2. EXPERT CHOICE 11 programında Uygulama Problemine İlişkin Duyarlılık Analizi Ekranının Görünümü

EXPERT CHOICE 11 programının kullanıcı dostu olması dolayısıyla tablodan kolaylıkla kriterlerin görelî önem değerleri değiştirilerek alternatiflerin sıralamalarında bu değişikliğin ne gibi sonuçlara neden olduğu izlenebilmektedir. Örneğin tablonun solunda bulunan Zemin Büyütme kriterinin görelî önem değerini gösteren bar Mouse’la sağa doğru sürüklendiğinde görelî önem değerinin artması sağlanabilir. Bu durumda diğer kriterlerin görelî önem değerleri de artma ya da azalma şeklinde bir değişiklik göstermektedir. Ayrıca bu değişiklik sonucunda yine zemin büyütmesinin en son alternatifi yanı 5 puan alan alternatifinin zemin özelliklerine göre yerleşebilirlik analizinin çözümü ve değerlendirmesi için en önemli alternatif olduğu Şekil.11,3’da görülmektedir.



Şekil.11.3. Zemin büyütme kriteri için duyarlılık analizinin gösterimi ve önemliliği

Bu uygulama ile sadece bu deprem risk analizi ve yerleşebilirlik analizi için değil, işletmede sonrada karşılaşılabilecek benzer karar problemleri ve analizleri için de bir temel oluşturulması ve bir takım değişikliklerle başka yatırım kararlarının verilmesinde de uygulanabilecek bir karar destek modeline ulaşmağı amaçlamıştır. Dolayısıyla bu çalışma ile kurulan model, Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden biri olan AHS için örnek bir uygulamaya ulaşmıştır. Söz konusu problemin modelinden hareketle, karar vericiler hiyerarşiye farklı alternatif ya da kriterler ekleyip çıkarabileceklerdir. Böylece kendi karar problemlerine uygun modelleri oluşturabileceklerdir.

Bu çalışmanın sonunda, zemin büyütme faktörünün 4.alternatifi (>2 zemin büyütme gücüne sahip olan alanlar) uygulama probleminin yani zemin özelliklerine göre yerleşebilirlik analizinin çözümü için en etkili alternatif olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmada, AHS yönteminin uygulandığı bir karar destek modeli, risk analizi adına EXPERT CHOİCE 11 programında geliştirilmiştir. Risk analizi, nihai kararı verdikten sonra ve en tehlikeli ve deprem etkisinin altında olan alanları CBS aracıyla harita üzerinde belli ediyor.

Zemin kriterleri için ikili karşılaştırma matrisi ve ağırlıkların hesaplanması Çizelge 11.12.da gösterilmiştir:

Çizelge 11.11. Zemin kriterleri için ikili karşılaştırma matrisinin oluşturulması

	Zemin büyümesi	Zemin hâkim titreşim periyodu	Vp/Vs dalga hız oranı	Vs30 dalga hızı	Eğim	Ağırlıklar
Zemin büyümesi	1	3,0	4,0	5,0	7,0	0,473
Zemin hâkim titreşim periyodu	0,33	1	3,0	1	5,0	0,270
Vp/Vs dalga hız oranı	0,25	0,33	1	3,0	4,0	0,140
Vs30 dalga hızı	0,20	0,20	0,33	1	3,0	0,075
Eğim	0,14	0,20	0,25	0,33	1	0,042
Toplam puan	1,29	4,73	8,58	10,33	18	

Tutarlılık indeksinin hesaplanması

Zemin kriterleri için CI (tutarlılık indeksi) = 0,07 olarak bulunmuştur ki bu değer en uygun değere yakın olarak kabul edilmektedir. Bu değer 0,1'den küçük olduğu için ikili karşılaştırma matrisinde yapılan puanlama işlemi tutarlı olarak kabul edilmektedir.

11.9. Zemin Kriterlerini Önemseyerek AHS Göreceli Risk Analiz Sonucu

Harita 11.6 incelendiğinde, deprem kuvvetlerinin etkisine karşı zeminin dinamik davranışını belirleyen parametreler (zemin büyümesi, zemin hakim titreşim periyodu,...) zemin kriterleri olarak tanımlanarak CBS tabanlı AHS yöntemiyle yerleşilebilirlik analizi gerçekleştirilmiştir. Bu analiz kapsamında kentin yerleşime uygunluğu 5 mikro bölgede tanımlanmıştır (harita 11.6). Mikro bölgeler haritasında 11.6'da düşük risk düzeyinde yerleşilen alanlar orta derece risk düzeyinde yerleşilen alanlar, yüksek derece risk düzeyinde yerleşilen alanlar, çok yüksek derece risk düzeyinde yerleşilen alanlar, yerleşilmemesi gereken alanlar olarak ifade edilmiştir. Buradaki risk düzeyi sadece deprem zemin parametrelerine göre tanımlanmıştır. Herhangi bir kentsel risk parametresi tanımlanmamıştır. Kentsel risk parametreleri analizin ikinci aşamasında değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada mikro bölgeler bir alan 1 ile 5 puan arasında standartlaştırılan faktör haritalarına uygun olarak hazırlandı. Dolayısıyla hesaplanmış ağırlık katsayıları, Arc View GIS'e aktarılmış ve belli değerde ağırlıklı çizgisel birleşme, her sınıf için hücreye göre bir değer alanıyla yerleşebilirlik haritası farklı bir katman olarak ortaya çıkarıldı. Her yerleşebilirlik haritasında olduğu, minimum ve maksimum hücre değerlerinin arasında 5 eşit ara ile sınıflandırılma hesaplandı. Meydana gelen raster haritalar daha sonra vektör haritalara değiştirildi ve bunun sonucunda yerleşebilirlik analizi haritası (Harita 11.6) ele edildi. Mikrobölgeler harita 11.6 farklı renk ve semboloji ile ifade edilmiştir. Yerleşilmemesi gereken alanlar likert ölçeği puanlamasına ve tezde kabul edilen puanlama mantığına göre en yüksek puan olan mikro bölgedir. Çok düşük risk düzeyinde yerleşilebilir alanlar ise en düşük puan alan mikro bölgedir.

Yenimahalle, Harput, Alaypark, Yıldızbasar ve Üniversite mahallelerinin güney bölgeleri; Ulukent, Sürsürü, Abdullah paşa ve Kültür mahallelerinin kuzey bölgeleri; Şahin Karaköyü, Sugözü, Cumhuriyet ve Fevzi çakmak mahalleleri yüksek derece risk düzeyinde yerleşebilir alanlar üzerinde kurulmuştur. Eğer bu bölgelerin kentsel risk düzeyi yüksek çıkarsa bu bölgelerdeki deprem riski iki kat artacaktır. Dolayısıyla bu bölgelerdeki yapılanmanın, yapı yoğunluğunun kat yüksekliğinin yerleşim düzeyinin kesinlikle deprem duyarlı planlama kriterlerine göre şekillenmesi gerekmektedir.

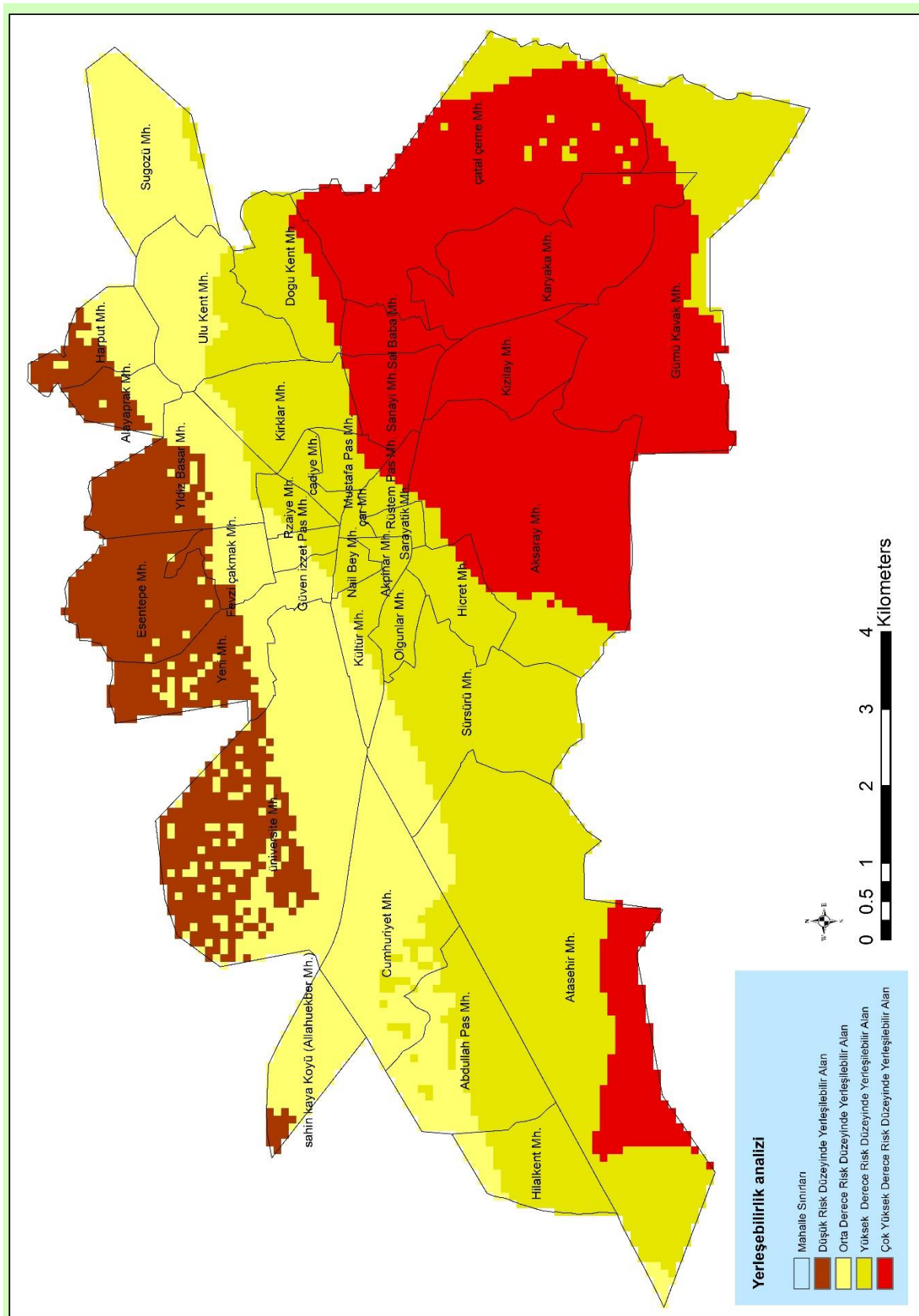
Kızılay, Karşıyaka, Salıbaba, Sanayi, Çatal Çeşme, Gümü Kavak ve Aksaray mahalleri ile birlikte Ataşehir ve Rüstem Paşa mahallelerinin güney kısımları yerleşilmemesi gereken alanlar üzerinde yerleşmiştir. Bu bölgelerde gelecek plan kararlarının ise bu bağlamda açık yeşil alan ve deprem parkı gibi ünitelere ayrılması, riskten korunabilmek için daha sağlıklı olacaktır.

Bu sonuçlara göre, harita 11.6'da da görüldüğü üzere kentsel gelişmenin kuzeye doğru yönelmesi daha sağlıklı olacaktır. Çünkü kentleşme ve yapılaşma için doğru yer seçmenin deprem risklerinden korunmasının yanı sıra maliyeti düşürücü bir ekonomik etkisi de vardır.

Deprem parametreleri esas alınarak değerlendirilen yerleşilebilirlik analizine göre (harita 11.6) kent merkez ilçesinin durumu şöyle özetlenebilir. Elazığ kentin kuzey mahalleleri düşük risk düzeyinde yerleşilebilir alanlar üzerine yerleşmiştir. Dolayısıyla bu bölgeler

zemin özellik kriterleri açısından en iyi bölge konumundadır. Yani Mikrobölgeleme nin nisbi dağılımına göre kent merkezinin zemin özelliklerine göre yerleşime en uygun alandır. Zemin sağlamlığı açısından kentin risk düzeyi en düşük kesimdir.

İzzet Paşa, Ulukent, Abdullah Paşa, Gümü Kavak ve Sürsürü mahallelerinin güney kısmı ile birlikte Kültür Mahallesinin güney doğusu, Sürsürü ve Ataşehir mahallelerinin kuzey kısımları ve Doğukent, Kırklar, Cadiye, Mustafa Paşa, Hilalkent, Rizaiye, Akpınar, Olgunlar, Çarşı, Nail Bey ve Sarayatırk mahalleleri nispi olarak orta derece risk düzeyinde yerleşilebilir alanlara yer seçmiştir. Analizin ikinci aşamasında gerçekleştirilecek olan kentsel risk parametrelerine göre bu bölgenin risk düzeyi artabilir ya da azalabilir.



