

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TAŞIMA GÜCÜ ZAYIF OLAN ZEMİNLERDEKİ
BİNALARIN DEPREM RİSK ANALİZİ
(ELAZIĞ ÖRNEĞİ)**

Yaşar GÜLERYÜZ

Tez Yöneticisi:
Yrd. Doç. Dr. Ömer KELEŞOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ
YAPI EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

ELAZIĞ, 2008

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TAŞIMA GÜCÜ ZAYIF OLAN ZEMİNLERDEKİ
BİNALARIN DEPREM RİSK ANALİZİ
(ELAZIĞ ÖRNEĞİ)**

Yaşar GÜLERYÜZ

Yüksek Lisans Tezi
Yapı Eğitimi Anabilim Dalı

Bu tez, tarihinde aşağıda belirtilen jüri tarafından oybirliği /oyçokluğu ile başarılı / başarısız olarak değerlendirilmiştir.

Danışman:

Üye:

Üye:

Üye:

Üye:

Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../..... tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

ÖNSÖZ

Deprem gibi afetlere karşı hazırlıklı olma, can ve mal kaybını en aza indirme gayretleri insani boyutları sebebiyle küresel niteliktedir. Bu çalışmaların ilk örnekleri son 15–20 yılda zengin ve çok gelişmiş ülkelerde gerçekleştirilmiş ve bu konularda uluslararası bilgi birikimi önemli bir düzeye ulaşmıştır. Ülkemizde yürütülmesi gereken çalışmalar ulusal zorunluluğumuz olmakla birlikte bu çalışmalarda belli bir sistematığın sağlanabilmesi ve denetim mekanizmasının oluşturulabilmesi için uluslararası kabul edilmiş sistematik esas alınmalıdır. Depreme hazırlık çalışmalarının ve deprem sonrası acil yardım çalışmalarının hukuki, tıbbi, sosyolojik, fiziksel, mali ve benzeri çok çeşitli boyutları olmakla birlikte, depremde can kaybı ve hasarın çoğu mühendislik hizmetlerinin yetersizliğinden kaynaklanmaktadır

Türkiye'nin aktif deprem kuşağı üzerinde bulunmasından dolayı yapıların depreme karşı dayanımlarının güçlendirilmesi, hasar düzeyinin en aza indirilmesi, ekonomik ve sosyal alandaki kayıpların minimum düzeyde olması yolunda içinde bulunduğumuz durumdan kurtulup bu sorunlara çözüm üretmek; gelecek nesillerin daha huzurlu ve güvenilir bir ortamda yaşamaları için büyük bir atılımın yapılması gereği ortaya çıkmıştır.

Bu araştırmayla; “Taşıma gücü zayıf olan zeminlerdeki binaların deprem risk analizi (Elazığ İli Örneği) “ tespit edilmeye çalışılmıştır. Araştırmaya birçok kişinin eleştirileri ve katkıları olmuştur. Başta bilgi, tecrübe, destek ve yönlendirmelerinden yararlandığım, istatistiksel işlemlerin yapılmasında yardımlarını esirgemeyen danışmanım Yrd. Doç. Dr. Ömer KELEŞOĞLU' na şükranlarımı sunarım.

Ayrıca, anketin uygulanmasında her türlü desteği sağlayan Elazığ İl Valiliği'ne, teknik bilgiye sahip uzman anketörlere teşekkürlerimi sunarım.

Yaşar GÜLERYÜZ
Elazığ, Eylül–2008

İÇİNDEKİLER

Değerlendirme Kurulu Üyeleri

Özet

Abstract

Önsöz

İçindekiler

Tablolar Listesi

Şekiller Listesi

Ekler Listesi

1. GİRİŞ	1
2. ARAŞTIRMANIN İÇERİĞİ	3
2.1. Araştırmanın Amacı	3
2.2. Araştırmanın Önemi	3
2.3. Sayıtlılar	3
2.4. Sınırlılıklar	3
3. İLGİLİ LİTERATÜRÜN İNCELENMESİ	4
4. DEPREMLE İLGİLİ TEKNİK BİLGİLER	5
4.1. Önem	5
4.2. Tanım	5
4.3. Deprem Parametreleri	5
4.3.1. Odak Noktası (Hiposantr)	6
4.3.2. Dış merkez (Episantr)	6
4.3.3. Odak Derinliği	6
4.3.4. Eş Şiddet (İzoseit) Eğrileri	6
4.3.5. Şiddet	7
4.4. Yapı - Zemin Etkileşimi	8
4.5. Deprem Etkisi Altında Yapıların Davranışı	10
4.5.1. Depremlerde Meydana Gelen Yapı Hasarlarının İnşaat Mühendisliği Açısından Değerlendirilmesi	10
4.5.2. Zemin Koşulları	10

4.6. Taşıyıcı Sistemlerin Düzenlenmesi	11
4.6.1. Taşıyıcı Sistemin Rijitliği ve Sürekliliği	11
4.6.2. Yumuşak Kat	12
4.6.3. Kuvvetli Kiriş-Zayıf Kolonlar (Kolon Kırılma Mekanizması)	12
4.6.4. Kısa Kolon Davranışı	12
4.6.5. Bitişik Nizam Yapılar	13
4.6.6. Malzeme Mukavemetinin ve İşçilik Düzeyinin Düşük Olması	13
4.6.7. Konstrüktif Ayrıntılara Dikkat Edilmemiş Olması	13
4.6.8. Yönetmelik Kurallarına Uymayan Statik ve Betonarme Hesaplarının Yeterli Olmaması	14
5. ELAZIĞ İL MERKEZİ YERLEŞİM ALANININ DEPREMSELLİĞİ	15
5.1. Genel Jeoloji	15
5.1.1. Stratigrafi	15
5.1.2. Keban Metamorfikleri (Permo–Triyas; PzMzk)	15
5.1.3. Elazığ Mağmatikleri (Senoniyen; Ke1, Ke2)	16
5.1.4. Harami Formasyonu (Üst Maestrihtiyen; Kh)	18
5.1.5. Kırkeçit Formasyonu (Orta Eosen–Üst Oligosen; Tk1, Tk2, Tk3)	18
5.1.6. Karabakır Formasyonu (Üst Miyosen–Alt Pliyosen; Tkb1, Tkb2, Tkb3)	19
5.1.7. Alüvyonlar (Pleyistosen; Qal1, Qal2, Qal3)	20
5.2. Yapısal Jeoloji	20
5.2.1. Uyumsuzluklar	21
5.2.2. Kıvrımlı Yapılar	21
5.2.3. Kırıklı Yapılar	21
5.3. Faylar	21
5.3.1. Elazığ Fayı	22
5.3.2. Palu–Sincik Fay Zonu	23
5.4. Tektonik Yorum	23
5.4.1. Jeoteknik İnceleme	24
5.4.2. S-Dalgasına Göre Zemin Sıvılaşması Bölgelendirmesi	24

6. ELAZIĞ İL MERKEZİNDE İNŞA EDİLEN BİNALARIN DEPREM RİSK ANALİZİ	26
6.1. Risk Durumu	26
6.2. Elazığ Bölgesi Deprem Risk Bilgilerini Oluşturma Çalışmaları Kapsamı	26
6.3. Yapıya Yönelik Olan Çalışmalar	27
7. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ	29
7.1. Araştırmanın Modeli	29
7.2. Evren ve Örneklem	29
7.3. Veri Toplama Araçları	29
7.4. Verilerin Toplanması	30
7.5. Verilerin Çözümlemesi ve Yorumlanması	30
8. BULGULAR VE YORUM	31
8.1. Binaların Genel Yapısına İlişkin Bulgular ve Yorumlar	31
8.1.1. Binaların İnşa Edildiği Yerin Zemin Yapısına İlişkin Bulgular	31
8.1.2. Binaların Yaşına İlişkin Bulgular	32
8.1.3. Binaların Taşıyıcı Sistemine İlişkin Bulgular	32
8.1.4. Binaların Bodrum Katının Olup Olmadığına ve Rutubet Sorununa İlişkin Bulgular	33
8.1.5. Binaların Kat Sayısına (Zemin kat Dahil) İlişkin Bulgular	34
8.1.6. Binaların Zemin Katının Geometrisine İlişkin Bulgular	34
8.1.7. Binalarda Yapılan Çıkımların Yapısına İlişkin Bulgular	35
8.1.8. Binaların İç ve Dış Yapısında Yapılan Değişikliklere İlişkin Bulgular	36
8.1.9. Binaların Kullanım Amacına İlişkin Bulgular	37
8.1.10. Binalarda Yapılan Tamiratlara İlişkin Bulgular	37
8.1.11 Binalarda Daha Önce Mevcut Bulunan Hasar ya da Çatlakların Neler Olduğuna İlişkin Bulgular	38
8.1.12. Binaların Geometrik Şekli ve Plan Şemasına İlişkin Bulgular	39
8.2. Puanlama Sistemine Göre Deprem Risk Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi	40
8.2.1. Deprem Risk Durumlarını Belirlemeye Yönelik Esas Alınan Puan Aralıkları	40
8.2.2. Araştırmaya Konu Olan Mahalleler Açısından Deprem Risk Analizi	40

8.2.3. Hicret Mahallesinde İncelenen Binaların Deprem Risk Analizine İlişkin Bulgular	41
8.2.4. Kültür Mahallesinde İncelenen Binaların Deprem Risk Analizine İlişkin Bulgular	41
8.2.5. Mustafapaşa Mahallesinde İncelenen Binaların Deprem Risk Analizine İlişkin Bulgular	42
8.2.6. Nailbey Mahallesinde İncelenen Binaların Deprem Risk Analizine İlişkin Bulgular	43
8.2.7. Olgunlar Mahallesinde İncelenen Binaların Deprem Risk Analizine İlişkin Bulgular	43
8.2.8. Sanayi Mahallesinde İncelenen Binaların Deprem Risk Analizine İlişkin Bulgular	44
8.2.9. Sarayatık Mahallesinde İncelenen Binaların Deprem Risk Analizine İlişkin Bulgular	45
8.2.10. Sürsürü Mahallesinde İncelenen Binaların Deprem Risk Analizine İlişkin Bulgular	45
8.2.11. Araştırmaya Konu Olan Mahallelerde İncelenen Binaların Deprem Risk Analizine İlişkin Risk Grupları Açısından Elde Edilen Bulgular	46
9. SONUÇ VE ÖNERİLER	48
KAYNAKLAR	53
ÖZGEÇMİŞ	56
EKLER	57

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 8.1. Binaların İnşa Edildiği Yerin Zemin Yapısına İlişkin Bulgular	31
Tablo 8.2. Binaların Yaşına İlişkin Bulgular	32
Tablo 8.3. Binaların Taşıyıcı Sistemine İlişkin Bulgular	32
Tablo 8.4. Binaların Bodrum Katının Olup Olmadığına ve Rutubet Sorununa İlişkin Bulgular	33
Tablo 8.5. Binaların Kat Sayısına (Zemin kat Dahil) İlişkin Bulgular	34
Tablo 8.6. Binaların Zemin Katının Geometrisine İlişkin Bulgular	34
Tablo 8.7. Binalarda Yapılan Çıkmaların Yapısına İlişkin Bulgular	35
Tablo 8.8. Binaların İç ve Dış Yapısında Yapılan Değişikliklere İlişkin Bulgular	36
Tablo 8.9. Binaların Kullanım Amacına İlişkin Bulgular	37
Tablo 8.10. Binalarda Yapılan Tamiratlara İlişkin Bulgular	37
Tablo 8.11. Binalarda Daha Önce Mevcut Bulunan Hasar ya da Çatlakların Neler Olduğuna İlişkin Bulgular	38
Tablo 8.12. Binaların Geometrik Şekli ve Plan Şemasına İlişkin Bulgular	39
Tablo 8.13. Deprem Risk Durumlarını Belirlemeye Yönelik Esas Alınan Puan Aralıkları	40
Tablo 8.14. Araştırmaya konu olan mahallelerin deprem risk durumlarını gösteren puan aralıkları ve bina sayıları	46

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 5.1. İnceleme alanının genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti	17
Şekil 5.2. Elazığ ve çevresine ait tektonik harita (Perinçek vd, 1987'den değiştirilerek alınmıştır.	23
Şekil 5.3. Elazığ yakın çevresinde belirlenen tektonik yapıların deformasyon elipsoidinde genel konumları (a) ve laboratuvar deneylerinde aynı koşullarda oluşması beklenen tektonik yapılar (b).	24
Şekil 8.1. Araştırmaya konu olan mahallelerde incelenen binaların sayısı ve yüzdelik dilimleri	40
Şekil 8.2. Hicret mahallesinin deprem riskini gösteren puan aralığı	41
Şekil 8.3. Kültür mahallesinin deprem riskini gösteren puan aralığı	41
Şekil 8.4. Mustafapaşa mahallesinin deprem riskini gösteren puan aralığı	42
Şekil 8.5. Nailbey mahallesinin deprem riskini gösteren puan aralığı	43
Şekil 8.6. Olgunlar mahallesinin deprem riskini gösteren puan aralığı	43
Şekil 8.7. Sanayi mahallesinin deprem riskini gösteren puan aralığı	44
Şekil 8.8. Sarayatık mahallesinin deprem riskini gösteren puan aralığı	45
Şekil 8.9. Sürsürü mahallesinin deprem riskini gösteren puan aralığı	45
Şekil 8.10. Puan aralığına göre mahallelerin deprem risk durumları	47

Kısaltmalar

DAF:	Doğu Anadolu Fayı
KB:	Kuzey Batı
KD:	Kuzey Doğu
GD:	Güney Doğu
GB:	Güney Batı

EKLER LİSTESİ

Ek 1: Anket Uygulaması Sonucunda Elde Edilen Verilerin Tablosal ve Şekilsel Gösterimi	57
Ek 2: Fırat Üniversitesi Rektörlüğünden anket izni için yazılan yazı	64
Ek 3: Anket Formu Örneği	66

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TAŞIMA GÜCÜ ZAYIF OLAN ZEMİNLERDEKİ BİNALARIN DEPREM RİSK ANALİZİ (ELAZIĞ ÖRNEĞİ)

Yaşar GÜLERYÜZ

Fırat Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Yapı Eğitimi Anabilim Dalı

2008, Sayfa : 67

Depremlerin can ve mal kaybına yol açan zarar verici etkilerini en aza indirebilme amacıyla, şehirleşmiş bölgelerde durum tespit ve hasar görülebilirlik çalışmalarının yapılması önemli bir gerekliliktir. Bölgenin jeolojik ve zemin alt yapısının statik ve dinamik davranışının tanımlandığı mikro bölgeleme çalışmalarından sonraki aşamada mevcut yapı stokunun tüm boyutsal ve yapısal özellikleri ile envanteri ve deprem yükleri altındaki davranışlarının analizini içeren deprem risk analizleri yapılmalıdır. Bu tez kapsamında farklı aşamalarda yapılan kapsamlı çalışmalar ile ilin sismik mikro bölgelemesi yapılmış ve il sınırları içinde bulunan 735 binaya teker teker gidilerek yapısal özellikler tespit edilmiş, her bina için binaya ait özel rapor tanzim edilmiş ve ayrıca binaların tümü deprem risk analizi metodolojisi çerçevesinde birbirleri ile kıyaslanarak güvenlik seviyeleri göreceli olarak değerlendirilmiştir.

Bu tez çalışmasında Elazığ il merkezinde bulunan zemini yumuşak topraktan oluşan mahallerdeki binaların deprem risk analizi için bir anket yapılmıştır. Sekiz mahalleden oluşan anket çalışması teknik bilgilere sahip anketörler tarafından doldurulmuştur. Araştırmadan elde edilen önemli bulgular; Elazığ da 2007 yılında meydana gelen depremlerin etkisinden de anlaşılacağı üzere kentteki çarpık yapılaşma ve zemin özellikleri de dikkate alınıp değerlendirildiğinde deprem karşısında kentteki binaların deprem riski altında oldukları tespit edilmiştir. Bunun yanında binaların deprem karşısındaki yıkılma tehlikesi altında bulunması; zemin özellikleri, yeterli denetimin yapılmaması gibi sebeplerin varlığı oluşturmaktadır.

Araştırma, Elazığ ili ve çevresinde son yıllarda meydana gelen depremlerin sonuçları dikkate alınarak, elde edilen verilerden yola çıkılarak ilin deprem risk analiz durumu ile ilgili değerlendirmeyi içermektedir.