Harita 11.6. Zemin kriterlerine göre CBS tabanlı AHS yöntemiyle hazırlanan depremsellik esaslı yerleşebilirlik analizi haritası

11.10. Binaların Kat yüksekliği dağılımına göre puanlama

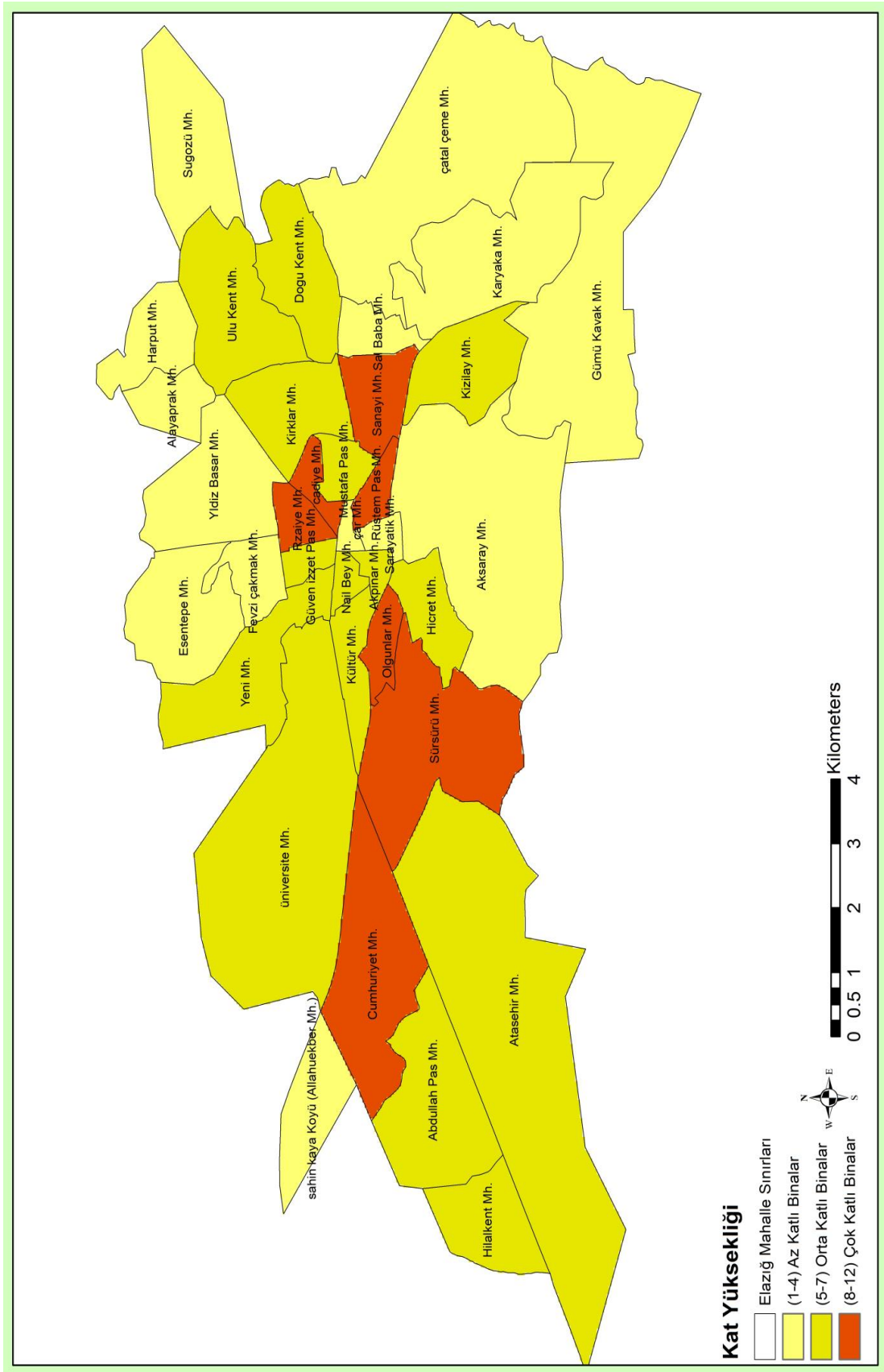
Önceki kısımlarda analizleri yapılan kriterler gibi bina kat yüksekliği kriteri de deprem risk analizinde önemli olmakla birlikte bir başka hususu da ifade etmektedir; bina kat yüksekliği yoğunluğu yerleşim alanlarında insanların en yoğun şekilde ikamet ettikleri bölgeleri göstermektedir. İş ve ticaret açısından önemli sayılan diğer bölgelerden daha da önemli olan yoğun konut bölgeleri nüfusun en yoğun olduğu bölgeler demektir. Başka bir deyişle kentsel alanlarda temel barınma işlevinin oluşturduğu konut alanları bölge planlama ve deprem duyarlı planlama açısından daha da önemli sayılmaktadır. Bunun için bina kat yüksekliği yoğunluğu kriterinin haritası ve likret ölçeği puanlaması CBS aracılığıyla ve AFAD tan alınarak aşağıdaki haritada verilmiştir.

Harita 11.8 incelendiğinde konutlar az katlı (az yoğun), orta katlı (orta yoğun) ve çok kat (çok yoğun) olmak üzere üç bölgede değerlendirilmiştir. Şahin Koyu, Esentepe, Fevzi Çakmak, Yıldız Basar, Alay Park, Harput, Sugözü, Aksaray, Gümü Kavak, Karyaka, Çatal Çeşme, Salı Baba, Sarayatık ve Çarşı Mahallelerindeki binalara az katlı; Üniversite, Yenimahalle, İzzet Paşa, Nail Bey, Kültür, Akpınar, Hicret, Ataşehir, Hilal Kent, Abdullah Paşa, Kızılay, Dogğ Kent, Ulu Kent, Kırklar ve Mustafa Paşa Mahallelerindeki binalara orta katlı; Sürsürü, Cumhuriyet, Rızaiye, Rüstem Paşa, Olgunlar, Cadiye ve Sanayi mahallelerdeki binalar ise çok katlı konut bölgeleri oluşturmuştur.

Çizelge 11.12. kat yüksekliği dâhilinde her bir belli yoğunluğa dair yapılan puanlandırma

Puanlama	1	3	5
Bina Kat yüksekliği	1-4 kat	5-6 kat	7-12 kat

Dolayısıyla CBS tananlı AHS analizlerinin 2. aşamasında da kat yüksekliği ve bina kat yüksekliği yoğunluğu artışı zeminlerle ilişkilendirildiğinde deprem riskini artırıcı rol oynamıştır.



Harita 11.7. Elâzığ kent merkezi kat yüksekliği yoğunluğu Haritası

11.11. Nüfus Yoğunluğu Dağılım Puanlandırılması

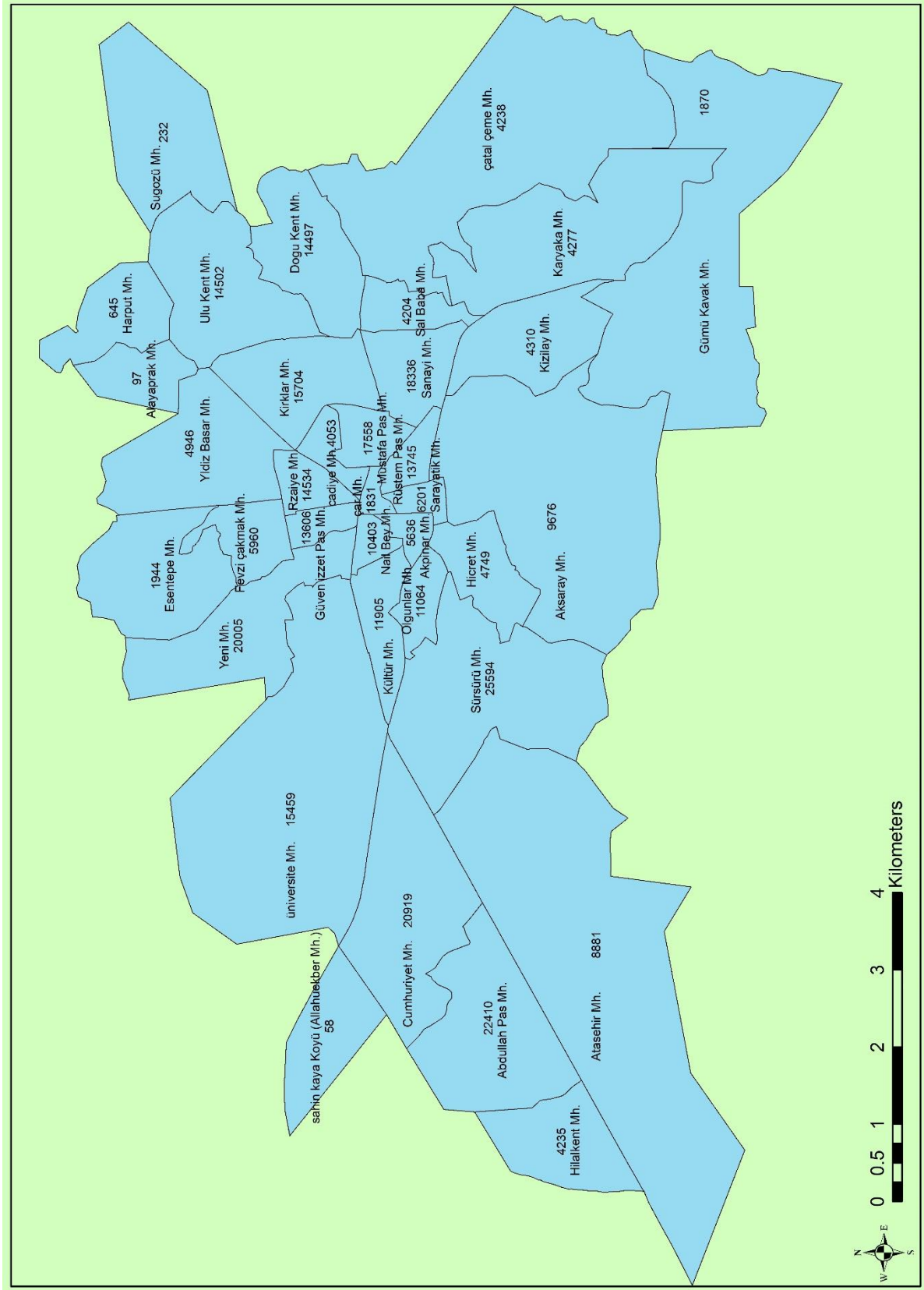
Türkiye, jeolojik konumu nedeniyle dünyada deprem tehlikesi en yüksek olan ülkelerden biridir. Türkiye'nin yüz ölçümü olarak yüzde 92'si, nüfus yoğunluğu olarak yüzde 95'i deprem kuşağında bulunuyor. Buna bağlı olarak sık sık meydana gelen depremlerde çok sayıda can ve mal kaybı yaşanıyor. Türkiye'nin yakın tarihli en büyük depremlerinden olan Van depremi, bir kez daha insanları öldürenin deprem değil, çürüyen binalar olduğunu gözler önüne serdi. Araştırmalar, depremlerde yaşanan sakatlanma ve ölümlerin çok büyük bir kısmının insanların yıkılan binaların altında kalmasından kaynaklandığını gösteriyor. Türkiye konumu itibarıyla büyük bir deprem kuşağına ev sahipliği yapmaktadır. Normal şartlar altında deprem olan bölgelerde nüfus yoğunluğunun az olması beklenirken, nüfus yoğunluğunu etkileyen diğer faktörler bu olguda büyük bir değişiklik yaratmıştır. Depreme karşı alınabilecek en büyük tedbir jeoteknik açıdan doğru yer seçimi ve sağlam yapılan binalardır. Türkiye depremle yaşayan ve depremle yaşamayı öğrenmek zorunda olan bir ülkedir. Depremden kaçamayacağımız için etkisini en aza indirmeliyiz. Deprem bölgelerinde yaşamaktan kaçmak yerine sağlıklı ve sağlam binalar yapıp kendimizi güvence altına almalıyız.

Mahalle bazında Yerleşim birimlerinin nüfus yoğunlukları (Harita 11.8) incelendiğinde ise deprem zemin kriterleri açısından riskli bölgelerde nüfus yoğunluklarının oldukça yüksek olduğu ve dolayısıyla bu yerleşimlerin beklenen risk düzeyinin daha da yükseleceği öngörülebilir. Ayrıca bu yerleşimlerde çok katlı binaların da oluşu bina salınımları dolayısıyla riski daha da arttıracaktır.

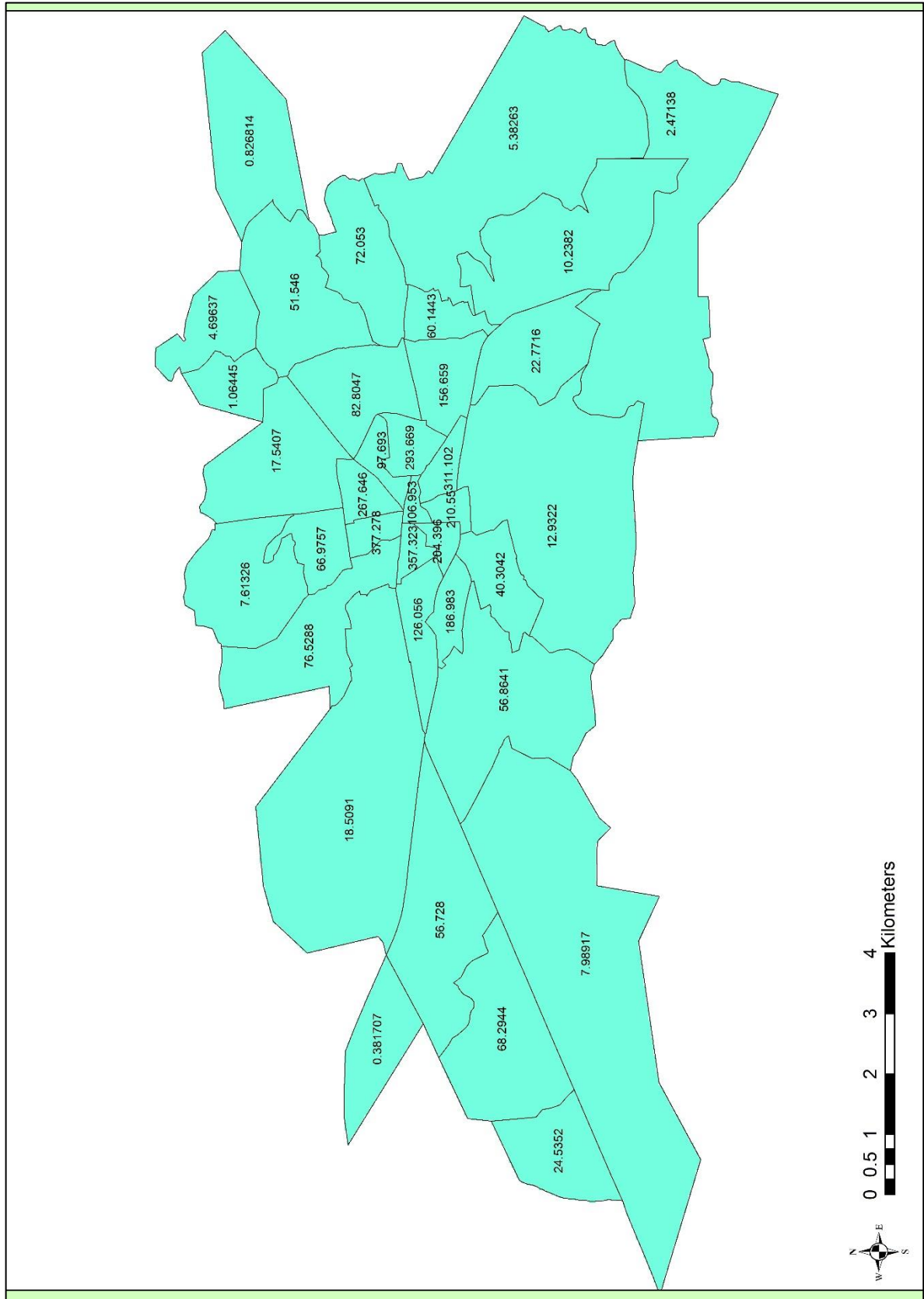
Çizelge 11.13. Nüfus yoğunluk sayısı dâhilinde her bir belli yoğunluğa dair yapılan puanlandırma

Puanlama	1	3	5
Nüfus	Az Yoğun	Orta Yoğun	Çok Yoğun

Çizelge 11.13'de görüldüğü üzere nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu bölgelerde can kaybı olasılığının artması, panik ve kargaşanın yaşanması ve ilk yardım hizmetlerinde bu oranda etkilenmesi sebebiyle risk artacaktır. Dolayısıyla puanlama yapılırken bu bölgelere nispi yüksek puanlar atanmıştır.



Harita 11.8. Elazığ kent merkezi yerleşim birimleri bazında nüfus sayı haritası [80].



Harita 11.9. Elazığ kent merkezi yerleşim birimleri bazında nüfus yoğunluğu (kiş baş/he) haritası [80].

11.12. Elazığ Kenti Deprem Risk Analizi

Elazığ kenti deprem risk analizi, CBS esaslı AHS yöntemiyle gerçekleştirilen 2. aşama analizlerle belirlenmiştir.

Analizin bu aşamasında zemin kriterlerini esas alan yerleşebilirlik haritası girdi parametrelerden birisi olmuştur. Dolayısıyla deprem risk analizini gerçekleştirdiğimiz kriterler:

- Deprem parametreleri esaslı yerleşilebilirlik haritası
- Bina kat yüksekliği
- Nüfus yoğunluk haritası olarak sıralanabilir.
-

2. Aşamada bu kriterler, AHS yöntemiyle CBS ortamında karar destek sistemi oluşturularak analiz edilmiş ve Elazığ kenti Deprem Risk haritası elde edilmiştir. Analizde her bir katman risk durumuna göre kendi içinde yeniden risk ölçeğine göre puanlanmış ve her bir kriterin ağırlıkları Expert Choice programı AHS yöntemiyle hesaplanmıştır. Şekil 11,3'de Expert Choice programında kurulan çift kıyaslama matrisi görülmektedir. Şekil 11.4 Expert Choice programında uygulama problemine ilişkin duyarlılık analizi göstermektedir. Çizelge 11.4 ise programa vermek üzere hazırlanan deprem risk kriterleri çift kıyaslama matrisini vermektedir.

Nihai olarak da Arc Gis de Overlay analizlerinden Weighted Overlay ile ileri düzey mekânsal analiz gerçekleştirilerek risk analizi yapılmış ve riskin derecesini veren Mikrobölgeleme haritası, Elazığ kenti deprem risk haritası olarak tanımlanmıştır (harita 11.10).

Çizelge 11.14. Elazığ kenti deprem risk analizi için standardize edilmiş puanlar

Puanlama	1	2	3	4	5
1 Zemin Özellikleri	Düşük Risk Düzeyinde Yerleşebilir Alanlar	Orta Derece Risk Düzeyinde Yerleşebilir Alanlar	Yüksek Derece Risk Düzeyinde Yerleşebilir Alanlar	Çok Yüksek Derece Risk Düzeyinde Yerleşilebilir Alanlar	Yerleşilme mesi Gereken Alanlar
2 Kat Yüksekliği	1 - 4	-	5 -6	-	7 – 12
3 Nüfus Yoğunluğu (kiş baş/ he)	Az Yoğun	-	Orta Yoğun	-	Çok Yoğun

	zemin ozell	Konut Kat	ε	Nufus Yogu	Hektar Basi
zemin ozellikleri		2.0		3.0	3.0
Konut Kat Sayisi				2.0	3.0
Nufus Yogunlugu					2.0

Şekil 11.4. ikili karşılaştırma matrisinin EXPERT CHOICE 11 programında hesaplanması

Çizelge 11.16. Deprem risk kriterleri için ikili karşılaştırma matrisinin oluşturulması

	Zemin özellikleri	Kat yüksekliği	Nüfus yoğunluğu	Ağırlıklı arı
Zemin özellikleri	1	2.0	3.0	0.448
Kat yüksekliği	1/2	1	2.0	0.323
Nüfus yoğunluğu	1/3	1/2	1	0.204

11. 13. Elazığ Kenti Deprem Riski Analiz Değerlendirilmesi

Elazığ kenti deprem risk analizi haritası (Harita 11.12.) göz önünde bulundurarak yerleşim birimlerinin depreme karşı değerlendirilmesi mümkün kılınabilmektedir. Harita 11.12’da yola çıkarak, Çatal Çeşme, Karşıyaka ve Salıbaşı mahalleleri ile birlikte Gümü Kavak mahallesinin güney kuyruğu hariç diğer kısımları ve Aksaray mahallesinin merkez ve doğu kısımları riskli alan üzerinde konumlanmıştır.

Elazığ kenti deprem risk analizi haritası (harita11.12) incelendiğinde kentin kuzey doğusunu güney batısına bağlayan yerleşim hattının çoğu yüksek, orta ve düşük derece riskli alanlar olarak belirtilmiştir. Ancak kentin kuzeyi risksiz alan olarak nispi şekilde yerleşim için daha sağlamlık göstermektedir.

Eski yerleşim birimi olan kent merkezi ise, deprem risk analizine göre bazı noktalarda yüksek, bazen orta ve bazen de düşük düzeyde risk içermektedir. Merkez yerleşimlerin eski ve tarihi doku olması nedeniyle olası bir depremde yıkım ihtimali yüksektir. Dolayısıyla depreme karşı duyarlı yapıların yapılması, eskilerin yenilenmesi ve onarımı gerekmektedir.

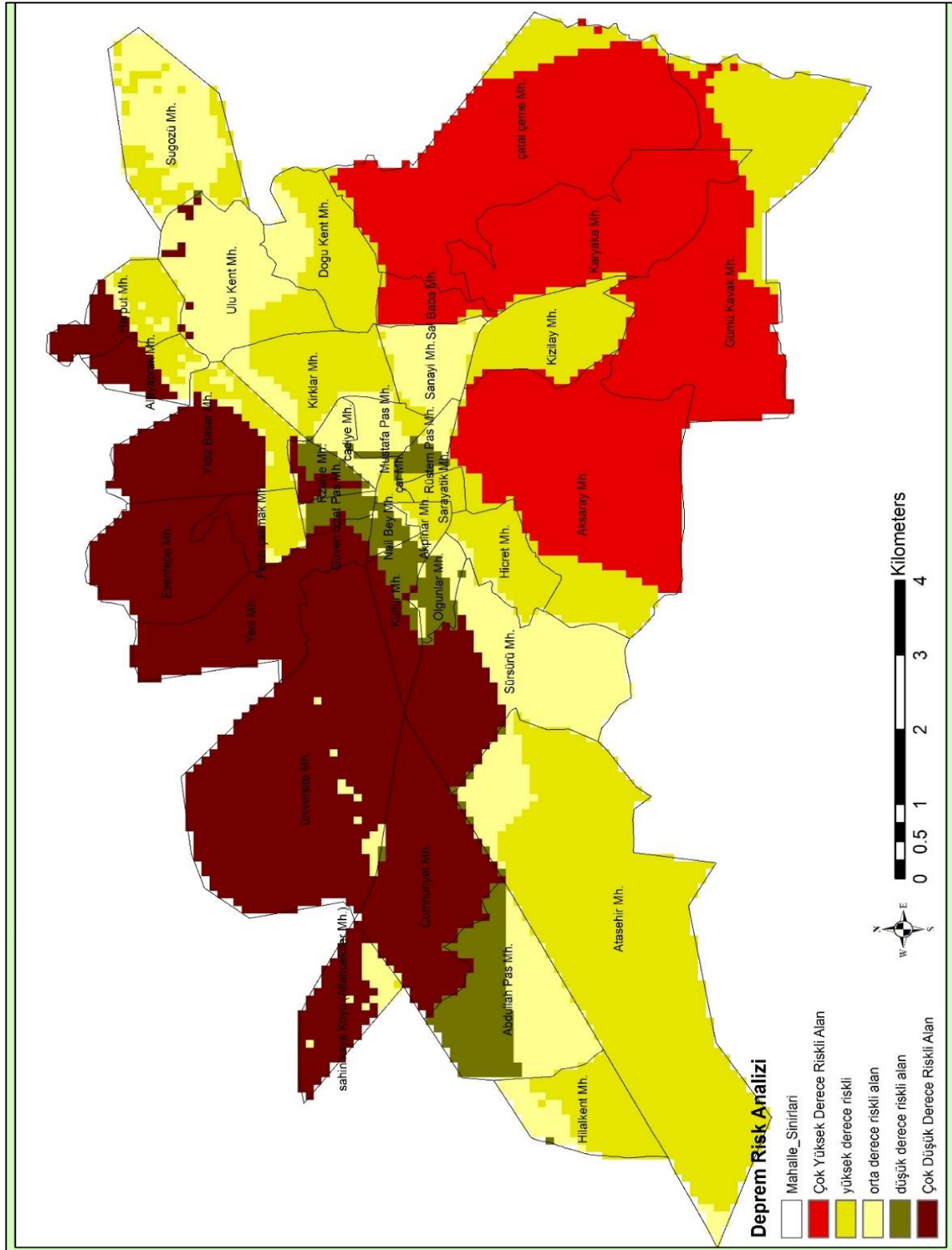
Elazığ kenti deprem risk analizi haritasına (harita11.12) göre, Cumhuriyet, Şahin Kaya Köyü, Üniversite, Yenimahalle, Esentepe, mahalleleri ile birlikte Kültür, Sürsürü, Alaypar ve Harput mahallelerinin kuzey kısımları risksiz alanlar olarak değerlendirilmiştir.