Anahtar Kelimeler: Deprem, Yapı Hasarları, Risk Analizi

ABSTRACT

Master of Science Thesis

EARTHQUAKE RISK ANALYSIS OF BUILDINGS THAT LOOSE GROUND'S BEARING CAPACITY (FOR INSTANCE ELAZIĞ)

Yaşar GÜLERYÜZ

Firat University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Construction Education

2008, Page : 67

Hazard assessment and risk evaluation projects are required to be carried out in the context of earthquake preparedness and hazard mitigation studies in the earthquake prone areas. The work done in the scope of these studies constitute the steps of 1) site safety evaluation and microzonation 2) structural risk analysis taking into account soil-structure interaction. A detailed inventory of the buildings in terms of age of the buildings, structural types, structural and material properties, etc. is made at this stage leading to evaluation of seismic damageability. As this thesis with phase studies which done different steps of the county's seismic microzonation had done and 735 building at cour had gone one by one, structure interaction had fixed for every building private report had created and all of the buildings had syllogized themselves as earth quake risk analysis metodology. So their security levels had seen as comperatively.

At this thesis work an inquiry had done about buildings earthquake risk analysis in Elazığ city flabby soiled parish, inquiry formed eight parish, had filled by pollsters had technical knowledge. Important discoveries from research; when Elazığ's earthquakes at 2007 evaluated and soil features had demonstrated county's buildings's earthquake risk buildings's downfalling reasons are; soil features, poorly audit ...etc.

Research includes about Elazığ county's eartquake risk analysis status as Elazığ county's and near countries's earthquake resulth.

Keywords : Earthquake, Structure Hazards, Risk Analysis

1. GİRİŞ

Depremlerin çoğu yerkabuğundaki deformasyonlardan olup, tektonik kaynaklıdır. Günümüz teknolojisinde tektonik hareketler plaka tektoniği ile açıklanmaya çalışılmakta olup, bu depremler fay hatları boyunca oluşan kaymalar ile aktive olmaktadır. Türkiye, jeolojik konumu dolayısıyla dünyada en sık deprem oluş periyoduna sahip, deprem riski yüksek ülkelerden biridir. Türkiye Alp-Himalaya deprem kuşağının üzerinde, en aktif bölgesinde ve depremselliğin en karmaşık olduğu kesimde yer almaktadır. Günümüze kadar yapılan çalışmalarda bu karmaşıklık çözülmeye, riskler belirlenmeye çalışılmıştır [1, 2, 3, 4].

Doğu Anadolu Bölgesindeki sismik zonlu çok eski zamanlardan beri aktif bir sismisiteye sahiptir. Bu bölgede ve her yerde gelecekte meydana gelebilecek depremler belirsizlikler içinde olup, ancak geçmiş yıllarda oluşmuş deprem parametrelerinin ihtimal hesapları ile analiz edilmesi ile, tahminler yapılabilmektedir. Bu konuda birçok çalışmada literatürde yer almaktadır. Ancak zeminlerin ve yapıların dinamik yüklere responsunda ve zemin-yapı etkileşim modunda belirsizlikler hala mevcudiyetlerini korumaktadır. Bu güçlüğe rağmen olasılık hesapları ile bazı yaklaşımlarda bulunmak mümkündür. Bu çalışmada Elazığ ili ve çevresinde son yüzyılda meydana gelen depremlerin tarihsel gelişimi incelenmiş, elde edilen verilerden yola çıkılarak bölgenin deprem risk analizi yapılmıştır. Ayrıca Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası' nın değişimi ile birlikte bölgede yer alan mevcut yapıların deprem riski de irdelenmiştir.

Doğu Anadolu Fay Sistemi içinde kalan Elazığ İl Merkezi yerleşim alanı, 1834 yılında iskân edilmeye başlanmış ve 2008 yılı itibariyle 296.478 kişi yaşamaktadır. Son 20 yıl içerisinde Elazığ ilinde yeni imara açılan bölgelerde yapılaşma hız kazanmıştır. Bu yapılaşma ile birlikte inşa edilen yapıların depreme karşı dayanımları önemli yer tutmaktadır. Ancak yerleşim alanının depremselliğini ortaya koyacak yeterli jeolojik ve jeofizik çalışmalar bugüne kadar yapılmamıştır. Yerleşim alanının 1/5.000 ölçekli jeolojik harita ve kesitleri ile zemin sınıflama haritasının yapılması, zemini oluşturan kaya birimlerinin depremin meydana getirdiği dalgaların hareketlerinin belirlenmesi, özetle bölgenin deprem riskinin ortaya konulması açısından önemlidir.

Elazığ ilinin toprakları 1. ve 2. derece deprem bölgeleri üzerinde, şehir merkezi ise 2. derece deprem bölgesi üzerinde yer almaktadır. Doğu Anadolu Fay Kuşağı, Elazığ il sınırları içerisinde geçmektedir. Bu kuşak, kuzeydoğuda Karlıova ilçesi yakın doğusundan başlar ve güneybatıya doğru başlıca Bingöl, Palu, Sivrice, Sincek, Erkenek ve Gölbaşı gibi yerleşim alanlarını geçerek Türkoğlu'na değin uzanır. Tarihi yakın zaman 1971 Bingöl, 1977 Palu ve 1986 Sürgü depremleri, Doğu Anadolu Fay Kuşağı'nın aktif olduğunu göstermektedir.

Yapılan jeolojik çalışmalar sonucunda Elazığ fayı olarak adlandırılan fay yerleşim alanında yaklaşık Doğu–Batı doğrultusunda uzanmaktadır. Elazığ il merkezi yerleşim alanında bulunan bu fay Abdullahpaşa Mahallesi-Cumhuriyet Mahallesi-Fırat Üniversitesi kampüsü-İzzetpaşa Mahallesi-Ulukent Mahallesi-Doğukent Mahallesi güzergâhından geçmektedir. Fayın devamı batıda Harput Koleji’nin yakın kuzeyinden, Bilgem Koleji alanından, Hilalkent üzerinden geçerek Elazığ–Malatya Karayolu’nun yakın kuzeyinde yola yaklaşık paralel uzanmaktadır.

Elazığ ilinde taşıma gücü zayıf olan zeminler üzerinde inşa edilen binaların deprem risk analizini tespit etmeye yönelik olan bu araştırmada, yeni imara açılmış yerleşim alanlarının yer aldığı Hicret, Kültür, Mustafapaşa, Nailbey, Olgunlar, Sanayi, Sarayatık ve Sürsürü Mahalleleri seçilmiş ve deprem risk analiz anketi toplam 735 binaya İTÜ Mezunları Derneği Bursa Şubesi’nin mimar, inşaat, jeoloji ve harita mühendislerinden oluşan uzman ekibi tarafından hazırlanan “Deprem Yapı Riski Testi” teknik bilgilere sahip anketörler ile birlikte uygulanmıştır [5]. Deprem risk analiz anketi sonucunda elde edilen verilerden yola çıkılarak binaların genel yapısı, inşa edildikleri zemin özellikleri, taşıyıcı sistemi, binalara yapılan müdahaleler hakkında bilgiler toplanmıştır. Elde edilen veriler SPSS for Windows 16.0 paket programında değerlendirilerek sonuçlar şekil ve tablolarla ifade edilmiştir. Ayrıca binaların deprem risk durumları belirlemeye yönelik risk puan aralıklarına göre değerlendirmeler yapılmıştır. Binaların üzerinde inşa edildiği zemin özellikleri, binaların yaşı, taşıyıcı sistemi, yapılan müdahaleler ve onarım gibi parametreler esas alınarak mevcut yapıların deprem risk analizleri yapılmıştır. Yapılan değerlendirmeler doğrultusunda binaların depreme karşı dayanımlarını tahmin etmek ve deprem risklerini minimum etmeye yönelik öneriler sunulmuştur.

Ayrıca binaların deprem risk durumlarını belirlemeye yönelik puanlama sistemi kullanılarak da risk analizleri yapılmıştır. Puanlama sistemi ise kullanılan parametrelerin deprem riski açısından önemi dikkate alınarak geliştirilmiş ve parametrelerin deprem açısından risk durumuna göre puanlandırılarak EK-3’de örneği gösterilmiştir. Elazığ il merkezindeki binaların deprem risk durumları tespit edilmeye çalışılmış ve binaların risk durumları için yaklaşık sonuçlar elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlardan hareketle yeni imara açılan mahallelerin risk durumları ortaya konularak mühendislerin, mimarların ve yetkili organların binaların ve bölgenin depreme karşı dayanımlarını artırmak açısından yapmaları gereken çalışmalar hakkında önemli bilgiler sunulmuştur.

2. ARAŞTIRMANIN İÇERİĞİ

2.1. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı; Taşıma Gücü Zayıf Olan Zeminlerdeki Binaların Deprem Risk Analizi'ni (Elazığ Örneği) belirlemeye yönelik bir çalışmadır.

Bu genel amaç doğrultusunda aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır:

1. Aktif fay hattı üzerinde bulunan Elazığ il merkezinde inşa edilen binaların depreme karşı dayanımları nasıldır?
2. Yapı-Zemin arasında nasıl bir ilişki vardır?
3. Deprem mühendisliği ve mimari açıdan Elazığ ilinde mevcut bulunan binaların genel yapısı nasıldır?
4. Elazığ ilinin zemin özellikleri nelerdir ve zemin yapısı göz önünde tutulduğunda yerleşim alanında inşa edilen binaların depreme karşı risk durumları nasıldır?

2.2. Araştırmanın Önemi

Böyle bir araştırmanın Türkiye genelinde aynı zemin özelliklerine sahip bölgeler için ihtiyaç duyulduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte, Elazığ ili ile başlanan bu çalışmanın bilgi verme yanında, ön araştırma niteliği taşıyarak daha sonra aynı zemin özelliklerine sahip bölgeler için yaygınlaştırılabileceği tahmin edilmektedir. Bu açılardan araştırma ile toplanan veriler ışığında mimari ve mühendislik açısından yapıların depreme karşı risk durumlarını minimuma indirmeye yönelik bilgi vermesi, alınacak tedbirler ve yapıların yapım aşamasında dikkat edilecek hususların neler olduğu hakkında yetkili mercilerin alacağı kararlarda yardımcı olacağı düşünülmektedir.

2.3. Sayıtlılar

1. Bina Deprem Risk Analiz Anketi ile edinilen bilgiler, bina kusurlarının yerinde tespit edilmesi açısından bina hakkında genel yapı ve bilgileri yansıtmaktadır.
2. Veri toplama aracı araştırmanın amacının gerçekleştirilmesi için yeterlidir.

2.4. Sınırlılıklar

1. Araştırma, Elazığ il merkezinde inşa edilen binaların sayısı ile sınırlıdır.
2. Bu çalışmada kullanılan veri toplama materyalini Elazığ ili merkezinde mevcut bulunan bütün yapılara uygulamak açısından kısıtlıdır.

3. İLGİLİ LİTERATÜRÜN İNCELENMESİ

Dünyanın Litosfer (taşküre) denilen en dış kısmı yekpare olmayıp altı adet büyük ve bir küçük parçadan meydana gelir. “Plaka” adı verilen bu yerkabuğu parçalarının bazıları karasal, bazıları da denizsel kökenli kayalardan oluşur. Taşkürenin kalınlığı her yerde 70-100 km gibi kalınlıklara ulaşır. Ortalama kalınlık ise yaklaşık 35 km civarındadır. Plakalar vizkoz (yarı akışkan) özellikteki “Astenosfer = Üst Manto” üzerinde yüzmekte ve yılda birkaç mm hızla hareket etmektedirler. Bilhassa birbirine karşı yakınsamalı hareketli plaka sınırlarındaki sıkışmalar nedeniyle bu plakalardan önce bir miktar kıvrılmalar, sonra da kırılmalar meydana gelir. “Fay” denilen bu büyük ölçekli yerkabuğu kırılmaları sırasında “deprem” dediğimiz yer sarsıntıları oluşur. Yakınsamalı plaka sınırları ve fay kuşakları, plakaların hareketleri nedeniyle sürekli aktif bölgelerdir ve bu kısımda depremler sıklıkla görülür.

Yurdumuz dünyanın önemli deprem kuşaklarından biri üzerinde yer almaktadır ve ülkenin % 80’inden fazlası deprem riski taşımaktadır. Orta ve şiddetli depremler geçmişte ve günümüzde yaşandığı gibi, gelecekte de yaşanması beklenmelidir. 17 Ağustos 1999 tarihinde meydana gelen 7,4 şiddetindeki Marmara depremi yerleşim alanında oluşan yüzyılın en şiddetli depremlerinden biridir. Bina hasarı dolgu ve bataklık zeminlerin üzerinde inşa edilmesinin ve binaların uygun projelendirilmemesi ile yapım kalitesinin düşüklüğünün önemli bir yeri vardır. Nitekim aynı bölgede sağlam zeminler üzerinde inşa edilen ve yapım kalitesi iyi olan binaların hasarsız ve az hasarlı depremi atlattıkları görülmüştür.

Elazığ il merkezinde imara yeni açılan bölgelerde inşa edilen binaların deprem risk analizini belirlemeye yönelik olan bu çalışmada; binalara uygulanan deprem risk analiz test anketi; İTÜ Mezunları Derneği Bursa Şubesi’nin mimar, inşaat, jeoloji, jeofizik ve harita mühendislerinden oluşan uzman ekip tarafından hazırlanmış olup, bu anket birçok çalışmada kullanılmıştır [36]. Marmara depreminden sonra binaların depreme karşı risk durumlarını belirlemeye yönelik olarak “Deprem Yapı Riski Testi” nin uygulanabilir olduğu belirtilmiştir [37].

4. DEPREMLE İLGİLİ TEKNİK BİLGİLER

4.1. Önem

Dünyanın oluşumundan beri, sismik yönden aktif bulunan bölgelerde depremlerin ardışık olarak oluştuğu ve sonucunda da milyonlarca insanın ve barınakların yok olduğu bilinmektedir. Bilindiği gibi yurdumuz dünyanın en etkin deprem kuşaklarından birinin üzerinde bulunmaktadır..

Deprem Bölgeleri Haritası'na göre, yurdumuzun % 92'sinin deprem bölgeleri içerisinde olduğu, nüfusumuzun % 95'sinin deprem tehlikesi altında yaşadığı ve ayrıca büyük sanayi merkezlerinin % 98'i, barajlarımızın % 93'ünün deprem bölgesinde bulunduğu bilinmektedir. Son 58 yıl içerisinde depremlerden, 58.202 vatandaşımız hayatını kaybetmiş, 122.096 kişi yaralanmış ve yaklaşık olarak 411.465 bina yıkılmış veya ağır hasar görmüştür. Sonuç olarak denilebilir ki, depremlerden her yıl ortalama 1.003 vatandaşımız ölmekte ve 7.094 bina yıkılmaktadır.

4.2. Tanım

- Yerkabuğu içindeki kırılmalar nedeniyle ani olarak ortaya çıkan titreşimlerin dalgalar halinde yayılarak geçtikleri ortamları ve yer yüzeyini sarsma olayına “*deprem*” denir.
- Deprem, insanın hareketsiz kabul ettiği ve güvenle ayağını bastığı toprağın da oynayacağı ve üzerinde bulunan tüm yapıların da hasar görüp, can kaybına uğrayacak şekilde yıkılabileceklerini gösteren bir doğa olayıdır.
- Depremin nasıl oluştuğunu, deprem dalgalarının yeryuvarı içinde ne şekilde yayıldıklarını, ölçü aletleri ve yöntemlerini, kayıtların değerlendirilmesini ve deprem ile ilgili diğer konuları inceleyen bilim dalına “*sismoloji*” denir.

4.3. Deprem Parametreleri

Herhangi bir deprem oluştuğunda, bu depremin tarif edilmesi için “*deprem parametreleri*” olarak tanımlanan kavramlardan söz edilmektedir. Aşağıda kısaca bu parametrelerin açıklaması yapılacaktır.

4.3.1. Odak Noktası (Hiposantr)

Odak noktası, yerin içinde deprem enerjisinin ortaya çıktığı bir noktadır. Bu noktaya odak noktası veya iç merkez de denir. Gerçekte, enerjisinin ortaya çıktığı bir nokta olmayıp bir alandır, fakat pratik uygulamalarda nokta olarak kabul edilmektedir.