Sürsürü ve Abdullah Paşa mahallelerinin güney kısmı ile birlikte Sanayi, Ulu Kent, Sugözü, Mustafa Paşa, Cadiye mahalleleri ve Doğukent mahallesinin kuzey kısımları orta derece riskli alan üzerine yerleşmiştir. Bu mahallelerin zemin kriterlerine göre yerleşim değerlendirmesinde düşük ve orta düzeyde yerleşilebilir alanda oldukları gözlemlenmiştir.

Yapı kalitelerinin düşük olması deprem zemin parametrelerinde yeterince iyi olmaması, nüfus ve bina kat yüksekliği yoğunluğu yüksek olması sebepleriyle deprem sonrası hasarın en çok beklendiği bölgelerdir. Ayrıca bu bölgelerde ticaretin yoğun olması olası depremin gündüz meydana gelmesi durumunda can kaybını daha da arttıracaktır.

Ataşehir, Hilalkent, Hicret, Kızılay, Sarayatık, Akpınar, Çarşı, Kırklar mahalleleri ile birlikte Aksaray mahallesinin doğudan bir kısmı ve Doğukent mahallesinin merkez ile güney kısımları, Gümü Kavak mahallesini güneyden bir kısmı, Fevzi Çakmak Alaypark ve Harput mahallelerinin güney kısımları deprem risk analizi haritasına (harita11.12) göre değerlendirildiğinde yüksek derece riskli alanlar dahilinde kalmaktadır.

Dolayısıyla kentte deprem riskinin yüksek olduğu alanlarda deprem öncesi iyileştirme, yeniden yapılanma, dönüşüm, az katlı yapılaşma, örüntü dolduran binalarda yeni yapılaşmaya müsaade etmeme ve bu alanları park, rekreasyon yeşil alan ve deprem parkı gibi açık alan kullanımlarına yönlendirme, yapılaşacak kısımlarda ise depreme dayanıklı yapı tasarımının uygulanıp, denetlenmesi, yerleşim düzeninin ayrık nizam olması, ulaşım hiyerarşisinin güçlü olması, inşaat öncesi zemin iyileştirme çalışmalarının gerçekleştirilmesi gibi jeoloji, inşaat ve planlama dinamiklerini harekete geçirip deprem öncesi önlemleri alınması gerekmektedir.



Harita 11.11. Elazığ kenti mahalle bazında Deprem risk analizi haritası

11.14. Elazığ Kenti Deprem Risk Haritasının Bölgeden Geçen Diri Faylara Göre Değerlendirilmesi

Bilindiği üzere yerleşebilirliğe etkileyen deprem parametreleri kent zemininin yerel jeolojik koşulları, dayanım, yeraltı su seviyesinin yüksekliği, topoğrafya, deprem odak derinliği, deprem büyüklüğü gibi parametrelerdir. Ayrıca kentin depreme duyarlı planları planlanmadığı, yapı kalitesi, yoğunluğu, kat yüksekliği gibi planlama ve yapılaşma parametreleri de riski artırıcı ve ya azaltıcı yönde rol oynarlar. Tüm bu parametrelerde ek olarak yerleşimin aktif diri faylara olan mesafesi de hasarı artırıcı ya da azaltıcı yönde etki oluştururlar. Bu sebeple analiz sonuçları bölgenin diri fay haritasıyla karşılaştırılacak. Diri fayların geçtiği yerleşimlerdeki risk düzeyinin artmasına dikkat çekilmiştir.



Harita 11.12. Elazığ kenti fay haritası

Fay haritasında belirlendiği üzere Elazığ kentini etkileyebilen önemli deprem fayları bulunmaktadır. Kentin kuzey doğusundan kente giren ve Sugözü mahallesini direk etkileyen Elazığ fayı, kentin iç bölgelerinde ölü ve bir türlü etkisiz durumdadır. Kentin güneyinde tekrar diri ve etkili hale gelen Elazığ fayı güney batıya doğru uzanmaktadır. Diğer önemli fay, kentin kuzey batısında yatay U şeklinde bulunan fayıdır. Bu fay Elazığ fayının etkisinde meydana gelmekte ve Cumhuriyet ve Abdullahpaşa mahallelerini direk etkilemektedir. Aşık ki, söz konusu fayların direk etki alanında olan mahalleler dışında, Şahin Kayaköyü ve Hilalkent gibi komşu mahalleleri de etkileyebilecekler.

Yukarıda açıklanan faylar ve direk etkileyeabilecekleri mahalleleri, Elazığ deprem risk haritasına göre değerlendirdiğimizde ise şu sonuçlar elde edilir;

Elazığ deprem risk haritasında orta dereceden riskli alan olduğunu belirtilen Sugözü mahallesi, Elazığ fayının en etkin olduğu mahalle olarak belirtilmiştir. Dolayısıyla bu durum, orta derece riskli olan yerleşimin risk düzeyini artırıcı rol oynamaktadır.

Elazığ deprem risk haritasında Abdullahpaşa mahallesinin güneyi orta ve kuzeyi düşük derecede riskli bölgeler olarak belirtilmiştir. ayrıca Hilal kent ve Ataşehir yüksek derece riskli alanlarda yerleşmişlerdir. Cumhuriyet mahallesi ise risksiz alan üzerinde yerleştiği belirtilmiştir; bu mahalleler, haritada belirlenen doğudaki yatay U şeklindeki fayın tam etkin olduğu alanda yerleşmiştir. Dolayısıyla deprem riski açısından bu mahallelere daha da önem verilmeleri gerekmektedir.

11.15. Elazığ Kenti Deprem Risk Haritasının Nazım İmar Planına (2003) Göre Değerlendirilmesi

Yürürlükte olan Elazığ (2003) nazım imar planı nda deprem afetinin olası tehlikesine yönelik bazı düzenlemeler mevcut bulunmaktadır. Ama bu düzenlemelerin ne kadar doğru olup olmadığı tartışma konusu olmakla birlikte, bu hususla ilişkin (2003) nazım imar planı nda dikkate alınmayan noktalar da yetkili kurum ve kişilere önerilmelidir. Söz konusu planda deprem duyarlı planlama ile ilgili şu ifadeler kullanılmıştır;

Elazığ kenti 2. Derece deprem bölgesinde yer almaktadır. Kentin ilave gelişme alanlarında yapılacak jeolojik-jeoteknik etüd çalışmalarının planlamada göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

İmar planında vurgulanan şu hususu ve bu çalışma sonucu deprem risk haritası başta olmak üzere elde edilen bilgileri dikkate alarak Elazığ kentini deprem duyarlı planlama açısından değerlendirme olanaklı kılınmıştır.

İlk başta deprem afetinden hasar görebilirlik açısından can kaybı önem taşımaktadır. Dolayısıyla nüfusun yoğun olduğu alanlar daha fazla dikkate alınmalıdır. Arazi kullanım tablosundan yola çıkarak arazinin %32.04'ü konut alanı olarak kullanılmaktadır. Büyük bir yüzdeye sahip bu arazinin deprem riskine karşı ne kadar duyarlı ve yapı açısından güvenli olduğuna dair imar planında her hangi bilgi sunulmamıştır. Başka bir deyişle konut bölgeleri başta olmak üzere idari, ticari, sanayi gibi nüfusun yoğun olduğu merkez alanların da deprem riskine karşı duyarlı ve güvenli olduğuna dair bilgi verilmemiştir. Ancak çalışma sonucu hazırlanan Elazığ deprem risk analiz haritasına dayanarak, yerleşim birimlerinin risk düzeyi nisbi olarak değerlendirilip gerekli önlemleri almaya yönelik öngörüşler oluşturulabilir.

İmar planında da belirlendiği üzere Elazığ kent merkezi çevresindeki İzzetpaşa, Nailbey, Çarşı, Rızaiye ve İcadiye mahallelerinde mahallelerde yüksek ve orta gelir gruplarının konut alanları yer almaktadır. Yeni yapılan çok katlı apartmanlar bu mahallerde Gazi, Vali Fahribey, İstasyon ve Şehit İdris Doğan Caddelerinde yoğunlaşmaktadır. Risk haritasına göre ise İzzetpaşa ve Nailbey düşük derece riskli, Çarşı yüksek derece riski, Rızaiye risksiz ve düşük derece riskli, İcadiye ise orta derece riskli alanlar olarak belirlenmiştir. Kentin bu mahalleleri gündüz saatlerinde ticari yoğunluk dolayısıyla açıklanan deprem risk değerlendirmeleri göz önünde bulundurarak önlemler alınmalıdır.

Konut açısından yoğun olan bir diğer mahalle ise Yeni Mahalledir. Bu mahalle risk haritasına göre risksiz alandır; dolayısıyla yerleşim açısından uygun görülmektedir. İmar planına göre, orta gelir grubu yerleşme alanlarının bir bölümü, eski kent parçalarının kentin yerlilerince terk edilip, köyden göçen görece varlıklı ailelerin yerleşmesi sonucu nitelik değiştirmesi ile bir bölümü de memur ve esnaf kesimlerinin kooperatifler kurarak

yaptırdıkları sitelerden oluşur. Yenimahalle, özellikle bu ikinci grubun yerleştiği, kooperatiflerce yaptırılan toplu konutların yaygın olduğu kesimdir.

İmar planına göre, son yıllarda imara açılan Hilal Kent mevki, Polis Okulu karşısındaki yüksek bloklu yapılaşmalar da kooperatifler kurularak gelişen yerleşim alanlarını oluşturmaktadır. Risk haritasında bu mahallenin güney kısmı yüksek derece riskli alan ve kuzey kısmı ise orta riskli alan olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla bu mahallede oluşan yerleşim ve yapılaşmalarda deprem duyarlılığı dikkate alınması gerekmektedir.

Kenti çevreleyen az katlı, düşük gelir grubu yerleşmeler, kuzeyde Fevzi Çakmak ve Zafran, kuzeydoğu Sarayönü, doğuda Salı Baba, Karşıyaka Mah. ve güneydoğuda 56. Evler Mahallesi'nin arka kesimidir. Risk haritasına göre, Fevzi Çakmak ve Zafran mahallesi deprem açısından kuzeyde risksiz ve güney kısmında ise yüksek derece riskli alanlar üzerine yerleşmiştir. Sarayönü ise yüksek derece riskli, Salı Baba, Karşıyaka ve 56. Evler mahalleleri riskli olarak belirlenmiştir.

İmar planına göre, bu yerleşmelerin bir bölümü kente göç eden kırsal nüfusun hazine toprakları ya da hisseli tapulu arsalar üzerine yaptıkları kötü nitelikli konutlardan; bir bölümü de İmar Bakanlığı eliyle yapılan toplu konut yerleşmelerinden oluşur. Kentin doğusunda, batısında ve kuzeyindeki Zafran'da kurulan gecekondü önleme bölgeleri ile Malatya yolu üzerinde Keban'dan gelenler için yapılan 1800 Evler bu ikinci tip toplu konutlarının örnekleridir.

İmar planında belirlendiği üzere, Elazığ kentinin son yıllarda göstermiş olduğu hızlı nüfus artışı ve göçler neticesinde yürürlükteki planla oluşturulan konut, ticaret, sanayi ve sosyo-kültürel alanların büyük bölümü yapılaşmıştır. Gelecek yıllarda artan nüfusla birlikte plansız gelişmelerin önlenmesi, kontrollü ve sağlıklı kentleşmenin oluşturulması amacıyla yeni gelişme alanlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Yani kentin son dönemlerdeki hızlı nüfus artışı, gelecek dönemde Elazığ kentindeki gelişmelerle birlikte son yıllardaki nüfus artışının hızlanarak devam edeceği düşünülmektedir. Aynı şekilde Elazığ'ın metropoliten yapısının gelişeceği ve merkez yakınındaki yerleşmelerin de merkeze yaklaşacağı ve nüfuslarının merkez kent nüfusuna dahil olabileceği düşünülmektedir. Gelişmesi planlanan bu alanların seçiminde, deprem risk haritası yetkililerin gözü önünde bulunması gerekmektedir. Yani yeni gelişmede konut alanlarına gereksinim olacaktır. Konut

alanlarının deprem risk haritası gibi hususları göz önünde bulundurularak oluşturulması yoluna gidilmesi gerekmektedir. Dolayısıyla tez kapsamında gerçekleştirilen bu çalışmalar kentin depreme hazırlanmasında ve kent gelişim yönlerinin belirlenmesinde önemli bir kılavuz niteliğindedir.