4.3.2. Dış merkez (Episantr)

Odak noktasına en yakın olan yer üzerindeki noktadır. Bu nokta aynı zamanda depremin en çok hasar yaptığı veya en kuvvetli hissedildiği noktadır. Aslında bu, bir noktadan çok bir alandır. Depremin dış merkez alanı depremin şiddetine bağlı olarak çeşitli büyüklüklerde olabilir. Bazen büyük bir depremin odak noktasının boyutları yüzlerce kilometreyle de belirlenebilir. Bu nedenle “*episantr bölgesi*” ya da “*episantr alanı*” olarak tanımlama yapılması gerçeğe daha yakın bir tanımlama olacaktır.

4.3.3. Odak Derinliği

Depremde enerjinin açığa çıktığı noktanın yeryüzünden en kısa uzaklığı, depremin odak derinliği olarak adlandırılır. Depremler odak derinliklerine göre sınıflandırılabilir. Bu sınıflandırma tektonik depremler için geçerlidir. Yerin 0–60 km. derinliğinde olan depremler sığ deprem olarak nitelenir. Yerin 70 – 300 km. derinliklerinde olan depremler orta derinlikte olan depremlerdir. Derin depremler ise yerin 300 km. den fazla derinliğinde olan depremlerdir. Türkiye’de olan depremler genellikle sığ depremlerdir ve derinlikleri 0–60 km. arasındadır.

4.3.4. Eş Şiddet (İzoseit) Eğrileri

Aynı şiddetle sarsılan noktaları birbirine bağlayan noktalara denir. Noktaların birbirine bağlanmasıyla eş şiddet haritası ortaya çıkar. Genelde kabul edilmiş duruma göre, eğrilerin oluşturduğu yani iki eğri arasında kalan alan, depremlerden etkilenme yönüyle, şiddet bakımından sınıflandırılmış olur. Bu nedenle depremin şiddeti eş şiddet eğrileri üzerine değil, alan içerisine yazılır.

4.3.5. Şiddet

Herhangi bir derinlikte olan depremin, yeryüzünde hissedildiği bir noktadaki etkisinin ölçüsü olarak tanımlanmaktadır. Diğer bir deyişle depremin şiddeti; onun yapılar, doğa ve insanlar üzerindeki etkilerinin bir ölçüsüdür. Bu etki, depremin büyüklüğü, odak derinliği, uzaklığı yapıların depreme karşı gösterdiği dayanıklılığı değişik olabilmektedir. Şiddet; depremin kaynağındaki büyüklüğü hakkında doğru bilgi vermemekle beraber, deprem dolayısıyla oluşan hasarı yukarıda belirtilen etkenlere bağlı olarak yansıtır.

Depremin şiddeti, depremlerin gözlenen etkileri sonucunda ve uzun yılların vermiş olduğu deneyimlere dayanılarak hazırlanmış olan “*şiddet cetvelleri*”ne göre değerlendirilmektedir. Bir deprem oluştuğunda, bu depremin herhangi bir noktadaki şiddetini belirlemek için, o bölgede meydana gelen etkiler gözlenir. Bu izlenimler şiddet cetvelinde hangi şiddet derecesi tanımına uygunsa depremin şiddeti, o şiddet derecesi olarak değerlendirilir.

Ülkemizde “*Değiştirilmiş Mercalli*” ve “*MSK*” ölçekleri kullanılmakta olup, “*MM*” ölçeği 12 şiddet grubuna ayrılmıştır. Bunlar:

- 1) Şiddet I:** Genellikle insanlar tarafından duyulmaz. Ancak duyarlı sismograflar tarafından kaydedilir.
- 2) Şiddet II:** Ancak istirahat eden (oturan, yatan) ve özellikle yapıların üst tarafında katlarında ki kişiler tarafından duyulur. Asılmış konumdaki bazı eşyalar sallanabilir.
- 3) Şiddet III:** Yapıların içinde ve özellikle yapıların üst katlarında bulunan kişiler tarafından duyulur. Asılı cisimler sallanır. Birçok kişi bunun deprem olduğunu anlayamaz. Duran motorlu araçlar hafifçe sallanabilir. Ağır bir motorlu araç geçiyormuş gibi duyulur ve süresi algılanabilir.
- 4) Şiddet IV:** Gündüzleri yapıların içinde bulunan birçok kişi, dışarıda ise bazı kişiler tarafından duyulabilir. Büyük bir kamyon geçiyormuş gibi algılanabilir. Geceleri bazı kişileri uyandırabilir. Tabaklar, pencereler kapılar sallanır. Duvarlar gıcırdama sesleri çıkarır.
- 5) Şiddet V:** Hemen herkes tarafından duyulur. Birçok kişi uyanır. Yönü izlenebilir. Mutfak eşyalarından ve pencere camlarından bir bölümü kırılabilir. Sıvalar çatlayabilir ya da düşebilir. Kararlı olamayan şeyler devrilebilir. Bazen ağaçların, direklerin ve diğer yüksek eşyaların sallandığı görülür, saatler durabilir. Kötü yapılmış bacalar ve bahçe duvarları yıkılabilir.
- 6) Şiddet VI:** Herkes tarafından duyulur. Birçok kişi korkar ve dışarı fırlar. Yürümek zorlaşır. Pencere camları, tabaklar ve cam eşyalar kırılır. Ağır eşyalardan bir bölümü yerinden oynar. Kitaplar raflardan düşer. Sıvalar ve D türü yapılarda çatlaklar oluşur. Bacaların düştüğü görülür. Ağaçlar ve çalılar sallanır veya hışırdar.

7) Şiddet VII: Ayakta durmak zorlaşır ve herkes dışarı koşar. Araç kullanan kişiler depremin farkına varırlar. Asılı cisimler düşer ve eşyalar hasar görür. Sıva, zayıf tutulmuş tuğla, taş ve fayans, korniş, parapet ve yapı dekorasyon malzemeleri gibi cisimler düşer. C türü yapılarda çatlaklar oluşur. Havuzda dalgalanma, su birikintilerinde çamurlanma, kum ve çakıl birikintilerinde küçük kaynamalar ve çukurlar oluşur. Beton kanaletlerde hasar oluşur.

8) Şiddet VIII: Araba sürmek zorlaşır. C türü yapılarda hasar ve kısmen yıkılma, B türü yapılarda az hasar olur. A türü yapılarda hasar olmaz. Zayıf duvarlar yıkılır. Heykeller, yüksekte duran su tankları, yığılmış malzemeler, kuleler ve bacalar yıkılır. Temeli zayıf ahşap yapılar devrilir. Ağaç dalları kırılır, ağır eşyalar ters döner. Su kaynaklarının debisi ve sıcaklığı değişir. Arazide kum fışkırmaları (sıvılaşma), çatlaklar ve faylar olur. Kayalar düşer ve heyelanlar olabilir.

9) Şiddet IX: Genel bir panik olur. D türü yapıların tümü yıkılır. C türü yapılar ağır hasara uğrar. B türü yapılar önemli derecede hasar görür. Birçok yapının temelinde hasar olur. Yeryüzünde büyük yarık ve çatlaklar oluşur, yeraltındaki borular kopar. Kumlu zeminlerde sıvılaşma olur.

10) Şiddet X: B,C ve D türü yapıların büyük bir bölümü yıkılır, iyi yapılmamış ahşap, karkas ve betonarme yapılarda çok ağır hasar ya da kırılma başlangıcı görülür. Baraj ve bentlerde önemli hasarlar gözlenir. Yeryüzünde büyük çatlaklar ortaya çıkar, raylar bükülür. Irmak kıyılarında ve dik yamaçlarda heyelanlar olur. Kum ve çamur akmaları görülür.

11) Şiddet XI: Pek azı ayakta kalır. Köprüler yıkılır. Yeryüzünde büyük çatlamlar oluşur. Yeraltı boruları tümüyle işe yaramaz hale gelir. Yumuşak zeminlerde yer kaymaları ve toprak yığılmaları olur. Raylar çok fazla eğilir.

12) Şiddet XII: Tüm yapılar yıkılır. Deprem bölgesindeki yeryüzü biçimi değişir. Cisimler havaya fırlar. Yeryüzünde deprem dalgalarının ilerleyişi görülür. Ufuk ve yataklık kavramı kaybolur.

4.4. Yapı - Zemin Etkileşimi

Zemin durumunun ve yapı kalitesinin yapılarda oluşabilecek hasarlarda etkin rol aldığı bilinen bir gerçektir. Zemin hakim periyodu ile yapı hakim periyodunun çakışmasıyla ve zemin cinsine bağlı olarak ortaya çıkan zemin büyütme durumu şiddetin yapılardaki etki derecelerini belirler.

Deprem bölgelerindeki yapılara yer hareketinden dolayı etkiyen dinamik zemin basınçları, statik zemin basınçlarından daha büyük değerler alabilmektedir. Depremden meydana gelen bu dinamik basınçlar nedeniyle yapılarda meydana gelebilecek hasarları

azaltmak için bu basınçların doğru bir şekilde belirlenmesi gerektiği açıktır. Bu durum dinamik yükün frekansının bina-dolgu zemini ve temel zemininin doğal frekansına yakın olması durumunda çok daha önemli olmaktadır. Herhangi bir dinamik yükün etkisindeki bir sistemin hareketine etki eden en önemli parametrelerin kütle, sönüm oranı ve rijitlik olduğu bilinmektedir. Bu bakımdan üstyapı-zemin ortak sisteminin incelenmesi açısından bu üç niteliğin uygun şekilde saptanarak sistemin matematiksel modeli içindeki yerlerini almaları önem kazanmaktadır. Zira üstyapı için bu nitelikler daha doğru ve gerçekçi olarak saptanabilmesine rağmen, zemin ortamı için bu üç niteliğin saptanması daha karmaşık olmaktadır.

Zemin ortamı deprem dalgalarının özelliklerine bağlı olduğundan yapı üzerinde tehlikeli davranışlar oluşturur. Bu nedenle, yapının oturduğu zemin özellikleri önem taşımaktadır. Çeşitli projelerle ilgili olarak bölgede yapılan zemin araştırmaları, zemin tabakalarının sıkışabilme özelliğinin çok yüksek olduğunu ve ayrıca bazı bölgelerdeki zeminlerin sıvılaşma potansiyeli gösterdiğini ortaya koymuştur. Nitekim, depremi takiben İTÜ Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği öğretim üyelerinin yerinde yaptığı incelemelerde özellikle Adapazarı, Gölcük ve Yalova'da meydana gelen hasarların başlıca sebebinin zemin problemlerinden kaynaklandığı belirlenmiştir. Buna karşılık, ciddi ve bilimsel zemin araştırmalarına dayanan temel mühendisliği çözümlerinin uygulandığı projelerde örneğin, yumuşak zemin koşullarında kazıklı temel sistemlerine taşıtılan binalarda ve sanayi tesislerinde, fay hattına çok yakın olsa bile herhangi bir hasar meydana gelmemiştir. Adapazarı örneğinde olduğu gibi, zemin koşulları elverişsiz ve yeraltı su seviyesi çok yüksek olduğu halde ağır yapıların bile tekil veya sürekli temellere taşıtıldığı yerlerde ise binaların farklı oturma yaptığı, devrildiği, yana yattığı veya zemin katların bodrum kata dönüştüğü tespit edilmiştir. Kavaklı ve Gölcük'te, deniz kıyısı ile karayolu arasındaki düzlüklerde ortaya çıkan heyelanlar ve arazi çökmeleri, bölgenin morfolojisini tümüyle değiştirmiş ve bu bölgelerde denize yakın olan alanlar ve kıyıya yakın yapılar sular altında kalmıştır [6].

Yeni yapılaşmaya açılan bölgelerde zemin sorunu önemlidir. Bölgenin imara açılması durumundan, az katlı yapı izni konularına kadar incelenmiş olan sorunlara tam bir çözüm getirilmesi şarttır. Bu alanlar için alınacak;

- Az katlı yapılaşma kararları eskisine göre daha az imar hakkının,
- Depreme dayanıklı çok katlı yeni yapıların üretilmesi ise daha fazla maliyeti,
- Yapı yasağı kararları ise kamulaştırmaları gündeme getirecektir.

Bu temel sorun alanları, nesnel gerçekliğine rağmen yok sayılması yeni depremlerde benzeri sonuçların yaşanmasına yol açacaktır.

Yerkabuğunun deprem şiddetine bağlı olarak içinde yer alan yapıları doğrudan etkilemesi; bu olayın kuvvet derecesine, süresine bağlı olarak yapı hasarlarının oluşumuna neden olurlar. Yerkürenin oluşumundan beri var olan bu tür sarsıntılar yeryüzü bölgelerini dönem etkisine almış ve onun bugünkü şeklini almasında önemli bir rol üstlenmiştir.

4.5. Deprem Etkisi Altında Yapıların Davranışı

Taşıyıcı sistem inşa edilmeye başlanılmasından itibaren kendi ağırlığını taşımaya başlar. Sabit yüklerin üstüne gelen düşey faydalı yükler de benzer türden özelliğe sahiptir. Hareketli yükün taşıyıcı sisteme etkisi ani değil belirli bir süre içerisinde gerçekleşir. Deprem yükleri ise çok kısa zamanda etkirler ve dinamik özellik gösterirler. Daha önce herhangi bir yatay yükleme altında kalmayan taşıyıcı sistem kısa bir zamanda önemli bir yatay etki ile zorlanırlar. Taşıyıcı sistemdeki kusurlar çok kısa zamanda ortaya çıktığı için, herhangi bir tedbir almak ve yüklemeye etkili olmak mümkün olmaz.

4.5.1. Depremlerde Meydana Gelen Yapı Hasarlarının İnşaat Mühendisliği Açısından Değerlendirilmesi

Değerlendirmeye geçmeden önce, deprem bölgelerinde bilim ve tekniğe uygun olarak zemin etüdü, projelendirilmesi yapılan kontrollü beton üretimi, kalifiye ve bilinçli işçilik kullanılan denetimli yapılarda ve tesislerde büyük hasarlar meydana gelmemesi de belirtilmesinde fayda görülen bakış açısıdır. Betonarme binalarda ortaya çıkan hasarların nedenlerini önemine göre aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

1. Zemin koşullarının iyi etüt edilmemesi ve uygun temel tipinin seçilmemesi,
2. Taşıyıcı sistemin iyi düzenlenmemiş olması,
3. Malzeme mukavemetinin ve işçilik düzeyinin düşük olması,
4. Konstrüktif ayrıntılara dikkat edilmemiş olması,
5. Yönetmelik kurallarına uymayan statik ve betonarme hesaplarının yeterli olmaması olarak sınıflandırılabilir.

4.5.2. Zemin Koşulları

Zemin sıvılaşması

Deprem sırasında yapılarda meydana gelen hasarların en önemli sebeplerinden birisi de suya doygun kumlu dolgularda sıvılaşmanın ortaya çıkmasıdır. Sıvılaşmanın en önemli sebebi;

yer hareketi ile meydana gelen yön değiştiren kayma gerilmelerinin, hidrostatik basıncı artırması olarak kabul edilmektedir. Bu kayma gerilmelerinin etkisiyle, zeminin hacmi küçülür ve daha sıkı duruma gelirken zemin danelerindeki gerilme azalır, kumun yapısında şekil değiştirmeler meydana gelir. şekil değiştirmelerin çok büyümesiyle sıvılaşma olayı ortaya çıkar. Sıvılaşmada zemin yüzeyinde kabarmalar belirebilir ve akma eğilimi gösteren kısımlar oluşabilir. Zemindeki üniform olmayan düşey hareket yapılarında dönmelere, dolayısıyla yapıların yan yatmalarına neden olarak ağır hasarlar meydana getirir.

Zemin koşullarına ve temel tipine bağlı hasarlar

Depremi meydana geldiği bölgelerde zemin koşulları elverişsiz ve yer altı su seviyesi çok yüksek, taşıyıcı tabaka zemin yüzünden derinde olduğu halde yüksek binaların temelleri yüzeysel temel olarak ya tekil (sömel) ya da sürekle(mütemadi) temellerden inşa edildiğinden binalarda farklı oturmalar, devrilmeler ve 1 – 2 metreye varan rijit oturmalar tespit edilmiştir. şayet bu bölgelerde yüksek binaların yapılması gerekli durumda ise temel tipi olarak ya yüzeysel plak temeller ya da derin kazıklı temeller yapılması uygun olur.

4.6. Taşıyıcı Sistemlerin Düzenlenmesi

Yapının iskeletini oluşturan taşıyıcı sistemin düzenlenmesinde yapıya etkiyen (düşey ve yatay) yükleri kendi ağırlığı ile birlikte taşıyacak ve güvenlikte en kısa yoldan zemine aktaracak, yapının dengede kalmasını, kusursuz olmasını sağlayacak koşullar gerekmektedir. Deprem bölgesinde yapılacak yapılarda taşıyıcı sistem düzenlenmesinde yapının davranışı göz önüne alınarak uygun sistemin sečilmesi önemli bir durum olmaktadır.

4.6.1. Taşıyıcı Sistemin Rijitliği ve Sürekliliği

Taşıyıcı sistemin planda simetrik olarak düzenlenmesi, yapılardaki taşıyıcı sistemleri birbirine dik eksenler üzerinde yer alması, kolon ve perdelerin kuvvetli ve zayıf eksenleri dikkate alınarak, rijitliği yapının her iki doğrultusunda dengeli dağıtılması, perdelerin burulma rijitliği açısından yapının kenarlarına yerleştirilmesi projelendirilme ve deprem kuvvetlerinin karşılanması açısından çok olumlu düşüncelerdir.

Ülkemizdeki depremlerde yukarıdaki ilkelere uyulmadığından kaynaklanan hasarlar ilk başta gelmektedir. Birçok binada yıkımların, kolon ve perdelerin rijitliği zayıf olan yönde gerçekleştiği görölmüştür. Yine aynı tür neden bitişik nizam türü yapılarda da kolon ve perdelerin yıkılma yönüne dik yönde daha kuvvetli olduğu gözlenmiştir. Kiriş eksenleri

süreklilik göstermeden çerçeveler kesilmiş, yer yer kirişler saplama yapılarak birçok başka kirişlere taşınmıştır. Açık olmayan çerçeve davranışı ortaya çıkmış ve saplama yapılan kirişe gerekli kenetlemeyi sağlayacak donatılar yerleştirilmemiştir. Kirişler kolonlara eksantrik (dış merkezli) bileşimi ile bağlanmış olduklarından taşıyıcı sistemlerde ağır hasarlar meydana gelmiştir.

4.6.2. Yumuşak Kat

Zemin katın işyeri olarak kullanılan, vitrin cephesi, duvarları ile ara bölme duvarları bulunmayan ve kolonları narin olan zayıf bölgeler “yumuşak kat” olarak isimlendirilir. Betonarme yapılarda, bölme duvarları esas taşıyıcı eleman sayılmasalar da hesaplarda duvarların taşıyıcı sistemce yatay deprem yüklerinin taşınmasındaki olumlu katkısı göz önünde tutulmasa bile, taşıyıcı sistemin diğer elemanların rijitliliğini artırarak ve küçük ölçüde de olsa dayanımı artırarak yardımcı olurlar.

Alt katları ticari amaçla kullanılan, üst katları çerçeveler arası dolgu duvarlarla kapatılan binaların, alt kat rijitliği üst kata oranla daha az olduğu, dolayısıyla kat yanal ötelemesi fazla oluşu deprem etkisinin en etkili olduğu zemin katların kolonlarının göçmesine ve sonucunda bir katın yok olmasına neden olmaktadır.

4.6.3. Kuvvetli Kiriş-Zayıf Kolonlar (Kolon Kırılma Mekanizması)

Göz önüne alınan deprem doğrultusunda her bir kolon- kiriş düğüm noktasında saplanan kirişlerin taşıma gücünden büyük olması kiriş kırılma mekanizması için önemlidir. Çünkü yatay ve düşey yükler altında çalışan kolonların göçerek devre dışı kalması yapının bütününe göçmesiyle sonuçlanır ki, bu durum can kaybı açısından hiçbir zaman istenmeyen bir durumdur. Deprem bölgelerinde çoğu binalarda göz önüne alınan doğrultudaki kiriş boyutları dolayısıyla rijitlikleri, birleştiği kolonun boyutlarına ve rijitliğine göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Kuvvetli kiriş-zayıf kolon kırılarak göçmüş veya ucunda mafsallar oluşarak binanın bütününe şekil değiştirmesine neden olmaktadır.

4.6.4. Kısa Kolon Davranışı

Taşıyıcı sistem düzenleme hatası olarak görülen, bodrum katlarda kolon aralarında sürekli olarak bulunan bant pencere ve ara kat merdiven sahanlıklarında konulan kirişlerden dolayı normal kat yüksekliğinde kolon, kısa kolon davranışı göstermektedir. Projelendirme,

normal kat yüksekliğindeki kolona göre yapıldığından, kısa kolon davranışı gösterecek, kolon daha büyük kesme kuvvetine maruz kalarak beklenmeyen bir kırılma gösterecektir.

4.6.5. Bitişik Nizam Yapılar

Yan yana yapılan bitişik nizam olarak adlandırılan binalar, deprem sırasında eş zamanlı olmayan salınımlar yaptığından dolayı çarpışmalar olmaması için araya deprem derzi konulur. Deprem derzi konulmayan, kat yükseklikleri ve kat hizaları birbirinden farklı düzeyde bulunan bitişik nizam yapılar, birbirinin döşemesi diğerinin kolonuna çarparak yıkılmasına ve ağır hasar görmesine neden olacaktır.

4.6.6. Malzeme Mukavemetinin ve İşçilik Düzeyinin Düşük Olması

Betonarme projelendirme yapılırken beton ve donatı sınıfı belirlenir. Bunlar belirli bir güvenlikte hesaba katılır. Betonarme kesitlerin sünek davranış sağlayacak şekilde boyutlandırılması yapılır. Donatı çeliğinin sünek, kopma uzamasının büyük olması istenir. Deprem sonrası bölgelerden alınan karot beton numuneleri İ.T.Ü yapı malzeme laboratuvarlarında test edilerek dayanımları 100 kgf/cm^2 den düşük olduğu gözlenmiştir.

Projelendirmede en az beton dayanımını, güvenlik sınırları içerisinde 160 kgf/cm^2 olması gerekmektedir. Betondaki bu düşük mukavemet, uygun granülometri de ve temiz agreganın kullanılmaması, betona katılan su miktarının yerleştirme sağlamak için, gerekenden çok fazla olması, işçilik düzeyinin çok kötü olmasından kaynaklanmaktadır. Denize yakın deprem bölgelerinde beton üretiminde deniz kumu, hem dane dağılımı (granülometrik) uygun değil hem de tuz etkisi yaparak, betonun ve beton içerisinde bulunan donatının zarar görmesine neden olmaktadır.

4.6.7. Konstrüktif Ayrıntılara Dikkat Edilmemiş Olması

Deprem yükleri altında güvenlik en başta kesitlerin sünek davranış gösterecek şekilde boyutlandırılması ile sağlanabilecektir. Deprem yükleri altında çözümlemede sayısal sonuçların değerlendirilmesi yanında, daha önce meydana gelen deprem hasarlarında kazanılan deneyimler de önemlidir.

Depremlerde en çok zorlanan yerlerden birisi kiriş-kolon birleşim bölgesidir. Burada donatı miktarının yanında, donatının düzenine, kenetlenmesinin sağlanmasına ve kolonda

etrierinin devam etmesine özen gösterilmelidir. Bu bölgede donatının sıklığı nedeniyle betonun yerleştirilmesinin zor olduğu göz önüne alınarak gerekli tedbir alınmalıdır.

Betonarme kesitlerde kullanılan etriyeler, özel deprem etriyesi olarak düzenlenmelidir. Özel deprem etriyelerinin her iki ucunda 1350 kıvrımlı kancalar bulunmalıdır. Kolon ve kirişlerin sünekliliğinin sağlanması için kolon-kiriş birleşim bölgelerinde enine donatı etriyelerinin belirli sarılma bölgelerinde sıklaştırılarak bu bölgenin zarar görmemesi sağlanmalıdır.

Depremlerde zarar gören binalarda göçen kolon ve kirişler yakından izlendiğinde etriyeler çok seyrek olarak yerleştirilmiş ve aynı zamanda işçiliği kolay olan 9000 kıvrımlı kancalı etriyeler kullanılmıştır. Deprem kuvvetlerinin aşırı zorlanması sırasında etriyeler açılmış, boyuna donatılar burkulmuş ve kolon-kiriş birleşim bölgelerinde sünek olmayan gevrek kırılma ile göçmeler meydana gelmiş ve hasarın özellikle can kaybının çok fazla olmasında etkili olmuşlardır.

4.6..8. Yönetmelik Kurallarına Uymayan Statik ve Betonarme Hesaplarının Yeterli Olmaması

Statik ve betonarme hesaplar yapılırken, yapının gerçek davranışına yakın modelleme ve varsayımlar yönetmelik çerçevesinde yapılmalıdır. Bir yapının davranışı hesaplara göre değil, inşa ediliş şekline göre belirlenir. Bundan dolayı hesapların inşa ediliş şeklinde göstereceği davranışla uyum içinde olması gerekir. Yapının fonksiyonu bir amaçla kullanılacağı zaman bu durumda kesitlerin boyutları ve donatıları kontrol edilmelidir.

Deprem bölgesinde yapılacak yapıların betonarme hesabı “TS 500” ve “Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik” esas alınarak yapılacak ve kontrolleri sağlanacaktır. Deprem bölgelerinde hasar gören binalarda, statik ve betonarme hesapların tam olarak yönetmeliğe uyup uymadığını belirlemek geniş bir çalışma tespit edilmektedir. Fakat bazı binalarda betonarme kesitin boyutu ile içerisinde bulunması gereken en az donatı miktarının olmaması veya donatı miktarının gerekenden çok fazla olması kesit hesaplarının gevrek kırılma yapacak şekilde yapıldığını ve sonuç olarak yapılan hesapların gerçekçi olmadığını, yönetmeliklerin esas alınmadığını ortaya çıkarmaktadır [7].

Bir bütün olarak deprem yüklerini taşıyan bina taşıyıcı sisteminde ve taşıyıcı sistemi oluşturan elamanların her birinde, deprem yüklerinin temel zeminine kadar sürekli bir şekilde ve güvenli olarak aktarılmasını sağlayacak yeterlikte rijitlik, kararlılık ve dayanım bulunmalıdır [8].

5. ELAZIĞ İL MERKEZİ YERLEŞİM ALANININ DEPREMSELLİĞİ

Doğu Anadolu Fay Sistemi içinde kalan Elazığ İl Merkezi yerleşim alanı, 1834 yılında iskân edilmeye başlanmış ve 2008 yılı itibarıyla 296.478 kişi yaşamaktadır. Ancak yerleşim alanının depremselliğini ortaya koyacak yeterli jeolojik ve jeofizik çalışmaların bu güne kadar yapılmamıştır. Yerleşim alanının 1/5.000 ölçekli jeolojik harita ve kesitleri ile zemin sıvılaşma haritasının yapılması, zemini oluşturan kaya birimlerinin deprem büyütme katsayılarının belirlenmesi, özetle bölgenin deprem riskinin ortaya konulması açısından önemlidir.

Yoğun bir yerleşim yeri olan il merkezinde jeolojinin belirlenmesi saha çalışmaları ile çok kısıtlı olduğundan, eski ve yeni sondaj karotlarından ve bilgilerinden de yararlanılmıştır.

5.1. Genel Jeoloji

5.1.1 Stratigrafi

Elazığ il merkezi yerleşim yeri ve yakın çevresinde yaşlıdan gence doğru aşağıdaki jeolojik birimler yüzeyler (şekil 5.1);

1. Keban Metamorfikleri (Permo – Triyas)
2. Elazığ Mağmatikleri (Senoniyen)
3. Harami Formasyonu (Üst Maestrihtiyen)
4. Kırkgeçit Formasyonu (Orta Eosen–Üst Oligosen)
5. Karabakır Formasyonu (Üst Miyosen–Alt Pliyosen)
6. Alüvyonlar (Pleyistosen).

5.1.2. Keban Metamorfikleri (Permo–Triyas; PzMzk)

Birim, inceleme alanında iki ayrı kısımda yüzeyler; Abdullahpaşa-Sarıçubuk Mahalleleri ile Allahuekber Tepe arasındaki alanda ve Sürsürü Mahallesinin güneybatısında Meryem Dağı eteklerinde görülür [9].

Tektonik dokanakla Senoniyen yaşlı Elazığ Mağmatikleri'nin üzerine gelmiştir. Abdullahpaşa, Cumhuriyet Mah, Sarıçubuk ve Allahuekber Tepe arasındaki alanda Kırkgeçit Formasyonu tarafından açıl uyumsuzlukla, Meryem Dağı ve eteklerinde Karabakır Formasyonu tarafında uyumsuzlukla örtülür [9].

Keban Metamorfikleri; rekristalize kireçtaşları–kalkışist, mermer, metakonglomera–kalkfillitlerden oluşur, ancak inceleme alanında rekristalize kireçtaşları ile temsil edilir [9].

Buradaki kalın karbonat çökelleri Erken Permian'den Geç Triyas'a kadar sakin ve sığ denizel bir platformda çökelmişlerdir [10].

Permian-Triyas'ta çökelmiş shelf tipi karbonat ve kırıntılardan oluşan Keban Metamorfizmaları, esas itibarıyla yeşil şist fasiyesinin düşük derecesinde bulunmakla beraber yer yer amfibolit fasiyesi görülmüştür. Kipman, birimde belirlediği fosillere göre Geç Permian [11], Kaya ise Permian-Triyas yaşını [10] vermiştir.

5.1.3. Elazığ Mağmatitleri (Senonian; Ke1, Ke2)

Perinçek [12] tarafından Yüksekova Karmaşığı olarak adlandırılan ve Hakkâri-Elbistan arasında geniş yüzeyleyen bu birim, Elazığ civarındaki özellikleri belirlenerek Elazığ Mağmatitleri olarak adlandırılmıştır [13].

Elazığ Mağmatitleri; magmatik kayalar (Ke2) ve Volkan-sedimanter kayalar (Ke1) olarak ikiye ayrılarak incelenmiştir [9] (şekil 5.1). Magmatik kayalar (Ke2); Harput'un batısından itibaren Fevziçakmak Mahallesi kuzey kısmı, Esentepe Mahallesi, Safran Mahallesi, Fırat Üniversitesi'nin kuzeyi, Cumhuriyet Mahallesi, Abdullahpaşa civarlarında, Şahinkaya Köyü'nün 1 km kadar doğusunda, inceleme alanın güneyinde Yeniköy Mahallesi, Yedigöller Mahallesi civarında, Keklik Tepe ve Karataş Tepe civarlarında, volkan-sedimanterler (Ke1); Eski Beyyurdu-Karşıyaka Mahalleleri arasında yüzeyler [9].

İnceleme alanında tabanı görülmeyen Elazığ Mağmatitleri'nin üzerine Keban Metamorfizmaları tektonik olarak, Harami Formasyonu uyumlu olarak, Kırkgeçit Formasyonu aşıl uyumsuz olarak, Karabakır Formasyonu da uyumsuz olarak gelir [9].

Elazığ Mağmatitleri litolojik olarak, tabanda gabro-dioritlerden, bunların üzerinde bazaltik-andezitik volkanik kayalar ile volkanoklastiklerden ve bunların tümünü kesen granodiorit-tonalitler ile diorit dayklarından oluşmaktadır [13],[14].

Elazığ Mağmatitleri inceleme alanında iki ayrı birim halinde haritalanmıştır:

Ke1: Volkan–sedimenter özellikteki, volkanik kumtaşı ve kırmızı çamurtaşı

Ke2: Bazaltlar, bazaltik yastık lav ve andezitler ile bunları kesen dasit dayklar [9].

Perinçek ve Özkaya'ya göre [15] tümüyle kıtasal kabuk veya kıta kabuğu eklentisi üzerinde gelişmiş ada yayı yada okyanusal kabuk gelişimini temsil eden kayalardan oluşmuştur. Bingöl'e göre [16-17] kalkalkalen özellikte, kuzeye dalımlı bir yitim zonu üzerinde gelişmiş ada yayı ürünüdür. Elazığ Mağmatitleri'nin yaşı; Perinçek'i belirlediği fosillere göre Kampaniyen–Maestrihtiyendir [18]. Yazgan'ın Baskil civarından aldığı örneklerin radyometrik tayinine göre derinlik kayaçlarının yaşı Koniasiyen–Santoniyen, yarıderinlik ve yüzey kayaçlarının Kampaniyen [19], Aksoy'un Van civarındaki paleontolojik belirlemelerine göre Kampaniyen–Alt Maestrihtiyen'dir [20].