İmar planında belirtildiği üzere Elazığ'ın kentsel alanlarının gelişme yönünün Harput yamaçları ve Meryem Dağı etekleri tarafına doğru olması, hem düz kısımlardaki tarım alanlarının korunması hem de Harput'un kentle bütünleşmesi açısından uygun bir planlama yaklaşımı olacaktır. Deprem risk analizi açısından ise bu bölgeler risksiz ve ya düşük riskli bölgeler olarak deprem risk haritasında belirlenmiştir. İmar planında şu bölgeler hakkında şu ifadeler de kullanılmıştır; Kentin kuzey ve güney kısımlarda (Harput yamaçları ve Meryem Dağı etekleri) gelişmesi hava kirliliği riskinin olmaması, deprem riskinin olmayışı, görüntü ve manzara, ulaşım avantajları nedeniyle olumlu seçimlerdir. tez kapsamında gerçekleştirilen analizler de bu sonucu desteklemektedir.

Son olarak imar planına göre, Elazığ kentsel yerleşmesinin ve kentsel merkezinin en yoğun olduğu bölgeler ve yakın çevresinde 400 kişi/ha yoğunluk önerisi getirilmiştir. Planlama bütününde yaklaşık 2908 ha alan konut alanı (brüt) olarak planlanmıştır. Bu alanlarda ortalama 200 kişi/ha yoğunlukta yaklaşık 581600 nüfus yaşayabilecektir. Tarımsal alanlarda da yaklaşık 733 ha alanda da 36650 nüfus yaşayabilecektir. İmar planında Harput ve Meryem Dağı etekleri dışında ön görülen diğer yerleşim alanları ise şunlardır:

Kent ile yeni çevreyolu arasında kalan alanlarda tarım alanları dışında kalan bölgelerde 150 kişi/ha yoğunlukta konut alanları, yolun diğer kısmında Meryem Dağı eteklerine kadar olan bölümde ise 300 kişi/ha yoğunlukta konut alanları önerilmiştir. Tarım alanları ile kentsel merkez arasında kalan bölgelerde ise 200 kişi/ha yoğunlukta kısmen meskûn kısmen de gelişme konut alanları önerilmiştir. Söz konusu alanlar deprem risk analizi açısından bakılırsa, çevre yolu doğu tarafta yüksek derece riskli ve batı tarafta bazı bölgelerde yüksek riskli olarak belirtilse de genelde bu alanlar riskli alanlardır. Dolayısıyla bu bölgelerde deprem duyarlılığı ve risk düzeyi göz önüne alınarak kentsel gelişme yönleri belirlenmelidir.

Kentin kuzeyinde Pertek yolu doğu ve batısında kalan alanlarda 30 kişi/ha, düşük yoğunlukta konut alanları planlanmış bu alanların daha güneyde kente yakın bölgelerde ise

150 kişi/ha yoğunlukta konut alanları planlanmıştır. Deprem risk haritasına göre bu bölge deprem açısından risksiz alandır ve yerleşim için uygundur denebilir. Yoğunluğun az tutulması bu bölgedeki deprem dayanıklılığını daha da artıracaktır.

Kentin kuzey-batı bölümünde Keban yolu kuzeyinde, kuzey çevre yolu doğusu ile üniversite alanı batısında kalan bölgelerde 300 kişi/ha yoğunlukta konut alanları planlanmıştır. Deprem risk haritasına göre bu bölge de risksiz alandır ve yerleşim için uygundur.

Kentin batı kısımlarında demiryolu ile eski Malatya yolu ve bu yolla Keban yolu arasında kalan bölgelerde 250-300 kişi/ha yoğunlukla konut alanları önerilmiştir. Bu bölgenin kuzey kısımları deprem açısından risksiz, güney kısımları ise yüksek ve orta derece riskli bölgelerdir. Dolayısıyla yeni deprem duyarlılık açısından risklidir. Ve deprem duyarlı planlama yaklaşımları önerilmelidir.

Kentsel yerleşmenin en batısında Baskil yolu kuzeyinde kalan bölgelerde kısmen düşük (50 kişi/ha), kısmen de orta ve yüksek yoğunlukta 250-400 kişi/ha konut gelişme alanları önerilmiştir. Deprem risk analizi haritasına göre bu bölgeler orta ve yüksek derece riski bölgeler olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla yerleşim için uygunluk açısından tartışmalıdır.

Kentin Doğusundaki Doğukent, Hüseyinik yerleşmeleri ile kent merkezi arasında kalan bölgelerde de 100-200 kişi/ha değişen yoğunluklarda konut gelişme alanları önerilmiştir. Bu yerleşmeler deprem risk analizi haritasına göre orta ve yüksek derece riskli bölgeler olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla depreme dayanıklı yapı tasarım ilkeleri ve deprem duyarlı planlama yaklaşımlarıyla ve az yoğunluk önerileriyle dikkatle yapılaşması gereken alanlardır denebilir.

Diyarbakır yolu batısında Yeni Güney Çevreyolu güneyinde kalan bölgelerde 150 kişi/ha yoğunlukta konut gelişme alanları önerilmiştir. Yine bu bölgedeki Hırhırık yerleşmesi civarlarında da 100-200 kişi/ha yoğunluk önerileri yapılmıştır. Deprem risk analizi haritasına göre bu bölge yüksek derece riskli alanlar olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla konut yapımında deprem duyarlı yapı gereksinimleri uygulamaları gerekmektedir.

Depreme karşı duyarlı planlamada konut dışında ticari ve sanayi alanları gibi yoğun nüfusun bulunduğu alanlar da önem taşımaktadır. Elazığ kent merkezinin ticari alanları belli başlı caddeler üzerinde ve Çarşı mahallesinde yoğunlaşmıştır. (2003) nazım imar planı nda da belirlendiği üzere Elazığ'ın kentsel ve ticari merkezi Çarşı Mahallesi başta olmak üzere, Buğday Meydanı ve Gazi caddesi gibi bölgelerdir. Elazığ deprem risk analizi haritasında da belirlendiği üzere bu mahalle ve bölgeler yüksek ve orta derece riskli alanlar olarak değerlendirilmiştir. Dolayısıyla bu bölgeler gündüz saatlerinde yoğun bir nüfusun bulunduğu alanlar olması nedeniyle olası bir depreme karşı duyarlı planlama açısından daha da dikkate alınması gerekmektedir. Söz konusu alanlar eski bir yapıya sahip oldukları için depreme karşı güvensiz ve dayanaksız durumdadırlar. Ayrıca imar planına göre bu bölge civarında konut alanları da oluşmaya başlamıştır. Bunun için adı geçen alanlarda yapıların yenilenmesi ve depreme duyarlı yapı tasarımı ile yerleşilmesi gerekmektedir.

Ticari merkez açısından diğer önemli noktalardan biri de Harput Caddesidir. Harput Caddesi üzerinde doktor muayenahaneleri ve eczaneler, poliklinikler, Özel Hastane, tıp laboratuvarları ticari yoğunluğun en büyük dilimini oluşturmaktadır. Bu ticari kullanımlar dışında yine aynı cadde üzerinde dersaneler, kuru gıda satan marketler, lokantalar, dayanaklı tüketim malları satan mağazalar, kasetçiler, halıcılar vs. bulunmaktadır. Cadde üzerindeki önemli iş hanları arasında korkmaz İşhanı, Demirel İşhanı, Tabipler İşhanı, Mısırlıoğlu İhsanını sayabiliriz. Dolayısıyla nüfus yoğunluğu açısından önemli bir cadde olduğu açıktır. Ayrıca deprem risk analizi haritasına göre bu cadde yüksek ve orta derece riskli alanlar üzerinde yapılmıştır.

Ticari açısından diğer önemli bir merkez, Hürriyet Caddesi ve Gazi Caddesi ile Orduevi arasında kalan ana caddedir. Bankaların yoğun olarak yerleştiği bu cadde üzerinde sigorta ve çeşitli finansman kurumları da ağırlıklı olarak yer almaktadırlar. Bu ticari kullanımların dışında oteller, eczaneler, dersaneler, beyaz eşya ve mobilya satan mağazalar, ayakkabıcılar, büfeler, kuyumcular, GSM satış noktaları, kırtasiyeler, turizm seyahat acenteleri, doktor muayenahaneleri, mühendislik ve avukatlık büroları, eğlence oyun alanı, lokantalar, pastaneler, şarküteriler, tatlıcılar ve parti merkez binaları bulunmaktadır. Birçok branşta çalışan iş kollarının yoğun olduğu bu cadde diğer ana caddeleri de birbirine bağladığından ulaşım şebekesi açısından da önemli bir yerdedir. Deprem risk haritasına göre bu caddenin bulunduğu alan olası gündüz depremi esnasında bu bölgelerde büyük bir kargaşa ve panik havası hakim olacak ve ulaşım ve ilk yardım imkanları zorlaşacaktır.

Hastaneler Caddesi kent merkezindeki SSK, Devlet Hastanesinin bulunduğu önemli caddelerden birisidir. İnsan sağlığına hizmet eden bu kurumların ihtiyacı olan eczanelerin, medikal ve optik araç gereç satan dükkânların bu cadde üzerinde yoğunlaşması da doğaldır. Bu cadde üzerinde diğer ticari kullanımlar marketler, ucuz konfeksiyon ürünleri satan dükkanlar, beyaz eşya ve mobilya satan mağazalar, toptan ve perakende temizlik ürünleri satan dükkanlardır. Deprem risk analizi haritasında belirlendiği üzere bu caddenin bulunduğu Rizaiye mahallesi düşük derece riskli alan üzerinde yapılmıştır. Bu cadde ve alanlarda, özellikle hastane ve sağlık merkezlerinin bulunduğu nedeniyle yapı ve ulaşım konularında depreme karşı duyarlı planlar yapılması gerekmektedir.

Vali Fahri Bey Caddesi, ticari olarak gelişmeye başlamıştır. Bu cadde üzerinde mobilya ürünleri teşhir salonları yoğunluktadır. Kırtasiye toptan satış mağazaları, marketler, çiçekçiler, züccaciyeler, toptan kumaş satış mağazaları, tekstil ürünleri satış mağazaları, oto kiralama, lokantalar, elektrik ürünleri satış yerleri, elektronik malzeme satış yerleri de diğer ticari kullanımları oluşturmaktadır. Bu cadde üzerinde kon uçlanan 22'ler İşhanı ve Huzur İş Merkezide ticari faaliyetlerin yoğunlaştığı alanlardır. Kültür mahallesinde bulunan bu cadde deprem risk analizi açısından batı kısmı risksiz ve doğu kısmı ise düşük derece riskli olarak belirlenmiştir.

İstasyon Caddesi, Elazığ kent merkezinin güneyinden geçen ve şehirlerarası yolu (Vedat Dalokay Caddesi) merkeze bağlayan önemli bir güzergâhtır. Bu cadde üzerinde avukatlık ve mühendislik büroları, lokantalar, büfeler, pastaneler, marketler, kasaplar, manavlar, otobüs ve minibüs seyahat acentelerinin irtibat büroları, parti merkez binaları, kırtasiyeler, sigorta acenteleri, oto alım satım yerleri, poliklinikler, oto yıkama ve lastikçiler, benzin istasyonu, düğün salonu, sendika büroları, mobilya teşhir salonları, beyaz eşya satış mağazaları bulunmaktadır. Batı yönü Akpınar ve Doğu yönü Çarşı mahalleleri olan bu önemli caddenin deprem risk analizi haritasına göre yüksek derece riskli olarak tespit edilmiştir.

Mimar Faruk Cadde, Gazi Caddesini Namık Çitçi Caddesini bağlıyor ve kent merkezinde bulunan sinemaların büyük bir bölümü bu caddede yerleşmiştir. Fırınlar, manavlar, noter, halıcılar, oto alım satımı yapan galeriler, emlakçılar, tatlıcılar, son yıllarda sayıları artan internet kafeler, balıkçılar, kahveler ve büfelerde diğer ticari faaliyetleri

oluşturmaktadırlar. İzzetpaşa mahallesinde bulunan bu cadde deprem risk haritasında belirlendiği üzere düşük derece risklidir.

Son yıllarda gelişmeye başlayan diğer caddeler ise örneğin Kazım Karabekir Caddesi yüksek derece riskli, Namık Çitçi Caddesi risksiz, Mevlana Caddesi riskli ve Kışla Caddesi ise orta ve yüksek derece riskli alanlar olarak tespit edilmiştir.

İmar planına göre, Elazığ kentinde sanayi alanlarının doğuda konumlandığı görülecektir. Doğu bölgesinde deprem risk haritasına göre, Doğu kent mahallesi yüksek ve orta derece riskli, Salıbaba mahallesi riskli, Sanayi mahallesi orta derece, Kızılay mahallesi yüksek derece riskli, Karşıyaka ve Çatal Çeşme mahalleleri ise riskli alanlar olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla imar planında sanayinin yoğunluğu açısından belirtilen doğu bölgesi deprem risk analizine göre uygun değildir.

Görüldüğü üzere Elazığ kenti deprem risk haritası, yürürlükteki imar planı ile ilişkilendirilerek değerlendirildiğinde kısmen deprem risk düzeyi düşük olan alanlar kentsel gelişmede tercih edilse de kentin genelinde bakıldığında yerleşimlerin deprem risk düzeyi yeterince analiz edilmeden plan kararları verilmiştir. Bu da kentin muhtemel bir depremde dayanıklılığını azaltıcı yönde rol oynayacak bir sonuca sebep olacaktır.

12. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME:

Bu çalışmada Elazığ kentinin deprem risk analizi yapılırken, önlenemez bir doğa olgusu olan depreme karşı duyarlı olmanın yolları incelenmiştir. Deprem önlenmez bir doğal olgu olsa da, felaket önlenabilir bir olaydır; bu açıdan deprem olgusuna bakıldığında zaman deprem duyarlı planlamanın önemi ortaya çıkıyor. Bu çalışmanın asıl amacı ise şehir bölge planlamada depreme karşı duyarlı olmanın bir yöntemini denemiştir. Bunun için 2. dereceden deprem olasılığına sahip Elazığ kenti seçilmiştir. Elazığ kentinde daha önceler gerçekleşen depremler çok can ve mal kaybına neden olmuştur. Bir daha bu tür felaketlerin yaşanmaması açısından bu tez önem taşımaktadır.

Elazığ kenti 2. Derece deprem bölgesinde yer almaktadır. Olası depremlerde sanayi tesisleri yüksek yangın ve patlama riski barındırmakta ve bu bölgelerde oluşabilecek hasar, diğer kentsel alan kullanışlarıyla kıyaslandığında, daha yüksek düzeye ulaşacağı beklenmektedir. Elazığ kenti incelendiğinde sanayi alanlarının doğu, konut alanlarının ise batıda konumlandığı görülmektedir. Dolayısıyla konut alanlarının deprem açısından sanayi bölgeden uzak kalması bir avantaj olarak kabul edilebilir. Çünkü deprem esnasında konut alanların depremden aldığı hasarı çoğaltabilir.

Kentsel afet riskleri değerlendirilirken, nüfus ve bina kat yüksekliği de hasar görülebilirlik açısından risk faktörü olarak görülmektedir. Deprem anında boşluk düzeyi yüksek olan alanlar daha az risk, yoğun alanlar ise daha yüksek risk kapsamaktadır. Dolayısıyla, Elazığ Kentinde, Sürsürü, Olgunlar ve Rüstem Paşa, Cadiye ve Rizaiye mahalleleri nüfus, bina kat yüksekliği ve riski yüksek alanlar olarak tespit edilmiştir.

Afet Bilgi Sistemi kapsamında incelenen ve analiz sonucu olarak elde edilen bu sonuçlar; afetten önceki dönemlerde riskli alanlarda yerleşen insanların en az zarar ve fiziksel kayıplarla kurtulabilmesi için iktiza edilen teknik, idari ve hukuksal tüm tedbirlerin olay gerçekleşmeden önce alınabilmesi için bir kılavuz olmasının yanında mümkün olan hallerde afeti önlemeye, imkânsız hallerde ise kurtarma, ilkyardım ve iyileştirme çalışmalarının en hızlı, verimli ve etkili bir şekilde yapılmasına yardımcı olur.

Böylece CBS aracılığı ile EXPERT CHOİCE 11 programıyla yapılan AHS analizlerinin uygulanmasıyla Elazığ merkez ilçe için göreceli deprem riski analizi yapılmıştır ve risksiz,

yüksek, orta, düşük derece ve çok yüksek derece riskli alanlar bölgeleri tespit edilmiştir. Elazığ kenti deprem risk analizi haritası (harita11.11 s 127) incelendiğinde kentin kuzey doğusunu güney batısına bağlayan yerleşim hattının çoğu yüksek, orta ve düşük derece riskli alanlar olarak belirtilmiştir. Ancak kentin kuzeyi risksiz alan olarak nispi şekilde yerleşim için daha sağlamlık göstermektedir.

Eski yerleşim birimi olan kent merkezi ise, deprem risk analizine göre bazı noktalarda yüksek, bazen orta ve bazen de düşük düzeyde risk içermektedir. Merkez yerleşimlerin eski ve tarihi doku olması nedeniyle olası bir depremde yıkım ihtimali yüksektir. Dolayısıyla depreme karşı duyarlı yapıların yapılması, eskilerin yenilenmesi ve onarımı gerekmektedir.

Elazığ kenti deprem risk analizi haritasına (harita11.11 s127) göre, Cumhuriyet, Şahin Kaya Köyü, Üniversite, Yenimahalle, Esentepe, mahalleleri ile birlikte Kültür, Sürsürü, Alaypar ve Harput mahallelerinin kuzey kısımları risksiz alanlar olarak değerlendirilmiştir.

Sürsürü ve Abdullah Paşa mahallelerinin güney kısmı ile birlikte Sanayi, Ulu Kent, Sugözü, Mustafa Paşa, Cadiye mahalleleri ve Doğukent mahallesinin kuzey kısımları orta derece riskli alan üzerine yerleşmiştir. Bu mahallelerin zemin kriterlerine göre yerleşim değerlendirmesinde düşük ve orta düzeyde yerleşilebilir alanda oldukları gözlemlenmiştir.

Yapı kalitelerinin düşük olması deprem zemin parametrelerinde yeterince iyi olmaması, nüfus ve bina kat yüksekliği yoğunluğu yüksek olması sebepleriyle deprem sonrası hasarın en çok beklendiği bölgelerdir. Ayrıca bu bölgelerde ticaretin yoğun olması olası depremin gündüz meydana gelmesi durumunda can kaybını daha da arttıracaktır.

Ataşehir, Hilalkent, Hicret, Kızılay, Sarayatık, Akpınar, Çarşı, Kırklar mahalleleri ile birlikte Aksaray mahallesinin doğudan bir kısmı ve Doğukent mahallesinin merkez ile güney kısımları, Gümü Kavak mahallesini güneyden bir kısmı, Fevzi Çakmak Alaypark ve Harput mahallelerinin güney kısımları deprem risk analizi haritasına (harita11.11 s 127) göre değerlendirildiğinde yüksek derece riskli alanlar dâhilinde kalmaktadır.

Artan nüfus, değişen arazi kullanımı ve doğal afetlerin, can ve mal güvenliği için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Deprem, her büyüklükteki alanı etkileyebilir, insan hayatı ve

altyapısına, yerleşimlerin dağılımına ve yoğunluğuna göre şehirlere, yapılara büyük zararlar verebilir. Bu kayıplar insan kaybı, yapı ve altyapı kaybı, iş kaybı ve ekonomik kayıp olarak sıralanabilir. Doğal afetleri belirlemede; süreç, tahmin ve risk değerlendirmeleri arasındaki bağıntının önemli olduğunu gösteren tarihsel süreç bilinmelidir. Özellikle deprem öncesinde, sırasında ve sonrasında CBS insanlara ve yöneticilere önemli katkılar sağlayabilir (Yığıter, 2008: 21-60). Dolayısıyla Bu çalışmada Elazığ kentinin CBS ortamında deprem risk analizi yapılırken, hem zemin kriterleri ve hem de kentsel kriterler incelenip önlenemez bir doğa olgusu olan depreme karşı duyarlı olmanın yolları incelenmiştir.

Kentsel risk analizleri, kentsel risk yönetiminin önemli bir parçasıdır. Elazığ kenti için kentsel risk analizi ve yerleşe bilirlık analizi kentsel yerleşik çevrenin risk faktörleri ile birlikte ele alınmış ve zemin büyütme, zemin hâkim titreşim periyodu, VP/VS dalga hız oranı, Vs30 dalga hızı ve eğim kriterleri zemin özellikleri olarak ve bina ve nüfus yoğunlukları da risk faktörleri olarak, afet tehlikesi ve risklerinin belirlenmesine yönelik değerlendirme yapılabilmektedir.

Kentsel nüfus yoğunluğu ve bina kat yüksekliği risk belirleme çalışmalarında değerlendirilmesi gereken iki önemli mevzudur. Bu çalışma kapsamında kentsel nüfusun ve binanın mekânsal dağılımı ve yoğunluğu yapılarak mahalle bazında bina kat yüksekliği ve nüfus yoğunlukları birer bir harita üzerinde gösterilmiş ve kentsel risklerin etkilediği nüfusa göre harita üretilmiş ve hesaplanmış, dolayısıyla afet riski karşısında ne oranda nüfusun etkilenebileceği değerlendirilmiştir.

Çalışma kapsamında, zemin özellikleri ve bina kat yüksekliği ve nüfus yoğunluklarını bir arada değerlendirdiğimizde risk altında yaşayan mahalleler belirlenmiştir. Olası bir deprem durumunda nüfus açısından Sürsürü, Cumhuriyet, Abdullah Paşa, Yeni Mahalle, Mustafa Paşa ve Sanayi Mahallesi en çok etkilenecek mahaller olarak görülmektedir. Bu mahallelerde risk altında yaşayan nüfus yoğunluğu fazla olduğu için dikkati daha çok çekiyor. Aynı değerlendirmede Kızılay, Gümü Kavak, Çatal Çeşme ve Karşıyaka, Salıbaşı, Sugözü, Harput, Alayapark, Yıldız Basar, Hicret, Akpınar, Cadiye, Esentepe, Şahin Kara Köyü ve Hilal Kent mahalleleri az nüfusa sahip olmaktadır.

Bu tez çalışmasında CBS yazılımı aracılığıyla Elazığ il merkezi veri tabanının zemin özelliklerine göre yerleşe bilirlik haritası oluşturulmuş ve zemin özelliklerinin etkisini incelemek amacıyla yerleşe bilirlik haritası yapılmıştır; yerleşim için en uygun ve riski düşük alanlar seçilmiştir. Seçilen yerler ve alanlar, çok yüksek derece risk düzeyinde yerleşilebilir alan, yüksek derece risk düzeyinde yerleşilebilir alan, orta derece risk düzeyinde yerleşilebilir alan ve düşük derecede risk düzeyinde yerleşilebilir alan olarak 4 gruba ayrılmıştır.(harita 11,6 s 117)

Bilgi dönemine değişim sürecinde konumsal ilim de ehemmiyet kazanmış, böylece coğrafi bilgi sistemleri gibi bilgi teknolojilerine sahip olmak ön plana çıkmıştır ve önem kazanmıştır. Bu araştırmadaki analizler ve işlemler CBS yazılımının ARC MAP ve ARC İNFO programlarıyla yapılmıştır. Tüm bu uygulama çalışması sırasında Esri firmasının Coğrafi Bilgi Sistemi mahsulü olan ArcGIS programı kullanılmıştır. ArcGIS coğrafi bilgi sistemi yapmağı sağlayan tamamlanmış bir uygulama ürünleri koleksiyonudur. Masaüstü haritaları için ArcInfo yazılımı, Eğim haritası ile ilgili üç boyutlu analiz çalışmaları için ArcGIS 3D analiz modülü, sonuç haritaları çakıştırmak için Overlay ve raster calculator katmanını Spatial Analysis analiz modülü ve resimi haritaya çevirmek uygulamaları için Georeferencing uygulaması kullanılmıştır.