5.1.4. Harami Formasyonu (Üst Maestrihtiyen; Kh)

Harput'un kuzey, güney ve doğusunda birkaç yüz metre kare büyüklükte adacıklar halinde yüzeyler. Elazığ Mağmatitleri'ni uyumlu olarak üzerleyen birim Kırkgeçit Formasyonu tarafından uyumsuzlukla örtülür [9].

Genellikle masif kireçtaşları ile temsil edilen bu birim Harput yakın çevresinde tabanda mercekli kırmızı konglomera ve kumtaşı, alt seviyelerde kumlu kireçtaşı ve masif kireçtaşlarından oluşmaktadır. İnceleme alanında masif kireçtaşları yaklaşık 20 m kalınlıkta olup, aşınmaya dirençleri fazla olduğundan topografyada belirgin tepeler halindedir. Beyaz ve bej renktedir. Oluşum ortamları, Turan ve Bingöl'e göre sığ, berrak, fazla yaygın olmayan ve yer yer birbirinden kopuk resifal özelliktedir [21]. Araştırmacılara göre Harami Formasyonu Maestrihtiyen'de dar ve sığ bir havzada çökelmiştir. Tabandaki kırmızı konglomera ve kumtaşları, fan delta karakterli karasal çökeltilerdir. Bunların üzerinde bulunan kumlu kireçtaşı ve kireçtaşları ise sığ denizde çökelmiş karbonat yığılımlarıdır. Paleontolojik bulgulara göre Maestrihtiyen veya daha yaşlıdır [22].

5.1.5. Kırkgeçit Formasyonu (Orta Eosen–Üst Oligosen; Tk1, Tk2, Tk3)

Van'a kadar uzanan geniş yayılımlı Kırkgeçit Formasyonu inceleme alanında üç farklı litolojide haritalanmıştır [9]. Tk1; Kumtaşı–marn üyesi, Virane Mahallesi kuzeyi, kuzeydoğu ve kuzeybatısında yüzeyler. Tk2; Çakıltı–kumtaşı üyesi, Sarıçubuk ve Şahinkaya Köyleri ile Körpınar Mahallesi çevresinde, Cumhuriyet ve Safran Mahalleleri kuzeyinde, Harput'un kuzey ve kuzeydoğusunda, Tk3; Marn üyesi ise Akyazı Sırtı kuzeyi ile Virane Mahallesi'nin yakın

güneyinde ve 1 km kadar kuzeyinde yüzeyler [9]. İnceleme alanında Kırkgeçit Formasyonu tabanda Keban Metamorfitlelerini, Elazığ Mağmatitlerini ve Harami Formasyonunu uyumsuz olarak örter. Karabakır Formasyonu da üstünde uyumsuz olarak bulunur [9].

Kırkgeçit Formasyonu inceleme alanında geniş yayılım gösterir. Kumtaşı–marn üyesi (Tk1) ardalanmalı özellikte olup, yer yer çakıltası seviyeleri de bulunur. İyi tabakalanma gösterirler. Çakıltası–kumtaşı üyesi (Tk2)’nde de litolojik ardalanma vardır. Marn üyesi (Tk3) de belirgin tabakalı özellikte olup diğer üyeler gibi kuzeye doğru 20–25 0 eğimlidir [9]. Oluşum ortamı yorumları farklı olup, Özkul’a göre, konverjan levha sınırında, yay gerisinde dar ve uzun, yer yer derinleşen bir havzada Eosen istifleri depolanmış ve şiddetli tektonizmaya bağlı olarak çok hızlı gelişen çökme nedeniyle yörede kısa sürede derin deniz koşulları oluşmuş ve kırıntılı malzeme ortama kuzeyden taşınmıştır [23].

Turan [24], çökme ortamının başlangıçta sık ve yüksek enerjili olduğunu ve bu ortamda olistolitli konglomeraların çökeldiğini, çökme nedeniyle derin deniz koşullarının oluştuğunu ve flišlerin çökeldiğini belirtmektedir.

Avşar [25], kireçtaşlarında belirlediği fosillere göre birime Orta Eosen–Üst Oligosen yaşını vermiştir.

5.1.6. Karabakır Formasyonu (Üst Miyosen–Alt Pliyosen; Tkb1, Tkb2, Tkb3)

Formasyon; volkanitler (Tkb1), kireçtaşı (Tkb2) ve çakıltası–kumtaşı (Tkb3) olarak üç birim halinde haritalanmıştır [20]. Volkanitler; Yeniköy’ün bir km kadar doğusunda ve Yedigâr Mahallesi’nin batısında yüzeyler. Kireçtaşı üyesi; Rızvan Tepe ve Baz Tepe civarlarında ve Doğukent, Salıbaba, Çatalçeşme Mahallesi batısında görülmektedir. Çakıltası–kumtaşı üyesi ise, Yeniköy Mahallesi’nin yakın kuzeyi ve kuzeydoğusunda, Yedigâr Mahallesi civarında bulunmaktadır [9].

Karabakır Formasyonu, Keban Metamorfitleleri’ni, Elazığ Mağmatitleri’ni ve Kırkgeçit Formasyonu’nu uyumsuzlukla örter. Üzerinde de uyumsuz olarak Pleyistosen yaşlı alüvyonlar bulunur [9].

Tkb1 üyesi bazalt, andezit (curufları) litolojisinde ve kıta içi volkanizma ürünüdür. Tkb2 üyesi; killi kireçtaşı–kıltaşı ardalanmasından oluşmakta ve yer yer marnlı seviyeler içermektedir. Tkb3 üyesi ise zayıf çimentolu çakıltası–kumtaşı litolojisinde gölsel ortam ürünleridir.

Karabakır Formasyonu’nun yaşı, Sungurlu vd.’nin [26] palentolojik bulgularına göre Üst Miyosen’dir. Türkmen [27], elde ettiği palentolojik verilere göre birimin yaşını Üst Miyosen–Pliyosen olarak kabul etmiştir.

5.1.7. Alüvyonlar (Pleyistosen; Qal1, Qal2, Qal3)

İnceleme bölgesinde geniş alanlarda yayılım gösteren bu tortullar farklı litolojilerinden dolayı üç ayrı birim halinde haritalanmıştır [9]. Siltli kil (Qal1), Kumlu çakıllı kil (Qal2) ve Kum-çakıl (Qal3).

Siltli kil; Sürsürü Mahallesi, Kültür Mahallesi, Olgunlar Mahallesi, Hicret Mahallesi, Akpınar Mahallesi, Sarayatık Mahallesi, Nailbey Mahallesi, Üniversite Mahallesi ve Çarşı Mahallesi'nin güneydoğusunda yüzeyler [9].

Kumlu çakıllı kil; Sanayi Mahallesi, Küçük Sanayi Sitesi, Kırklar Mahallesi'nin güneyi, İzzetpaşa Mahallesi'nin orta ve kuzey kısmı, Yeni Mahalle, Fırat Üniversitesi Kampüsü'nün güneyi ve doğusu, Sürsürü Mahallesi'nin güney, kuzey ve kuzeybatısında, Abdullahpaşa Mahallesi'nin doğusu ve güneyinde, Yedigâr Mahallesi'nin yakın kuzeyinden Aksaray Mahallesi yönünde uzanarak yüzeylemektedir [9].

Kum-çakıl üyesi ise, Abdullahpaşa Mahallesi'nin kuzeyinde ve kuzeybatısında, Cumhuriyet Mahallesi'nin güneyinde, Ulukent Mahallesi'nde, Yıldızbağları, Rızaiye Mahallesi'nde, İcadiye Mahallesi'nde, Mustafapaşa, Rüstempaşa, Aksaray, Kızılay, Gümüşkavak, Sanayi Mahallesi kuzeyinde, Salıbaşı-Karşıyaka Mahalleleri arasında, Çatalçeşme, Doğukent Mahalleleri'nde görülmektedir [9].

Kum-çakıl oranı bölgelere göre değişmekte olup, yer yer kil de bulunmaktadır. Dane boyutu kuzeye doğru büyüme gösterdiğinden, taşınmanın kuzeyden güneye doğru olduğu anlaşılmaktadır [9].

5.2. Yapısal Jeoloji

İnceleme alanı Mesozoyik başlarından itibaren sürekli tektonik bakımdan aktif olmuştur. Bu aktivitenin esası, Geç Triyas'ta, Anadolu Levhası ile Arabistan Levhasını birbirinden ayıran riftleşme ile Tetis Okyanusu'nun oluşmaya başlamasıdır. Bu okyanusun gelişimi Geç Triyas'tan itibaren devam ederek Geç Kretase başlarında maksimum açılımına erişmiş ve bu zamandan itibaren kuzeye, Avrasya Levhası'nın altına doğru eğimli bir yitimle kapanmaya başlamıştır [13], [20].

Bitlis-Pütürge Masifi ile Arabistan Levhası arasındakinden başka Bitlis-Pütürge Masifi ile Keban-Malatya Metamorfikleri arasında bir de okyanus kolu mevcuttur. Geç Kretase başlarından itibaren her ikisi de kapanmaya başlamış ve kuzeydeki kol Geç Kretase sonunda kapanmıştır. Güneydeki ana okyanus ise Orta Miyosen'e kadar varlığını sürdürmüş ve nihai kıta-kıta çarpışması ile Paleotektonik dönem sona ermiştir.

Kıta-kıta çarpışmasına bağlı olarak Doğu Anadolu’da yaklaşık K–G doğrultulu sıkışma rejimi başlamış ve önceleri daha çok kıvrımlı deformasyonlarla kıta kabuğu kalınlaşmaları, daha sonra ise Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu Fay Sistemleri’nin de dahil olduğu kırıklı deformasyonlar meydana gelmiştir (şekil 5.2). Bu deformasyonlar nedeniyle kuzey ve güneydeki bloklar birbirine yaklaşırken, doğu ve batıdaki bloklar da birbirlerinden halen yılda ortalama 0,5–2 cm kadar uzaklaşmaktadırlar.

5.2.1. Uyumsuzluklar

İnceleme alanında Permo–Triyas yaşı Keban Metamorfikleri ile Senoniyen yaşı Elazığ Mağmatikleri tektonik ilişkilidir. Keban Metamorfikleri ile Orta Eosen–Üst Oligosen yaşı Kırkgeçit Formasyonu arasında ve Kırkgeçit Formasyonu ile Üst Miyosen–Alt Pliyosen yaşı Karabakır Formasyonu arasında uyumsuzluk mevcuttur (şekil 5.1).

5.2.2. Kıvrımlı Yapılar

İnceleme alanında haritalanabilecek ölçekte önemli kıvrımlı yapılar bulunmamakta, ancak 10 km kadar güneyinde Hankendi Antiklinali yüzeylemekte olup eksenini kuzeydoğu yönlüdür.

5.2.3. Kırıklı Yapılar

Bölgedeki tektonik deformasyonların belirgin izleri yaklaşık K–G doğrultulu basınç kuvvetlerinin oluşturduğu KD–GB ve KB–GD doğrultulu kırık takımlarıdır. Harami Formasyonu kireçtaşlarından ölçülen çatlaklardan hazırlanan diyagramlar maksimum gerilme kuvvetinin Maestrihtiyen sonunda K30B doğrultulu, Kırkgeçit Formasyonunda Üst Eosen sonunda K350B doğrultusunda olduğunu ortaya koymaktadır [22].

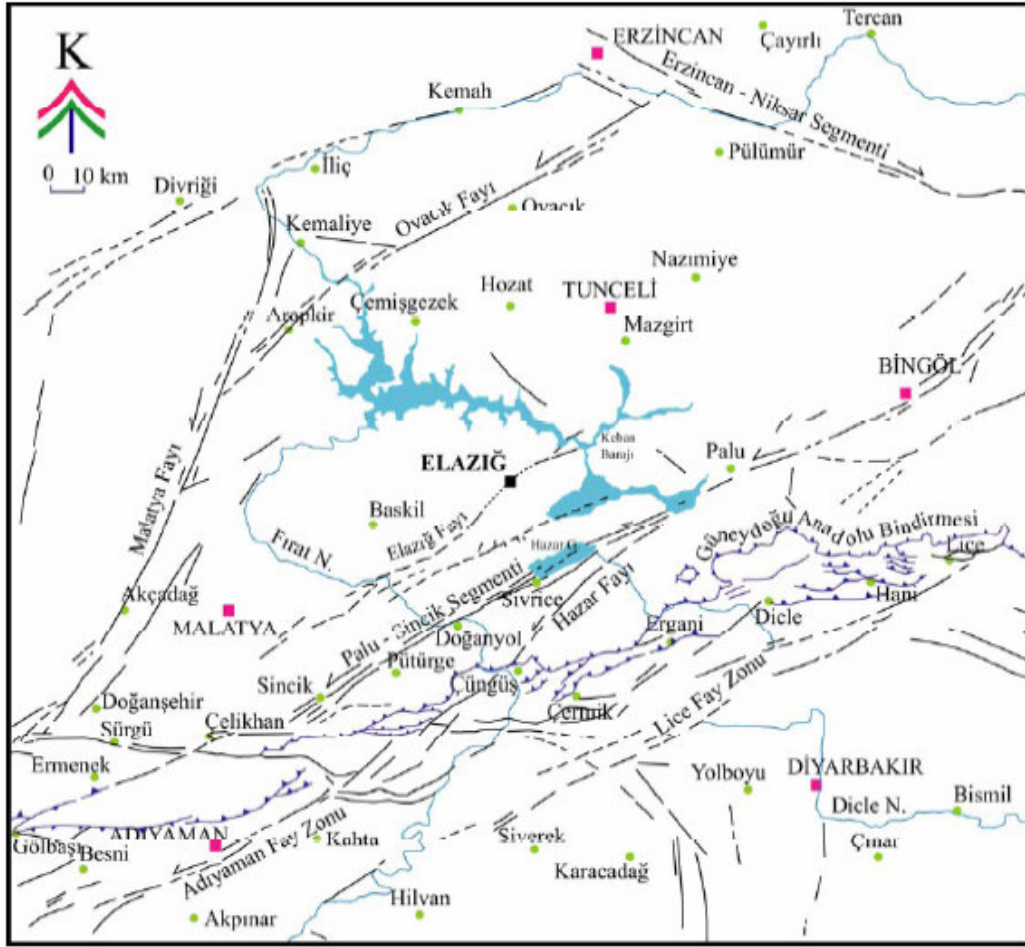
5.3. Faylar

Elazığ İl Merkezi Yerleşim Alanı, Doğu Anadolu Fay (DAF) Sistemi içersinde bulunmakta olup yakın çevresindeki önemli fayların özellikleri aşağıda özetlenmiştir (şekil 5.2).

5.3.1.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. Fayın devamı batıda Harput Koleji'nin yakın kuzeyinden, Bilgem Koleji alanından, Hilalkent üzerinden geçerek Elazığ–Malatya Karayolu'nun yakın kuzeyinde yola yaklaşık paralel uzanmaktadır [9] (şekil 5.2).

Arazi incelemelerimiz ve bazı sondaj verileri de Elazığ fayının bölgede D–B doğrultulu ters fay nitelikli olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla beraber fayın yer yer normal fay özelliği gösterebileceği ihtimali de söz konusudur. Elazığ Fayı olarak adlandırdığımız bu fayın bir segmentinin Karabakır Formasyonu'nun çakıltası–kumtaşı üyesini kestiği belirlendiğinden yaşının Üst Miyosen–Alt Pliyosen veya daha genç olması gerekir [9].



Şekil 5.2. Elazığ ve çevresine ait tektonik harita (Perinçek vd, 1987’den değiştirilerek alınmıştır).