Yapılmış işlemler ve analizlerle Elazığ kent merkezindeki yerleşim ünitelerinde deprem riskinin en yüksek ve aynı an da en düşük bölgeler kesinleşmiş ve bu bölgelerin zemin özellikleri, bina kat yüksekliği, nüfus yoğunluğu, gibi kentsel veriler mekâna bağlı olarak analiz edilmiştir. Analiz sonucu elde edilen bilgiler ve sonuçları şu şekilde sıralayabiliriz:

- Elazığ merkez ilçe genelinde 1/5000 ölçekli deprem risk haritası CBS aracılığıyla oluşturulmuştur. (Harita 11,11. S 127)
- Kurulan coğrafi veri tabanından CBS aracılığıyla yapılan sorgulama ve analizlerle ilin 1/5000 ölçekli eğim, zemin hâkim titreşim periyodu, zemin büyütme, V_p/V_s dalga hız oranı ve V_{s30} dalga hız haritaları oluşturuldu ve Elazığ merkez ilçe sınırları içindeki alansal dağılımı ve bu alanların yüzölçümleri yine CBS aracılığıyla hesaplandı.(Bölüm 11, Harita 11,1 – 11,6. S 82 – 117).
- CBS aracılığıyla yapılan çakıştırmalı analizleriyle Elazığ merkez ilçenin yerleşebilirlik analizi yapıldı (harita 11,6. S 117) ve ilçe yerleşime uygunluk açısından çok yüksek derece risk düzeyinde yerleşilebilir alan, yüksek derece risk düzeyinde yerleşilebilir

alan, orta derece risk düzeyinde yerleşilebilir alan ve düşük derecede risk düzeyinde yerleşilebilir alan olmak üzere dört bölgeye ayrıldı. Bu bölgelerin ilçe içindeki alansal dağılımları ve yüzölçümleri hesaplandı. (harita 11,6. S 117)

- Elazığ kentinin eğimi, CBS aracılığıyla hazırlanan eşyüksekti kuşakları haritası ve üç boyutlu sayısal arazi modeliyle 1/5000 ölçek detayında ve Elazığ merkezinde yer alan mahalle bazında yerleşimler kapsamında ortaya çıkarıldı. (harita 11,5. S 103)
 - Elazığ merkez ilçesinde yer alan yerleşim birimlerinde deprem risk analizi kapsamında; zemin özelliklerine göre yapılmış yerleşebilirlik analizi verilerle ve yapı (bina kat yüksekliği) ve nüfus yoğunluğu verileriyle detaylı olarak incelenerek analiz edildi ve kentin deprem riski bölgeleme haritası ortaya çıkarıldı. Elazığ merkez ilçesinin mahalle bazında deprem riski bölgeleme haritasına göre kent, çok düşük derece riskli alan, düşük derece riskli alanlar, orta derece riskli alanlar, yüksek derece riskli alanlar ve çok yüksek derece riskli alanlar olmak üzere beş bölgeye ayrıldı. (Harita 11,11. S 127)
 - Elazığ merkez ilçesi yerleşim birimlerinde deprem risk analizi kapsamında, Palutoğlu (2014) tarafından yapılan doktora tez çalışmasından alınan zemin özellikleri verilerle analiz yapıp CBS yazılımı aracılığı ile hazırlanan deprem riski bölgeleme haritası ortaya çıkarıldı. (Harita 11,11. S 127), Söz konusu haritaya göre, kentte deprem riskinin en yüksek olduğu ve kategorilerde çok yüksek derece riskli alanlar olarak belirlendiği mahalleler: Salı Baba, Çatal Çeşme, Karyaka, Aksaray ve Gümü Kavak mahalleleridir olarak değerlendirilmiştir. Deprem risk analizi haritasına göre çok düşük derece riskli alan da belirtilmiştir: Yıldız Basar, Esentepe, Ala yaprak, Harput ve Şahin Kaya Köyü, Yeni mahalle, Üniversite ve Cumhuriyet mahalleleri ile birlikte Kültür ve Sürsürü mahallelerinin kuzey kısımları en uygun ve çok düşük derece riskli alan olarak değerlendirilmiştir. Kuzey doğudan güney batıya uzayan hat üzerindeki bölgeler, knt merkezi de başta olmak üzere yüksek, orta ve düşük derece riskli alanlar olarak belirtilmiştir.
 - Elazığ merkez ilçesi yerleşim birimleri kapsamında CBS aracılığıyla binaların kat yüksekliği analizi yapılmıştır.(harita 11,7 s 119) Bu analiz kapsamında hazırlanan haritaya göre kentte 3 sınıf bina bulunmaktadır;
1. (1-4) Az katlı binalar: Aksaray, Şahin Kara Köyü, Fevzi Çakmak, Esentepe, Yıldız Basar, Alayapark, Harput, Sugözü, Gümü Kavak, Karyaka, Çatal çeşme ve Salı Baba mahalleleri

2. (5-7) Orta katlı binalar: Hilal Kent, Abdullah Paşa, Ataşehir, Üniversite, Yenimahalle, İzzet Paşa, Nail Bey, Akpınar, Hicret, Kültür, Mustafa Paşa, Kırklar, Doğu kent, Kızılay ve Ulu kent mahalleleri
3. (8-12) Çok katlı binalar: Cumhuriyet, Sürsürü, Olgunlar, Rizaiye, Cadiye, Sanayi ve Rüstem Paşa mahalleleri.

Bina katları çoğaldıkça nüfus yoğunluğu da artır demektir. Yani çok katlı alanları riski yüksek alanlar olarak değerlendirebiliriz.

- Elazığ kenti yerleşim birimlerinin CBS aracılığıyla nüfus yoğunluğu analizi de yapılmıştır. Bu analiz kapsamında hazırlanan nüfus yoğunluğu haritasınca kentte nüfus yoğunluğu açısından 3 grup mahalle bulunmaktadır; (harita 11,10 s 123)
1. Az yoğun (58-4310 nüfus sayısına sahip): Hilal Kent, Şirin Kara Köyü, Esentepe, Yıldız Basar, Alaya Park, Harput, Sugözü, Cadiye, Akpınar, Hicret, Gümü Kavak, Kızılay, Çatal Çeşme, Salı Baba ve Karyaka mahalleleri
 2. Orta yoğun (4311-11905 nüfus sayısına sahip): Ataşehir, Üniversite, Fevzi Çakmak, Rizaiye, İzzet Paşa, Kültür, Nail Bey, Olgunlar, Sarayatık, Rüstem Paşa, Aksaray, Kırklar, Ulu Kent ve Doğu kent mahalleleri
 3. çok yoğun (11906-25595 nüfus sayısına sahip): Abdullah Paşa, Cumhuriyet, Sürsürü, Yenimahalle, Mustafa Paşa, Sanayi mahalleleri

Zemin özellikleri haritaları ile kentsel özellikler haritalarını CBS aracılığı karşılaştırarak Elazığ merkez ilçesi yerleşim birimlerine göre deprem risk haritası elde edilmiştir. Bu haritadan yola çıkarak şu değerlendirmeler yapılabilmektedir: (harita 11,11. S 127)

- Elazığ merkez ilçe deprem risk analizi haritasından yola çıkarak, Çatal Çeşme, Karşıyaka, Salıbaba mahalleleri ile birlikte Gümü Kavak mahallesinin güney kuyruğu hariç diğer kısımları ve Aksaray mahallesinin merkez ve doğu kısımları çok yüksek derece riskli alan üzerinde yerleşmişlerdir.
- Ayrıca kentin kuzey doğusunu güney batısına bağlayan yerleşim hattının çoğu yüksek, orta ve düşük derece riskli alanlar olarak belirtilmiştir.
- Ancak kentin kuzeyi risksiz alan olarak nispi şekilde yerleşim için daha sağlamlık göstermektedir. Cumhuriyet, Şahin Kaya Köyü, Üniversite, Yenimahalle, Esentepe, mahalleleri ile birlikte Kültür, Sürsürü, Alaypar ve Harput mahallelerinin kuzey kısımları çok düşük derece riskli alan olarak değerlendirilmiştir.

- Sürsürü ve Abdullah Paşa mahallelerinin güney kısmı ile birlikte Sanayi, Ulu Kent, Sugözü, Mustafa Paşa, Cadiye mahalleleri ve Doğukent mahallesinin kuzey kısımları orta derece riskli alan üzerine yerleşmiştir.
- Ataşehir, Hilalkent, Hicret, Kızılay, Sarayatık, Akpınar, Çarşı, Kırklar mahalleleri ile birlikte Aksaray mahallesinin doğudan bir kısmı ve Doğukent mahallesinin merkez ile güney kısımları, Gümü Kavak mahallesini güneyden bir kısmı, Fevzi Çakmak Alaypark ve Harput mahallelerinin güney kısımları yüksek derece riskli alanlar dahilinde kalmaktadır.
- Kentin güneydoğu ve doğusunun çoğunlukla çok yüksek derece riskli düzeyinde yerleşilebilir alan olarak değerlendirilmesi, kuzeye doğru gidildikçe ise düşük derecede ve yüksek derecede yerleşilebilir alanların olduğu dikkat çekmektedir. Buna göre kentin merkez mahalleleri yanı sıra hem düşük, hem orta ve hem orta derece riskli düzeyinde yerleşilebilir alanlar olarak değerlendirilmektedir.

Elazığ ilinin merkez ilçesi çalışma alanı olduğu için yerleşebilirlik ve risk planlaması, her risk faktörü için iki boyutlu ve üç boyutlu (sayısal arazi modeli) olarak adım adım görüntülenmektedir ve bunlarla ilgili veri tabanı oluşturulmuştur. (harita 11,6. S 117) ve (harita 11,11. S 127), Bu verilerden ve görüntülerden yararlanılarak, bir sürü analiz çalışmaları Coğrafi Bilgi Sistemleri teknolojilerinden faydalanılarak risk belirlemesine ve yerleşebilirlik analizine yönelik olarak yapılmıştır.

Elazığ kentinde yürürlükte olan nazım imar planı (2003) ile bu tez çalışmasında elde edilen deprem risk analizi sonuçlarını yan yana koyduğumuz zaman, nazım imar planında bazen deprem riskinin dikkate alınmadığı görülmektedir. Örneğin, yapılmakta olan ve yapılması planlanan yeni konut bölgeler bazen riskli ve yüksek derece riskli alanlarda yapılması öngörülmüştür. Mesela İzzet Paşa, Nail Bey, Çarşı, Rızaiye ve İcadiye mahallelerinde yeni yapılan çok katlı apartmanlar görülmektedir. Risk haritasına göre ise İzzet Paşa ve Nail Bey düşük derece riskli, Çarşı yüksek derece riskli, Rızaiye risksiz ve düşük derece riskli, İcadiye ise orta derece riskli alanlar olarak belirlenmiştir. Kentin bu mahalleleri gündüz saatlerinde ticari yoğunluk dolayısıyla açıklanan deprem risk değerlendirmeleri göz önünde bulundurarak önlemler alınmalıdır.

2003 nazım imar planında yapılması planlanan bazı projelerin deprem risk analizi haritasına göre uygunluk gösterdiği de görülmektedir. Örneğin; çok düşük derece riskli

alan olarak değerlendirilen kuzey bölgelerinde konut yapım öngörüsü deprem risk analizi haritasına göre uygun bulunmaktadır. (harita 11,11. S 127) zetle, Elazığ kenti deprem risk haritası, yürürlükteki 2003 nazım imar planı ile ilişkilendirilerek değerlendirildiğinde kısmen deprem risk düzeyi düşük olan alanlar kentsel gelişmede tercih edilse de kentin genelinde bakıldığında yerleşimlerin deprem risk düzeyi yeterince analiz edilmeden plan kararları verilmiştir. Bu da kentin muhtemel bir depremde dayanıklılığını azaltıcı yönde rol oynayacak bir sonuca sebep olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Şahin, E. K. (2012). *Heyelan Duyarlılık Haritasının Üretilmesi: Trabzon İli Örneği*, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze, 15-28.
2. Palutoğlu, M. (2014). *Elazığ Kent Merkezinin Tektoniği, Depremselliği Ve Mikro bölgelemesi*, Doktora Tezi, T.C Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 11-90.
3. Ergünay, O. (1999). Afet Yönetimi Nedir? Nasıl Olmalıdır? Türk Psikoloji Bülteni (Deprem Özel Sayısı), 5(14), 10-20.
4. Yavaş, H. (2001). Yerel Yönetim ve Denetim. Doğal Afetler ve Kriz Yönetimi, 6(2), 10-20.
4. Ergünay, O. (2002). Afet Hazırlık ve Afet Yönetimi. Türkiye Kızılay Derneği Genel Müdürlüğü Afet Operasyon Genel Merkezi (AFOM), 15(40), 3-17.
5. Temiz, S. (1998). Afet, Afet Türleri ve Afette Karşılaşılan Sorunlar. Sivil Savunma Dergisi, 151(40), 24-25.
6. T.C Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2008: 10-45
7. Gökçe, Özden, Demir, “Türkiye’de Afetlerin Mekansal Ve İstatistiksel Dağılımı Afet Bilgileri Envanteri”, T.C Bayındırlık Ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Afet Etüt Ve Hasar Tespit Daire Başkanlığı, 2008
8. TMMOB İnşaat mühendisler Odası Antalya Şubesi (2007). Deprem Ve Antalya’nın Depremselliği. Antalya: TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Antalya Şubesi, 3-15.
9. Kurt, H. ve Arık, F., 2010, Şehir ve Çevre Jeolojisi, Aybil Yayıncılık, Konya, ISBN:978- 605-4366-01-9, 298 s.
10. Medvedev, S.S. (1965). Engineering Seismology. Translated from Russian, Israel Program for Scientific Translations.
11. Ansal, A.M., Şengezer, B.S., İyisan, R. ve Gençoğlu, S. (1993). Geotechnical Factors in 1992 Erzincan Earthquake. Invited Lecture, Soil Dynamics and Geotechnical Earthquake Engineering, 1(1), 413-434.
12. Dorum, A. Özkan, Ö. Erdal, M. (2006). Farklı Deprem Bölgeleri Ve Farklı Zemin Sınıflarının. Kaba Yapı Maliyetine Etkisi, 5(1), 12-20.
13. Karagöz, O. (Mart, 2009). Deprem ve Sismotektonik notları. Çanakkale On sekiz Mart Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü Deprem İzleme ve Veri İşlem Laboratuvarı web sayfası, Vol. 1. URL: <http://deivil.comu.edu.tr/>, Son Erişim Tarihi: 07.10.2013.