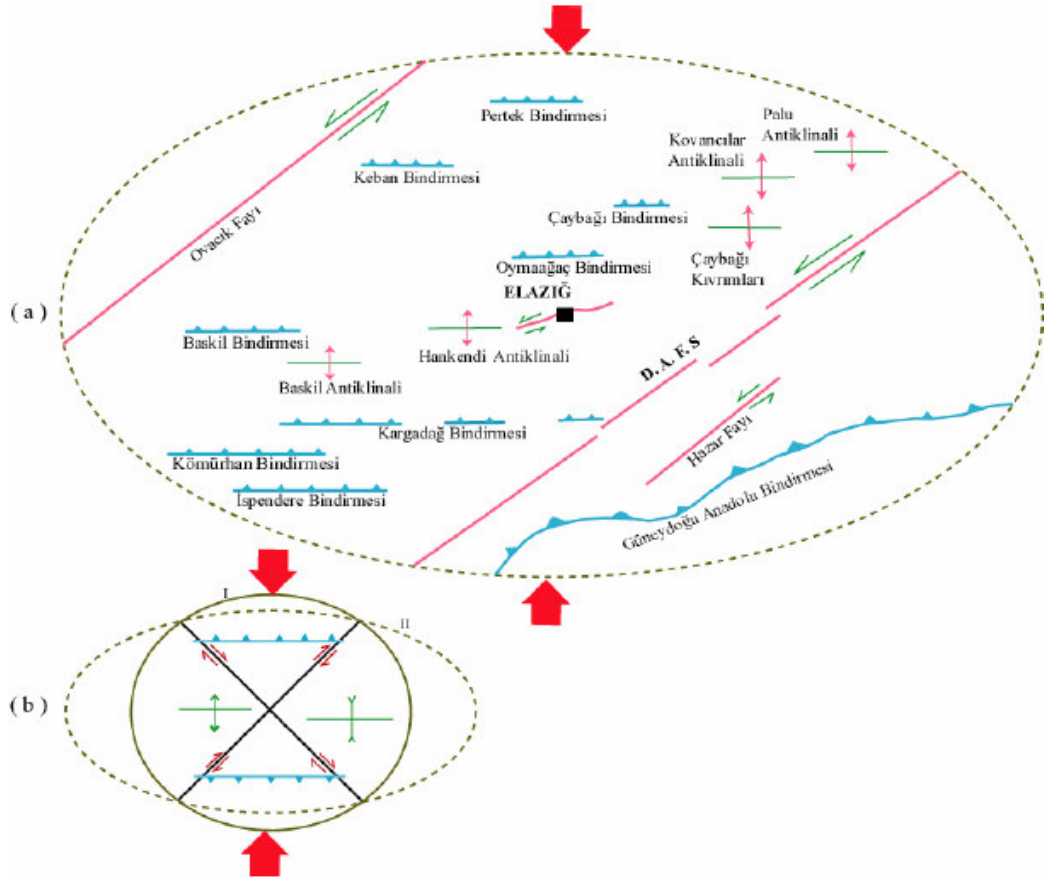
5.3.2. Palu–Sincik Fay Zonu

DAF’ nın yaklaşık 145 km. uzunluğundaki bu parçası Palu güneyinde K600D genel doğrultusundadır. Hazar Gölü–Sivrice–Doğanyol güzergâhından Şiro Çayı boyunca uzanır ve Sincik kuzeyinde belirginliğini kaybeder (şekil 5.2). DAF-Hazar Gölü yöresi dışında-dar bir zon halindedir. Palu–Sincik Segmentinin bir özelliği de, doğrusal uzanım göstermesidir. Fay, Palu yöresinde Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı ile kuzeydeki Oligosen yaşlı Kırkgeçit Formasyonu’nu ayırır.

5.4. Tektonik Yorum

İnceleme alanı Orta Miyosen’den günümüze kadar yaklaşık K-G doğrultulu basınç kuvvetlerinin etkisi altında şekillenmiştir (şekil 5.3). Meydana gelen tektonik yapılar; doğu-batı doğrultulu kıvrımlar, ters faylar ile KD ve GB doğrultulu kırıklardır. Şekil 5.3’de toplu halde

gösterilen ve arazi çalışmalarıyla belirlenen yapılar, teorik ve deneysel araştırma sonuçlarıyla (Örn. [28], [29]) uyum içindedir.



Şekil 5.3. Elazığ yakın çevresinde belirlenen tektonik yapıların deformasyon elipsoidinde genel konumları (a) ve laboratuvar deneylerinde aynı koşullarda oluşması beklenen tektonik yapılar (b).

Karakısa [30] ve Kalafat [31] yaptıkları odak mekanizması çözümlerinde, Doğu Anadolu Fay Sisteminde meydana gelen depremlerin sol yönlü doğrultu atımlı olduğunu, ancak bunların ikinci bileşenlerinin de olduğunu belirtmektedir. Arazi ölçümleri de benzer bulguları ortaya koymaktadır.

5.4.1. Jeoteknik İnceleme

Elazığ bölgesinin zemin incelemesinden sonra sıvılaşma bölgeleri ele alınacaktır.

5.4.2. S-Dalgasına Göre Zemin Sıvılaşması Bölgelelendirmesi

Yapılar, üzerinde bulundukları zemin niteliklerine göre depremlerden az-çok etkilenir; zeminin türü, litolojisi, kalınlığı, yeraltı su seviyesi, vb. en önemli etkenlerdir. Depremde oluşabilecek hasarların önceden belirlenmesi için bölgede sismik incelemeler yapılır veya

açılmış sondaj karotlarından ve SPT değerlerinden yararlanılır. İnceleme alanında yapılmış sismik veriler bulunmadığı ve yoğun yerleşim nedeniyle dinamit kullanarak deney yapılması mümkün olmadığından 1999–2004 yılları arasında açılmış 512 adet sondaj verilerine Elazığ Bel. Bşk. arşivinden ulaşılarak zemin sıvılaşma haritası hazırlanmıştır. Bilhassa kil, silt gibi mikron boyutlu çok ince daneli zeminler yer altı suyunun etkisiyle deprem sırasında (zemindeki titreşimlerle) sıvı–çamur özelliği göstermektedir. “Zeminin sıvılaşması” denilen bu olay meydana geldiğinde binaların dengeleri bozulduğundan yıkılmakta, yana yatmakta ve alt katları zemine gömülmektedir.

Zemin sıvılaşma haritası ile Elazığ İl Merkezi Yerleşim yeri jeoloji haritaları karşılaştırıldığında jeolojik haritadaki “birinci derece kötü zemin alanı” ile zemin sıvılaşma riskinin yüksek olduğu bölgeler esasta örtüşmektedir. Zemin sıvılaşma riski yüksek bölge, Emniyet Sarayı’nın güneyinde, Üniversite, Kültür, Nailbey, Olgunlar ve Akpınar Mahallelerinde görülmektedir.

Jeolojik harita ile zemin sıvılaşma haritaları arasındaki bu fark yeraltısu seviyesinden ve/veya bazı sondaj verilerinden (farklı sondörler tarafından değişik araç, bilgi v.s. ile yapıldığından) kaynaklanmış olabilir. Esasta deprem riskli bölgeler her iki haritada da kil, silt gibi çok küçük dane boyutlu zeminler olup, yüksek yeraltısu seviyesi riski daha da artırmaktadır.

6. ELAZIĞ İL MERKEZİNDE İNŞA EDİLEN BİNALARIN DEPREM RİSK ANALİZİ

6.1. Risk Durumu

Risk, genel olarak doğal afet tehlikesi ile tehlike oluştuğunda doğuracağı sonuçların bütünü olarak tanımlanır. Afet tehlikesi ise, doğal afetin belli bir mekanda ve zaman aralığında olma olasılığıdır. Dolayısı ile deprem olma olasılığı çok yüksek bir mekanda eğer beklenen zararlar önemsiz ise risk küçük olacaktır. Bu durumun aksine, deprem tehlikesi çok düşük olsa da büyük bir şehirde meydana gelecek hasarlar çok ciddi olabileceğinden, genellikle risk de yüksek olacaktır.

Doğal afetler özellikle de deprem afeti ülkemizdeki kentlerin gelişimini ve kalkınmasını, dolayısı ile de ülke kalkınmasını doğrudan etkileyen olaylardır. Bu gerçek dünyada da giderek gözlenip kabul edilen bir olgu olmuştur. Bugüne kadar yapılan deprem riski tahminleri daha çok sismik tehlikenin hesaplanması ve ağır hasar görebilecek binaların belirlenmesi aşamalarından oluşmaktadır. Ancak bu yaklaşımda, riski oluşturan diğer kent elemanları göz ardı edilmektedir. Dolayısıyla deprem tehlikesi gerçekleştiğinde oluşacak sonuçlar sadece binaların yıkılması olarak ele alınmaktadır. Kentte yaşayan toplum, kent ekonomisi, alt yapı, kültürel ve tarihi eserler gibi kenti meydana getiren tüm elemanların göz önüne alındığı deprem risk analizi ile kentsel risk daha gerçekçi bir şekilde tahmin edilebilir.

Ülkemiz dünyanın sismik olarak en aktif bölgelerinden birindedir [32] ve kentleşme oranları göz önüne alındığında, kentlerin büyük çoğunluğunun yüksek risk altında olduğu bir gerçektir. Kentsel riskin azaltılması ve hasarın en aza indirilmesi için bütünlük bir yaklaşımla riskin bulunması gerekmektedir. Bugüne kadar yapılan deprem risk tahminleri daha çok sismik tehlikenin hesaplanması ve ağır hasar görebilecek binaların belirlenmesi aşamalarından oluşmaktadır.

6.2. Elazığ Bölgesi Deprem Risk Bilgilerini Oluşturma Çalışmaları Kapsamı

Elazığ ili gibi yerleşimini tamamlamış bir bölgeye ait depreme hazırlık çalışması aşağıdaki aşamalardan oluşmalıdır.

1) Zemin özelliklerine bağlı mikro bölgeleme ve arazi güvenlik değerlendirmesi. Yerel zemin özelliklerine ve beklenen deprem özelliklerine bağlı olarak yer hareketinin yaratacağı farklı geoteknik davranış biçimlerinin ve etki seviyelerinin belirlenmesi ayrıca zemin özelliklerine bağlı olarak binaların deprem risk durumlarını tayin etmek.

2) Zemin-yapı etkileşimini de hesaba katan risk analizi. Bölgedeki yapı stoğunun envanteri çıkarılır ve birinci aşamadan elde edilen geoteknik risk etkilerine bağlı olarak bu yapılarda beklenecek hasar seviyelerinin dağılımı elde edilir.

3) Master planın hazırlanması

4) Elde edilen veriler ışığında yüksek risk altındaki binalara ve mahalle bazında yerleşim alanları için gerekli tedbirlerin alınmasını sağlamak

6.3. Yapıya Yönelik Olan Çalışmalar

Elazığ ili'nde yapılara ait deprem risklerini tanımlamaya yönelik yapılan çalışmalar aşağıdaki aşamaları kapsayacak şekilde planlanmıştır. Bu aşamalar;

1. Bölgeye uygun bir metodolojinin tanımlanması
2. Bu metodolojiye uygun bir anket formunun hazırlanması
3. İncelemeyi yapacak elemanların eğitimi
4. Uygun kodlama tekniklerinin seçilmesi
5. Araziden verinin toplanması
6. Veri analizi ve değerlendirme
7. Her binaya ait risk seviyesinin tanımlanması
8. Sonuçların SPSS 16.0 veri tabanı ortamında değerlendirilmesi

Zemin araştırmalarından sonra, deprem zararlarını azaltma çalışmalarının ikinci ve en önemli ayağını mevcut yapıların envanterinin çıkarılması ve deprem risk durumlarının belirlenmesi oluşturmaktadır. Mevcut bir yapının deprem riskinin belirlenmesinde etkili olan çok sayıda parametre bulunmaktadır. Bunların bir kısmı; bölgenin depremselliği, yerel zemin özellikleri, yapının geometrisi, kesit ve malzeme özellikleri, taşıyıcı sistemin türü ve yapısal elemanların detaylarıdır.

Binaların mevcut durumlarının tespit edilmesine yönelik en kesin yöntem, kesin analiz yöntemleri olmakla beraber, incelenmesi gereken binlerce bina ve bununla beraber bu konularda uzman olan elemanların sayıca yetersizliği göz önüne alındığında, bu tip yöntemler hem zaman hem de maliyet açısından ekonomik olmamaktadır. Bu durumda amaca uygun sayıda, güvenilir parametrelerle ve sayısal bir değerlendirme esasına dayalı hızlı sonuç verebilecek yaklaşık yöntemlerin kullanılması en ekonomik ve gerçekçi çözümdür. Bu noktadan yola çıkarak, Elazığ ili için yapılan binaların deprem risk seviyesini belirleme çalışması için bu araştırma kapsamında uzman kişiler tarafından özel olarak bir metodoloji geliştirilmiştir. Bu metodoloji, Ulusal Deprem Konseyi Raporu (2002)'unda belirtildiği gibi yerel koşulları, yaygın yapı gereçlerini ve mevcut Deprem Yönetmeliğimizi baz alan ve her binanın içerisine girilerek

doldurulabilen bir anket formu ve durum tespiti yapan **SPSS For Windows 16.0** paket programına aktarılmıştır. Bu program;

- Yapı ile ilgili bilgilerin sorgulandığı bir anketi,
- Anket verilerinin bilgisayara aktarılmasını ve
- Yapının analizini kapsamaktadır.

Programın amacı pratik bir biçimde ve mümkün olduğunca doğruya yakın sonuç almaktır. Bina ile ilgili değerlendirme ve yorumlar tamamen matematiksel prensiplerle yapılmakta ve anket değerlendirmeleri otomatik olarak hazırlanmaktadır. Böylece farklı tecrübelerle sahip uzman görüşlerinde yapılabilecek hataları minimuma indirilmektedir. Program MS-DOS ortamında çalışmaktadır. Bu program yöntemi altmış yedi parametre ile yapıların güvenliğini tespit etmektedir. Değerlendirme soruları aşağıda verilen ana başlıklar altında oluşmaktadır;

1. Binanızın bulunduğu yer
2. Binanız betonarme ise yaşı
3. Binanızın taşıyıcı sistemi
4. Binanızda bodrum kat ve rutubet sorunu var mı?
5. Binanız zemin kat dahil kaç katlı?
6. Binanızın zemin katı nasıl?
7. Bina çıkmaları nasıl?
8. Binaya yapılan müdahale var mı?
9. Binanın kullanım amacı değiştirildi mi?
10. Binanızda şu ana kadar yapılan müdahaleler nelerdir?
11. Binanızdaki daha önceki hasar ve çatlaklar
12. Bina şekli, plan şeması

Anket verileri bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Ancak bu çalışmada olduğu gibi geniş alan kapsayan ve çok sayıda yapıyı içeren çalışmalarda risk değerlendirmesi ancak göreceli olarak yapılabilir. İncelenen yapıların tipleri ve özellikleri çok çeşitlidir. Bu ankette her bina için yaklaşık altmış yedi adet parametre kullanılmakla birlikte uygulanan yöntemin değerlendirmesi her parametreye, parametrenin özelliğine göre puanlama sistemi oluşturulmuştur. Daha önce de belirtildiği gibi binanın yaşı, taşıyıcı sistemi, kat durumu, rutubet sorunu, zemin katın genel özellikleri, bina çıkmaları, yapılan müdahaleler, kullanım amacının değiştirilip değiştirilmediği, binada daha önceki hasar ve çatlaklar ve bina şekli gibi parametreler deprem yükleri ve diğer yüklerden bağımsız olarak yapıların birbiri ile kıyaslanmasında kullanılan parametrelerdir.

7. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Bu bölümde araştırmanın evreni ve örneklemini tanımlanmış, veri toplama aracı, verilerin toplanması, analiz ve kullanılan istatistiksel işlemler üzerinde durulmuştur.

7.1 Araştırmanın Modeli

Araştırma “betimsel survey-betimsel tarama” modeline dayalı olarak yapılmıştır. Bu model olayların, objelerin, varlıkların, kuramların ve çeşitli alanların “ne” olduğunu betimlemeye, açıklamaya çalışan araştırmalarda kullanılmaktadır [35]. Taşıma gücü zayıf olan zeminler üzerinde inşa edilen binaların deprem risk durumlarını tespit etmek için yaptığımız çalışma betimsel bir araştırmadır.

7.2 Evren ve Örneklem

Araştırmanın evreni, 2005–2008 yılları arasında Elazığ il merkezinde mahallelere göre binaların bulunduğu bölgenin yüzölçümü esas alınarak incelemeye alınan toplam 735 binada yapılan araştırmalar ve il merkezinin zemin yapısı ile ilgili yaptığımız çalışmalar ile elde edilen veriler ışığında yapılan değerlendirmeler oluşturmaktadır. *Örneklem* ise, araştırmanın evreni aynı zamanda örneklem grubunu oluşturmaktadır.

7.3. Veri Toplama Araçları

Bina Deprem Risk Anketi için gerekli veriler, ilgili literatürün taranması, bölgenin zemin yapısının incelenmesi ve deprem risk analiz anketi olmak üzere üç kaynaktan toplanmıştır. Araştırma problemini tanımlamak ve Elazığ il merkezinin zemin yapısı ile il merkezinde inşa edilen binaların genel yapısını incelemek için öncelikle ilgili kaynaklar taranmıştır. Bu kaynaklardan ve incelemelerden yararlanılarak deprem risk analiz anketi geliştirilmiş ve araştırmanın gerekliliği için uygulanmıştır.

Geliştirilen ve uygulanan deprem risk analiz anketi, Elazığ il merkezinde inşa edilen mahallelere göre yüzölçümü esas alınarak belirlenen toplam 735 adet binaya teknik bilgilere sahip uzman anketörler ile gidilerek yapılan yerinde incelemelerle binaların deprem risk analizini belirlemeye yönelik bilgileri kapsamaktadır. Gerekli araştırmalar ve incelemeler sonucunda elde edilen bilgiler ve binaların deprem risk durumunu belirlemeye yönelik uygulanan anketteki veriler, Fırat Üniversitesinde ilgili alan uzmanı kişilere içerik yönünden

incelenmesi amacıyla verilmiştir. Tekrar gerekli düzeltmeler ve incelemeler yapıldıktan sonra son şeklini alan binaların deprem risk analizini belirlemeye yönelik anket çoğaltılmıştır.

Anket, araştırmanın kapsamını en verimli şekilde değerlendirmeye yönelik binaların genel yapısını belirleyecek şekilde 67 parametre esas alınacak şekilde hazırlanmıştır. Binalar hakkında araştırmaya esas konu için uygulanan deprem risk analiz anketindeki maddeler uzman elemanlarla her bir binaya gidilerek yaptığımız gözlemler, mesleki beceri, tecrübe ve bilgiler sonucunda doldurulmuştur.

7.4. Verilerin Toplanması

Veri toplamak amacıyla geliştirilen deprem risk analiz anketinin uygulanabilmesi Elazığ Valiliği ve Elazığ Valiliği Bayındırlık İskan Müdürlüğü'nden gerekli izin alınmıştır. Uzman anketörler ile birlikte yapılan incelemeler sonucunda anket binalara uygulanmıştır. Binalara yerinde yapılan incelemeler sonucunda gerekli veriler toplanmış olup, toplam 735 bina üzerinde araştırma yapılmıştır.

7.5. Verilerin Çözümlemesi ve Yorumlanması

Deprem risk analiz anketinin uygulanmasında elde edilen veriler kodlanarak bilgisayara işlenmiş ve gerekli analizler yapılmıştır. Verilerin analizinde **SPSS For Windows 16.0** paket programından faydalanılarak frekans analizi yapılmıştır. Deprem risk analiz anketinin çözümlemesi ve yorumlanması aşamasında anketteki maddeler birbiriyle ilişki durumuna göre gruplandırılmıştır. Ayrıca binalara deprem risk testi uygulanarak risk durumları tespit edilmiştir.

Verilerin analizinde **SPSS For Windows 16.0** paket programından faydalanılarak deprem risk analiz anketinin tüm maddelerine ilişkin frekans dağılımları çıkarılmış ve yüzdeleri hesaplanmıştır. Ayrıca puanlama sistemine göre de mahalleler baz alınarak bölgenin ve binaların deprem risk durumları tespit edilmiştir. Verilerden yola çıkılarak bina ile ilgili ilişkilendirilen maddelerin yüzdeleri ve risk durum puanları çıkarılarak elde edilen sonuçlar ve Elazığ il merkezinin zemin yapısı ile ilgili yapılan çalışmalar esas alınarak yorumlama yapılmıştır.

Yorum yapılırken, önce bölgenin zemin yapısının incelenmesi sonucunda elde edilen veriler baz alınıp, anket sonucunda çıkarılan yüzdelerle bakılarak binaların deprem risk durumları belirlenmiştir. Binaların deprem risk analizine ilişkin tablolar, Bulgular ve Yorum bölümünde verilmiştir.

8. BULGULAR VE YORUM

Amacı Elazığ il merkezinde inşa edilen binaların deprem risk analizini belirlemeye yönelik olan araştırmanın bu bölümünde incelemeye alınan binalara ilişkin genel bilgiler ile araştırmanın amacına yönelik bulgulara yer verilmiştir.

8.1. Binaların Genel Yapısına İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Bina ile ilgili araştırmaya esas konu için gerekli bilgilere ilişkin bulgular ve yorumlar aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

8.1.1. Binaların İnşa Edildiği Yerin Zemin Yapısına İlişkin Bulgular

İncelemeye alınan binaların inşa edildiği yerin zemin yapısına ilişkin bulgular Tablo 8.1’de verilmiştir.

Tablo 8.1. Binaların İnşa Edildiği Yerin Zemin Yapısına İlişkin Bulgular

Binanın bulunduğu yer	f	%
Kayalık zemin	0	0
Yüksek tepelik yer	2	0,3
Yumuşak toprak zeminler	694	94,4
Çevresine göre çukur zeminler	37	5,0
Sulu zeminler	2	0,3
Toplam	735	100,0

Tablo 8.1’e bakıldığında incelenen binaların % 94,4’nün yumuşak toprak zeminler üzerinde inşa edildiği; % 5’nin çevresine göre çukur zeminler üzerinde; % 0,3’nün yüksek tepelik yer üzerinde; % 0,3’nün sulu zeminler üzerinde inşa edildiği görülmektedir ve kayalık zemin üzerinde inşa edilen binaların olmadığı tespit edilmiştir.

Bu tablodan elde edilen veriler ışığında Elazığ il merkezinde inşa edilen binaların % 94,4 gibi bir yüzdenin yumuşak toprak zeminler üzerinde inşa edildiği ve bu değerın Bölüm 5’de de görüldüğü üzere Elazığ il merkezinin alüvyon topraklarla kaplı olduğu, zeminin taşınmış topraklardan oluştuğu bilgisi de göz önünde tutulduğunda deprem açısından bölgedeki binaların yüksek deprem riski altında olduğu söylenebilir. Çünkü birikinti zeminlerdeki

yapılarda hem temeldeki farklı çökmeler, hem de bu ortama gelen deprem dalgaları hızındaki ani değişiklikler nedeniyle tahribat fazla olmaktadır.

8.1.2. Binaların Yaşına İlişkin Bulgular

İncelemeye alınan binaların yaşına ilişkin bulgular Tablo 8.2’de verilmiştir.

Tablo 8.2. Binaların Yaşına İlişkin Bulgular

Binanız Betonarme ise yaşı	f	%
1-10 yıl	122	16,6
11-20 yıl	127	52,3
21-30 yıl	174	23,7
31 yıl ve üstü	55	7,5
Toplam	735	100,0

Tablo 8.2’ye bakıldığında incelenen binaların % 52,3’ünün 11–20 yıl yaşında olduğu; % 23,7’sinin 21–30 yıl; % 16,6’sının 1–10 yıl ve % 7,5’ nin 31 yıl ve üzeri yaşlarında olduğu görülmektedir.

Bu tablodan elde edilen veriler ışığında son yirmi yılda büyük bir yapılaşmanın olduğu gözlenmiştir. Bunun sebebi ise özellikle tarım arazisi olarak önceden kullanılan yerlerin imara açılması ile yapılaşma artmıştır. Son yirmi yıldaki yapılaşmanın % 68,9’luk bir yüzdeye ve diğer yıllarda yapılaşmanın toplam % 31,1’lik bir yüzdeye sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Bu sebepten Elazığ ilinin yumuşak zeminler üzerinde inşa edilen binaların daha çok yeni yapılar olması dikkat çekmektedir.

8.1.3. Binaların Taşıyıcı Sistemine İlişkin Bulgular

İncelenen binaların taşıyıcı sistemine ilişkin bulgular tablo 8.3’de verilmiştir.

Tablo 8.3. Binaların Taşıyıcı Sistemine İlişkin Bulgular

Binanın Taşıyıcı sistemi	f	%
Çelik ya da ahşap bina	4	0,5
Betonarme bina	589	80,1
Tuğla örgü yığma bina	90	12,2
Taş örgü yığma bina	11	1,5
Kerpiç örgülü bina	39	5,3
Kerpiç örgülü toprak damlı bina	2	0,3
Toplam	735	100,0

Tablo 8.3'e bakıldığında incelenen binaların taşıyıcı sistemlerinin % 80,1'nin betonarme bina olduğu; % 12,2'sinin tuğla örgü yığma bina; % 5,3'nün kerpiç örgülü bina olduğu; % 1,5'nin taş örgü yığma bina olduğu; % 0,5' nin çelik ya da ahşap bina ve % 0,3'nün kerpiç örgülü toprak damlı bina olduğu görülmektedir.

Bu tablodan elde edilen verilere bakıldığında % 80,1'lik gibi büyük bir kısmın taşıyıcı sisteminin betonarme yapı olduğundan hareketle Elazığ il merkezinde çelik yapıların az olduğu söylenebilir ve bu sonuç aynı zamanda ülkemizdeki binaların taşıyıcı sistemlerinin çelik yapıdan daha çok betonarme bina olduğunu göstermektedir. Tablo 8.3'deki taş örgü yığma bina, kerpiç örgülü bina ve kerpiç örgülü toprak damlı binaların toplamı % 7,1'i kapsadığı, Tablo 2'de ise otuz yıl üstü binaların % 7,5 oranında olduğu görülmüştür. Bu iki değer karşılaştırıldığında son 31 yıl ve üstü binaların taşıyıcı sistemlerinin yığma yapıdan oluştuğu söylenebilir.

8.1.4. Binaların Bodrum Katının Olup Olmadığına ve Rutubet Sorununa İlişkin Bulgular

İncelenen binaların bodrum katlarının olup olmadığına ve rutubet sorununa ilişkin bulgular Tablo 8.4'de verilmiştir.

Tablo 8.4. Binaların Bodrum Katının Olup Olmadığına ve Rutubet Sorununa İlişkin Bulgular

Binanızda Bodrum kat ve Rutubet Sorunu Var mı?	f	%
Bodrum kat var, hiç rutubet olmuyor	375	51,0
Bodrum kat var kış aylarında rutubetli	126	17,1
Bodrum kat yok, rutubet yok	192	26,1
Bodrum kat var, sürekli rutubet var	35	4,8
Bodrum kat var, su birikiyor	7	1,0
Toplam	735	100,0

Tablo 8.4'e bakıldığında incelenen binaların % 51'inin bodrum katının olduğu ve rutubetin olmadığı; % 26,1'inin bodrum katının olmadığı ve rutubetin olmadığı; % 17,1'inin bodrum katının olduğu ve kış aylarında rutubetin olduğu; % 4,8'inin bodrum katı olduğu ve sürekli rutubetin mevcut olduğu; % 1'inin bodrum katının olduğu ve bodrum katında su birikintisinin olduğu görülmektedir.

Tablo 8.4'te elde edilen veriler incelendiğinde binaların toplam % 77,1'lik kısmında rutubet olmadığı ve % 22,9'luk kısmında ise rutubetin mevcut olduğu gözlenmiştir. Bunun sebebi ise Tablo 8.3'de görüldüğü üzere taşıyıcı sistemi betonarme olan yapılar % 80,1'lik bir alana sahip olduğu ve betonarme yapıların temel ile bodrumlarında yalıtım yapılmasından dolayı rutubet sorununun büyük ölçüde çözümlendiği ortaya çıkmıştır.

8.1.5. Binaların Kat Sayısına (Zemin kat Dahil) İlişkin Bulgular

İncelenen binaların kat sayısına ilişkin bulgular tablo 8.5’de verilmiştir.

Tablo 8.5. Binaların Kat Sayısına (Zemin kat Dahil) İlişkin Bulgular

Binanız Zemin Kat Dahil Kaç Katlı	f	%
Bir katlı	75	10,2
İki katlı	82	11,2
Üç katlı	107	14,6
4–5 katlı	416	56,6
6–8 katlı	53	7,2
Dokuz kat ve üstü	2	0,3
Toplam	735	100,0

Tablo 8.5 incelendiğinde binaların % 56,6’sının 4–5 katlı olduğu; % 14,6’sının 3 katlı olduğu; % 11,2’sinin 2 katlı olduğu; % 10,2’sinin 1 katlı olduğu; % 7,2’sinin 6–8 katlı olduğu ve % 0,3’nün dokuz kat ve üzeri olduğu görülmektedir.

Tablo 8.2’de görüldüğü gibi binaların yaşına ilişkin bulgular son 20 yıl içerisinde yapılan binaların % 68,9’luk kısmı oluşturduğu ortaya çıkmıştır. Tablo 8.5 ile ilişkilendirildiğinde 4 kat ve üzeri binaların % 64,1’lik bir yüzdeye sahip olduğu ve son 20 yıl içerisinde bu bölgelerde belediye tarafından çok katlı binaların yapılmasına izin verildiğinden hareketle çok katlı bina yapımında artış olduğu görülmüştür. Zemini yumuşak toprak olan binaların 5 kat üzeri yapılması deprem riski açısından tehlikeli bir durum arz etmektedir.

8.1.6. Binaların Zemin Katının Geometrisine İlişkin Bulgular

İncelenen binaların zemin katının geometrisine ilişkin bulgular Tablo 8.6’da verilmiştir.

Tablo 8.6. Binaların Zemin Katının Geometrisine İlişkin Bulgular

Binanızın zemin katının geometrisi nasıl?	f	%
Üst katlarla aynı	435	59,2
Üst katlardan daha içeride, ancak duvarlar kapalı	224	30,5
Kat yüksekliği diğer katlardan daha fazla, ancak duvarlar kapalı	54	7,3
Normal katlarla aynı, ancak duvar yok	6	0,8
Normal katlardan daha içeride, ancak duvar yok	6	0,8
Kat yüksekliği normal katlardan daha fazla, ancak duvar yok	10	1,4
Toplam	735	100,0

Tablo 8.6'ya bakıldığında incelenen binaların zemin katının geometrisi hakkında binaların zemin katlarının % 59,2'sinin üst katlarla aynı seviyede olduğu; % 30,5'inin üst katlardan daha içeride olduğu ancak duvarların kapalı olduğu; % 7,3'ünün kat yüksekliğinin diğer katlardan daha fazla, ancak duvarların kapalı olduğu; % 1,4'ünün kat yüksekliğinin normal katlardan daha fazla, ancak duvarların olmadığı; % 0,8'inin normal katlarla düşey ekseninde seviyelerinin aynı olduğu, ancak duvarların olmadığı ve % 0,8'inin normal katların düşey ekseninde seviyelerine göre daha içeride olduğu, ancak duvarların olmadığı görülmektedir.

Bu tabloya elde edilen verilere göre binaların % 59,2'lik kısmının zemin katlarının üst katlarla düşey ekseninde seviyelerinin aynı düzlemde olması binanın statik dengesi, burulma momentine karşı davranışı ve depremden dolayı meydana gelecek hareket salınımları açısından avantaj sağlamaktadır. Ancak bu avantaj sadece binaların depreme karşı dayanımları artırmak için tek başına yeterli değildir. Depreme karşı risk durumunun minimum seviyede olması birçok parametrenin beraber olarak olumlu yönde birliktelik sağlaması ile mümkündür. Bunun yanında yukarıdaki verilere bakıldığında binaların % 30,5'lik kısmının zemin katlarının üst katlarla düşey ekseninde seviyelerinin aynı olmaması da mevcut binaların deprem risk durumunu artırmaktadır.

8.1.7. Binalarda Yapılan Çıkmaların Yapısına İlişkin Bulgular

Araştırmaya konu olan binalarda yapılan çıkmaların yapısına ilişkin bulgular Tablo 8.7'de verilmiştir.

Tablo 8.7. Binalarda Yapılan Çıkmaların Yapısına İlişkin Bulgular

Bina çıkmaları nasıl?	f	%
Binada hiç çıkma yok	173	23,5
Yalnızca balkonlar çıkma	472	64,2
Binanın bütününde kapalı çıkma var 80 cm'ye kadar	64	8,7
Açık çıkmalar duvarlarla kapatılmış	11	1,5
Binanın bütününde 80 cm'den fazla çıkma var	15	2,0
Toplam	735	100,0

Tablo 8.7'ye bakıldığında binada yapılan çıkmaların % 64,2'sinde yalnızca balkonlardan oluştuğu; % 23,5'inde çıkmaların mevcut olmadığı; % 8,7'sinde binanın tamamında 80 cm'ye kadar kapalı çıkma olduğu; % 2'sinde binanın tamamında 80 cm'den fazla çıkmaların olduğu ve % 1,5'unda açık çıkmaların duvarlarla kapatıldığı görülmektedir.