14. Dirik, K. (2013). Ders Notları. Hacettepe Üniversitesi.
15. Boğazıcı Üniversitesi (2012). Kandilli rasathanesi ve deprem Araştırma Enstitüsü Ulusal deprem izleme Merkezi. İstanbul.
16. T.C Bayındırlık Ve İskân Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Afet Etüt Ve Hasar Tespit Daire Başkanlığı. (2008). Türkiye'de Afetlerin Mekânsal Ve İstatistiksel Dağılımı Afet Bilgileri Envanteri. Ankara: T.C Bayındırlık Ve İskân Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Afet Etüt Ve Hasar Tespit Daire Başkanlığı, 10-45.
17. Ergünay, O. (2006, 18-22 Eylül). Mikro bölgeleme Çalışmaları ve Afet Senaryoları. JICA-İçişleri Bakanlığı Belediye Elemanları için Düzenlenen Zarar Azaltma Eğitimi Kursu, Ankara.
18. T.C Afet ve Acil Durum Yönetimi başkanlığı, Deprem Dairesi Başkanlığının 8 mart Elazığ depremleri değerlendirme raporu, Mayıs 2010
19. T.C başbakanlık afet ve acil durum yönetmenliği başkanlığı, Afet Risk Yönetimi : 1
20. Aşıkoğlu Şahin, Gülay, “kentsel afet risklerine yönelik zarar azaltma stratejilerinin geliştirilmesi” başlıklı doktora tezi. Dokuz eylül üniversitesi fen bilimleri enstitüsü, İzmir, kasım2009
21. Akbulut, M.T. ve Aytuğ, A. (2005). Deprem Hasar görülebilirlik Riskinin Gözleme Dayalı Belirlenmesine Yönelik Öneri Değerlendirme Yaklaşımı. YTÜ Mimarlık Fakültesi e-Dergisi, 1(1), 90-91.
22. Güvel, E.A. (2001). Doğal Afetlerin Politik Ekonomisi. İstanbul Menkul Kıymetler Borsası, 12 (34), 22-23.
23. Neval Genç, F (2007, 5-7 Aralık). Türkiye’de Kentleşme Ve Doğal Afet Riskleri İle İlişkisi. TMMOB Afet Sempozyumu, Ankara.
24. Keleş, R. (Editörler). (2002). Kentleşme Politikası, Ankara: İmge Kitabevi, 32-38.
25. Geray, C. (1977). Türkiye'de Yıkım (Afet) Olayları Karşısında Önlemler ve Örgütlenmeler. Amme İdaresi Dergisi, 4(3), 92-114.
26. Eke, F (1999). 75 Yıllık Cumhuriyetimizde İmar Mimarlık. Mimarlık Odası Dergisi, 2(284), 22-25.
27. Özçep, F. Karabulut, S. Alpaslan, N. Ceyhan, U. ve Gündoğdu, O. (2009, 17 - 19 Ağustos). Deprem Zararlarının Azaltılması İçin Kent / Bölge Planlama Sürecinde - Mikro bölgeleme Çalışmaları İlkeleri. international earthquake Symposium, Avcılar, İstanbul.

28. Ergünay, O. Gülkan, P. ve Güler, H. H. (2008, 14-15 Mayıs). Afet Yönetimi ile ilgili Terimler Açıklamalı Sözlük Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri. İçişleri Bakanlığı Japon Uluslararası İşbirliği Ajansı (JICA), Ankara.
29. Şengezer, B. S. (1999). 13 Mart 1992 Erzincan Depremi Hasar Analizi ve Türkiyede Deprem Sorunu. T.Ü. Mimarlık Fakültesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Üniversite Yayını, 12(32), 15-18.
30. Yomralıoğlu, T. (2000). Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar, Trabzon: Akademik kitabevi. 49-54.
31. Yomralıoğlu, T. (2002). Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar. Trabzon, Türkiye.
32. Uluğ, A. (2009, 8-10 Ocak). Nasıl Bir Afet Yönetimi. TMMOB İzmir Kent Sempozyumu, İzmir.
33. Kadioğlu, M. (2008). Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri.(1). Ankara/Türkiye: JICA Türkiye Ofisi, 67-74.
34. Arca, Deniz, Karaelmas Science and Engineering Journal (Journal home page: <http://fbd.karaelmas.edu.tr>), “Afet Yönetiminde Coğrafi Bilgi Sistemi ve Uzaktan Algılama (Geographic Information System and Remote Sensing in Disaster Management) Bülent Ecevit Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, 67100 Zonguldak
35. Demirci, A. Karakuyu, M. (2004). Afet Yönetiminde Coğrafi Bilgi teknolojilerinin Rolü. Doğu Coğrafya Dergisi, 2(12), 18-21.
36. Dönertaş, A.S. (2006). Afet Yönetimi Kapsamında Güvenli Yerleşim Yerlerinin Tasarımı için Kentsel Tasarım standartlarının Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 10-15, 251-277.
37. Bodur, S. (2007). Planlamada Coğrafi Bilgi Sistemleri Sapanca Gölü ve Çevresi Yerleşilebilirlik Analizi ve Modellemesi Örneği. Gazi Üniversitesi, Şehir ve bölge planlama bölümü, 1(1), 14-16.
38. Özmen Bülent, Murat Nurlu, Hüseyin Güler, Bayındırlık Ve İskân Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Coğrafi Bilgi Sistemi İle Deprem Bölgelerinin İncelenmesi Ağustos, 1997 Ankara
39. Mendoza, G.A. Prabhu, R. (2000). Multicriteria Analysis for Assessing Sustainable Forest Management. Paper presented at the International Conference on Science and Technology, Philippine-American Academy of Science and Engineering (PAASE).
40. LAI, Y. HWANG, C.L. (1994). Fuzzy Multiple Objective Decision Making- Methods and Applications. Springer-Verlag, New York.

41. Yöneylem Araştırması Ve Endüstri Mühendisliği 27. Ulusal Kongresi Bildiriler Kitabı. (2007). Makina Seçimi Problemi İçin TOPSIS, AHP, ELECTRE Ve promethee Yöntemleri İle Karşılaştırmalı Bir Analiz İzmir: Yöneylem Araştırması Ve Endüstri Mühendisliği 27. Ulusal Kongresi Bildiriler Kitabı, 562-567.
42. Alaç, O. (2001). Kantitatif Karar Verme Teknikleri (Yöneylem Araştırması).(5). Bursa/Türkiye: Alfa Kitabevi, 46-60.
43. Cheng, C. H., Yang, K. L. & Hwang, C. L. (1999). Theory and methodology evaluating attack helicopters by AHP based on linguistic variable weight. European Journal of Operational Research, 116 (2), 423-435.
44. Kuruüzüm, A. ve Atsan, N. (2001). Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve İşletmecilik Alanındaki Uygulamaları. Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi, 1(1), 83-105.
45. Mikhailov, L. ve Tsvetinov, P. (2004). Evaluation of Services Using A Fuzzy Analytic Hierarchy Process, Applied Soft Computing, 5(1), 23-33.
46. Çitli, N. (2006). Bulanık Çok Kriterli Karar Verme, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 67-74.
47. Malczewski, J. (2006). GIS-Based Multicriteria Decision Making Analysis: A Survey of the Literature. International Journal of Geographical Information Science, 20(7), 703-726.
48. Balamir, M. Afetler Politikası ve Sakınım Planlaması. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Bülteni, 87-92
49. Tam, D. (2004). Çevre Duyarlı Planlamanın ve Deprem Duyarlı Planlamanın Bütünleştirilmesinin Sağlayacağı Faydalar. Yüksek Şehir Plancısı, 3(1), 67-74.
50. Şengün, Hayriye, Marmara Depremi'nde Bayındırlık Ve İskân Bakanlığı Çalışmaları Ve Hukuksal Sorunlar, Tmmob Afet Sempozyumu 2007
51. Tezcan, S. Gürsoy, M. Kaya, E. (2002). Depremde Can Kaybını Önleme Projesinin Tek Sorumlusu Devlettir. Dünya İnşaat Dergisi, 07(1), 107-111.
52. Yavuz, K. B. (2013). Deprem Duyarlı Planlamada Coğrafi Bilgi Sistemleri Odaklı Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Uygulanması: Yalova Kent Merkezi Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 20-45.
53. Elazığ 1. Ekonomi Kurultayı, İl Planlama ve Koordinasyon Müdürlüğü, Fırat Üniv. Basımevi, Elazığ, 2001
54. Susmaz, Hilal, Elazığ Uygulama İmar Planlarının Tarihsel Gelişim Sürecinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Eğitimi Ana Bilim Dalı, 2010

55. Palutoğlu, Mahmut Ve Tanyolu, Erkan “Elazığ İl Merkezi Yerleşim Alanının Depremselliği” Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Elazığ, Fırat Üniv. Fen Ve Müh. Bil. Dergisi, 18 (4), 577–588, 2006
56. Palutoğlu, M. (2005). Elazığ İl Merkezi Yerleşim Alanının Depremselliği, Yüksek Lisans Tezi, T.C Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 30-57.
57. Yalçinkaya, E. (2002). Zemin özelliklerinin deprem yer hareketine etkisi: 1 Ekim 1995 Dinar ve 27 Haziran 1998 Adana-Ceyhan depremi örnekleri, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 24-45.
58. Ö. Üstündağ, “Elazığ İlinde Genel Arazi Kullanımının Yükselti Kuşaklarına Göre Değişimi”, Tmmob Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi 2009 02-06 Kasım 2009, İzmir Fırat Üniversitesi Sivrice M.Y. O. Harita-Kadastro Programı, 23119 Elazığ. Oustundag@Firat.Edu.Tr
59. Elazığ nazım imar planı (2003), Modül planlama
60. Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümü ŞBP 361-362 /B-2013-2014 Elazığ Atölyesi, Hane halkı Anket Verileri esas alınmış ve graflar da ona göre hazırlanmıştır.
61. 1/5000 Ölçekli Elazığ Nazım İmar Planı Açıklama Raporu. 2015 (modül planlama, Ahmad kaya, modül planlama)
62. Demirel Y, Ağustos 2007, Tarık TAHİROĞLU’NUN Hatıralarıyla Elazığ’dan Elazığ’a. Manas Yayıncılık.
63. Aktaş, R., Kısa T., Doğanay, M., Tarım, A., 2001, Karar Analizleri, KHO Basımevi, Ankara.
64. Boore, D.M. (2006, 20 - 21 Şubat). Review. Third International Symposium on the Effects of Surface Geology on Seismic Motion Grenoble. Determining Subsurface Shear-Wave Velocities, France.
65. Alper Kıyak, Hatice Ergüven, Can Karavul, “Zemin Sınıflamasında Bulanık Mantık Uygulaması (Soil Classification An Application With Fuzzy Logic Systems) international Earthquake symposium, Kocaeli, 2007
66. Keçeli, A. (2010). Sismik Yöntem İle Zemin Taşıma Kapasitesi Ve Oturmasının Saptanması. Uygulamalı Yerbilimleri, 23(1), 23-43.
67. Ercan, A. (2001). Yer Araştırma Yöntemleri, Bilgiler Kurallar. Ankara: TMMOB Jeofizik Müh. Odası Yayını, 78-92.
68. Kanai, K. (1983). Engineering Seismology. IIESEE Lecture Note, IEES Japan.

69. Yalçinkaya, E. (2010). Zemin Neden Bu Kadar Önemli. Jeofizik Bülteni.
70. İYİSAN, Recep, M. Emre HAŞAL, “Zemin büyütmesi ve yerel koşulların spektral ivmeye etkisi”, İTÜDERGİSİ, Cilt 10, Sayı 4, 2011)
71. Demir, M. (2007). Adapazarı Bölgesi Zemin Büyütme Faktörünün İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 68-80.
72. Midorikawa, S. (1987). Prediction of Iseismic Map in the Kanto Plain due to Hypothetical Earthquake. Journal of Structural Engineering, 33(2), 38-43.
73. Tüdes, Ş. (2001). Gümüşhane Kenti ve Yakın Çevresinin Yerleşime Uygunluk Açısından Araştırılması, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye, 181-186.
74. Gülenç, İ. F., Bilgin, G. A. (2010). Yatırım Kararları İçin Bir Model Önerisi: AHP Yöntemi. Kocaeli Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi dergisi.
75. T.C Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, <https://www.afad.gov.tr/TR/Index.aspx>

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : FARAJI, Ramin
Uyruğu : IRAN
Doğum tarihi ve yeri : 05.07.1989, Malekan – Iran
Medeni hali : Bekâr
Telefon : 0 [536] 871 55 06
e-mail : ramın.farajı22@yahoo.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet
Lisans	Tabriz Üniversitesi/Coğrafya ve şehir planlama bölümü	2011
Lise	Amir Kabir Lisesi	2006

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

-

Hobiler

Bilgisayar teknolojileri, Harita çizim programları (Autocad, CBS), Yüzme, Football



GAZİ GELECEKTİR..