Verilerin yorumlanmasına geçmeden önce bilindiği gibi binada çıkmaların yatay ve düşey ekseninde süreklilik göstermemesi ve simetrik olmaması binanın statik dengesini bozmakla

beraber bunun sonucunda binada deprem anında eksenel yönde yıkılmalara sebep olmaktadır. Bu sebeple binaların depreme karşı risk durumları artmaktadır. Bu bilgiler ışığında veriler değerlendirildiğinde çıkmaların % 64,2'lik kısmının balkonlardan oluşması dezavantaj teşkil etmektedir. Ancak balkonların düşey ve yatay ekseninde simetrik olması durumunda ve 80 cm'ye kadar çıkmaların yapılması halinde bu risk azalabilir. Ayrıca binaların % 23,5'inde çıkmaların olmaması depreme karşı avantaj sağlamakla beraber, tek başına yeterli değildir ve binanın kullanımı, estetiği ve ihtiyaçları karşılamak açısından olumsuz olduğu söylenebilir.

8.1.8. Binaların İç ve Dış Yapısında Yapılan Değişikliklere İlişkin Bulgular

İncelenen binaların iç ve dış yapısında yapılan değişikliklere ilişkin bulgular Tablo 8.8'de verilmiştir.

Tablo 8.8. Binaların İç ve Dış Yapısında Yapılan Değişikliklere İlişkin Bulgular

Binaya yapılan müdahale var mı?	f	%
Binanın herhangi bir yerinde değişiklik yapılmadı	707	96,2
Binanın iç duvarlarında kaldırılan bölümler var	13	1,8
Binanın iç duvarlarında birden fazla kaldırılan bölümler var	5	0,7
Dış duvarlarda pencere açıldı veya pencereler büyütüldü	9	1,2
Binanın bütününde ilave pencere yapılması ya da duvarların kaldırılması	1	0,1
Toplam	735	100,0

Tablo 8.8 incelendiğinde binalara yapılan müdahalelerin % 96,2 'sinde binada herhangi bir değişikliğin yapılmadığı; % 1,8'sinde binaların iç duvarlarında kaldırılan bölümlerin olduğu; % 1,2'sinde binanın dış duvarlarda pencerelerin açıldığı veya pencerelerin büyütüldüğü; % 0,7'sinde binanın iç duvarlarında birden fazla kaldırılan bölümlerin olduğu ve % 0,1'nde binanın bütününde ilave pencereler yapıldığı ya da duvarların kaldırıldığı görülmektedir.

Veriler incelenip değerlendirildiğinde binaların % 96,2'sinde hiçbir müdahalenin olmaması binanın statik dengesi açısından ve deprem risk durumunu azaltması noktasında avantaj olmakla beraber, bunun yanında binaların geriye kalan toplam % 3,8'nde değişikliğin olması ancak deprem hakkında yeteri bilgiye sahip olmadığımızla izah edilebilir.

Binanın taşıyıcı elemanları olan duvarlar, kolon ve kirişler üzerinde yapılan değişiklikler gelen yüklerin döşemeye ve oradan da zemine düzensiz iletilmesi noktasında çok büyük tehlike oluşturmakla beraber buna ilave olarak zemin yapısının dolgu zemin veya sulu zemin olması da eklendiğinde kendi elimizle kendimizi depreme mahkum ettiğimiz ortaya çıkmaktadır.

8.1.9. Binaların Kullanım Amacına İlişkin Bulgular

İncelenen binaların kullanım amacına yönelik bulgular Tablo 8.9’da verilmiştir.

Tablo 8.9: Binaların Kullanım Amacına İlişkin Bulgular

Binanın kullanım amacı değiştirildi mi?	f	%
Bina yapım amacına göre kullanılıyor	712	96,9
Konut amaçlı yapılıp, normal katlar atölye olarak kullanılıyor	6	0,8
Zemin kat konut amaçlı yapılıp, dükkan ya da atölye olarak kullanılıyor	15	2,0
Binaya sonradan asansör montajı yapıldı	2	0,3
Toplam	735	100,0

Tablo 8.9 incelendiğinde inşa edilen binaların % 96,9’unun kullanım amacına göre kullanıldığı; % 2’sinin zemin kat konut amaçlı yapılıp, dükkan ya da atölye olarak kullanıldığı; % 0,8’inin konut amaçlı yapılıp, normal katların atölye olarak kullanıldığı ve % 0,3’ünde binalara sonradan asansör montajı yapıldığı görülmektedir.

Elde edilen verilerden yola çıkarak binaların büyük bir kısmının % 96,9’luk kısmının kullanım amacına göre kullanılması deprem riski açısından olumlu bir durum arz etmektedir. Bunun yanında binaların toplam % 3,1’lik kısmında kullanım amacının değiştirilmesi binaların deprem etkisine karşı mukavemetini azaltmakta ve yukarıda da bahsedildiği üzere binanın statik dengesinin bozulmasına sebep olup binada burkulmaların oluşmasına neden olur ve binanın direncinin azalmasına sebebiyet verir.

8.1.10. Binalarda Yapılan Tamirlara İlişkin Bulgular

İncelenen binalara yapılan tamirlara ilişkin bulgular Tablo 8.10’da verilmiştir.

Tablo 8.10. Binalarda Yapılan Tamirlara İlişkin Bulgular

Binanızda şu ana kadar:	f	%
Herhangi bir tamirat yapılmadı	706	96,1
Titreşimli bir aletle tamirat yapıldı	5	0,7
Yapının taşıyıcıları titreşimli bir aletle tamir edildi	2	0,3
Kolon ve kirişlere delik vb müdahale yapıldı	4	0,5
Binada kat ya da döşeme ilavesi yapıldı	18	2,4
Toplam	735	100,0

Tablo 8.10'a bakıldığında incelenen binaların % 96,1'nde herhangi bir tamiratın yapılmadığı; % 2,4'nde binada kat ya da döşeme ilavesi yapıldığı; % 0,7'sinde titreşimli bir aletle tamirat yapıldığı; 0,5'inde kolon ve kirişlere delik vb. müdahale yapıldığı ve % 0,3'ünde yapının taşıyıcıları titreşimli bir aletle tamir edildiği görülmektedir.

Tablo 8.8'de binaların % 96,2'sinde herhangi bir değişiklik yapılmadığı, Tablo 8.9'da binaların % 96,9'unun yapım amacına göre kullanıldığı; bu iki değer birbirine yakın çıkması ile Tablo 8.10'da ise binaların % 96,1'inde herhangi bir tamiratın olmadığı sonucu ile ilişkilendirildiğinde; binaların genellikle konut olarak inşa edildiği, yapıların daha çok yeni inşa edildiği sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu tablodan görüldüğü üzere binanın deprem risk durumunu artırıcı etkisi olan en önemli parametrelerden biri olan % 2,4'lük bir değerle binalara kat ya da döşeme ilavesi yapılması, ilave edilen kat ya da döşemenin binanın taşıma gücünün artmasına ve bu da binada yüklerin üniform bir şekilde dağılmasını engelleyecektir. Ayrıca yeni beton ve eski beton arasında gerekli hidratasyonun sağlanmamasından dolayı zamanla çatlaklar ve her iki parça arasında derin yarıklar ile birlikte uyumsuzluklar görülecektir. Bu durumda binanın deprem risk durumu da artacaktır.

8.1.11 Binalarda Daha Önce Mevcut Bulunan Hasar ya da Çatlakların Neler Olduğuna İlişkin Bulgular

İncelenen binalarda daha önce mevcut bulunan hasar ya da çatlaklara ilişkin bulgular Tablo 8.11'de verilmiştir.

Tablo 8.11. Binalarda Daha Önce Mevcut Bulunan Hasar ya da Çatlakların Neler Olduğuna İlişkin Bulgular

Binanızda daha önceki hasar ya da çatlaklar	f	%
Binanızda gözle görülür çatlak yok	308	41,9
Balkon döşemesinde ya da köşelerinde çok ince çatlak var	226	30,7
Çıkmalardaki dış duvarların kolon ve kirişlerin birleştiği yerde çok ince çatlaklar var	84	11,4
Pencere altı ve hizalarında duvarda yatay çatlaklar var	92	12,5
Dış duvarlarda yatay ve düşey bina yüksekliğince çatlama var	25	3,4
Toplam	735	100,0

Tablo 8.11'e bakıldığında incelenen binaların % 41,9'unda binada gözle görülür bir çatlağın olmadığı; % 30,7'sinde balkon döşemelerinde ya da köşelerinde çok ince çatlakların mevcut olduğu; % 12,5'inde pencere altı ve hizalarında duvarda yatay çatlakların olduğu; % 11,4'ünde çıkmalardaki dış duvarların kolon ve kirişlerin birleştiği yerde çok ince çatlakların

olduğu ve % 3,4'ünde dış duvarlarda yatay ve düşey bina yüksekliğince çatlamanın var olduğu görülmektedir.

Daha önce tespit ettiğimiz Tablo 8.10'daki verilere bakıldığında binaların % 96,1'ininde tamirat yapılmadığı, ancak Tablo 8.11'e bakıldığında ise binalarda ki çatlakların depreme karşı olumsuz bir durum teşkil etmeyen çatlaklar olduğu göz önünde tutulduğunda; yapıların daha çok yeni imara açılan yerlerde inşa edildikleri, deprem etkisini artırıcı etkileri olmadıkları, ancak Tablo 8.1 de de görüleceği üzere binaların inşa edildikleri zeminin yumuşak toprak zemin olması ile birlikte değerlendirildiğinde bölgedeki binaların depreme karşı risk altında oldukları söylenebilir.

8.1.12. Binaların Geometrik Şekli ve Plan Şemasına İlişkin Bulgular

İncelenen binaların geometrik şekli ve plan şemasına ilişkin bulgular Tablo 8.12'de verilmiştir.

Tablo 8.12: Binaların Geometrik Şekli ve Plan Şemasına İlişkin Bulgular

Bina şekli ve plan şeması	f	%
Kare	162	22,0
Dikdörtgen	458	62,3
Yıldız ya da çokgen	38	5,2
Bitişik bloklar, aynı kat seviyesinde değil	42	5,7
Bitişik bloklar, aynı yükseklikte değil	35	4,8
Toplam	735	100,0

Tablo 8.12'ye bakıldığında incelenen binaların şeklinin % 62,3'ünün dikdörtgen; % 22'sinin kare; % 5,7'sinin plan şeması bitişik bloklar olduğu ancak aynı kat seviyesinde olmadığı; % 5,2'sinin plan şemasının bitişik bloklar olduğu ancak aynı yükseklikte olmadıkları ve % 5,2'sinin yıldız ya da çokgen olduğu görülmektedir.

Bu verilerden hareketle binaların % 62,3'ünün dikdörtgen olması tercih edilen bir durum olmakla beraber, statik denge açısından olumlu bir durum arz etmektedir. Ancak binaların % 5,7'lik bir kısmının bitişik bloklar halinde teşkil edilmiş olması ve aynı kat seviyesinde olmamaları binaların deprem riskini yükseltmektedir. Çünkü deprem dalgalarının meydana getirdiği titreşim salınımları bitişik her bir binada farklı etki dereceleri olmakla beraber binaların yükleri ve yükseklikleri de dikkate alındığında bu tehlike daha da artmaktadır. Bu yüzden binalar yatay eksen etrafında ağır olan binanın dönme momenti büyük olacağından diğer binanın daha hızlı yıkılmasına sebebiyet verecektir.

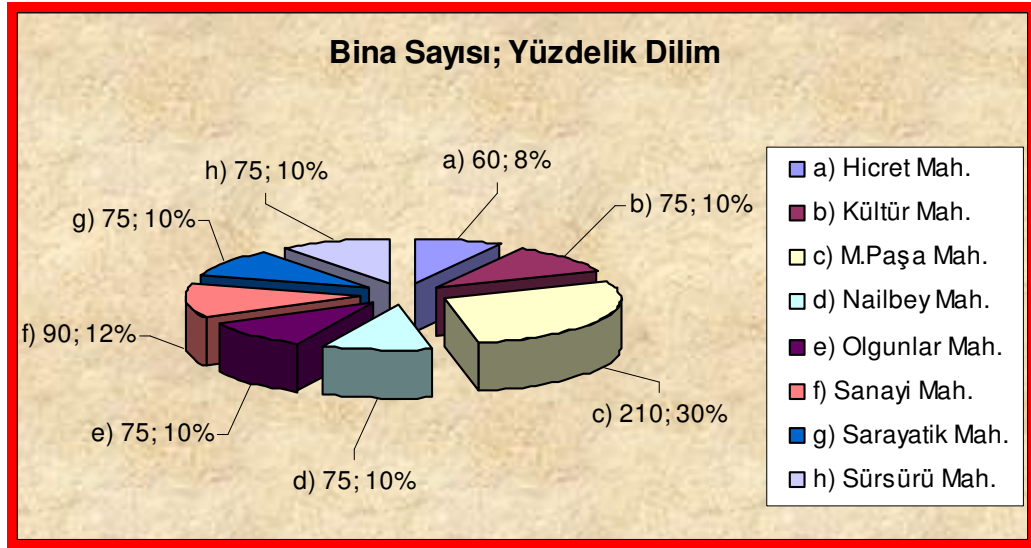
8.2. Puanlama Sisteminde Göre Deprem Risk Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

8.2.1. Deprem Risk Durumlarını Belirlemeye Yönelik Esas Alınan Puan Aralıkları

Tablo 8.13. Deprem Risk Durumlarını Belirlemeye Yönelik Esas Alınan Puan Aralıkları

0-6 Puan Aralığı	Binanızda Ciddi Bir Deprem Riski Bulunmamaktadır.
7-12 Puan Aralığı	Binanızda D���� Deprem Riski Bulunmaktadır
13-20 Puan Aralığı	Orta Deprem Riski Söz Konusu, Yapı Uzmanlarca İncelenmeli.
21-60 Puan Aralığı	Deprem Etkilerine Açık Bir Yapıya Sahipsiniz. Öncelikle Yapınızın Mimar ve M�hendisiyle Temasa Geçerek Uzman Bir Kurulu�tan Tespit İsteyiniz.

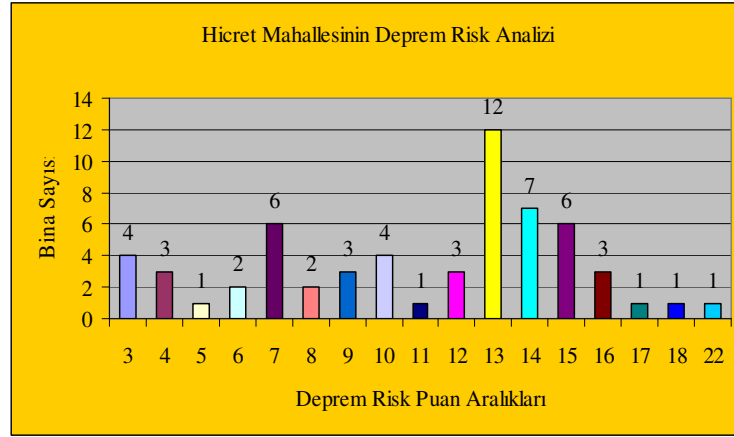
8.2.2. Araştırmaya Konu Olan Mahalleler Açısından Deprem Risk Analizi



Şekil 8.1. Araştırmaya konu olan mahallelerde incelenen binaların sayısı ve yüzdelik dilimleri

Şekil 8.1’de araştırmaya konu olan mahallelerden Hicret mahallesinde yerleşim alanının % 8’nde 60 binada incelemeler yapılmış; Kültür mahallesinde yerleşim alanının % 10’nda 75 binanın, Mustafapa a mahallesinde yerleşim alanının % 30’unda 210 binanın, Nailbey mahallesinde yerleşim alanının % 10’unda 75 binanın, Olgunlar mahallesinde yerleşim alanının % 10’nda 75 binanın, Sanayi mahallesinde yerleşim alanının % 12’sinde 90 binanın, Sarayatık mahallesinde yerleşim alanının % 10’unda 75 binanın ve Sürsürü mahallesinde yerleşim alanının % 10’nda 75 binanın depreme karşı risk durumları tespit etmeye yönelik çalışma yapılmıştır.

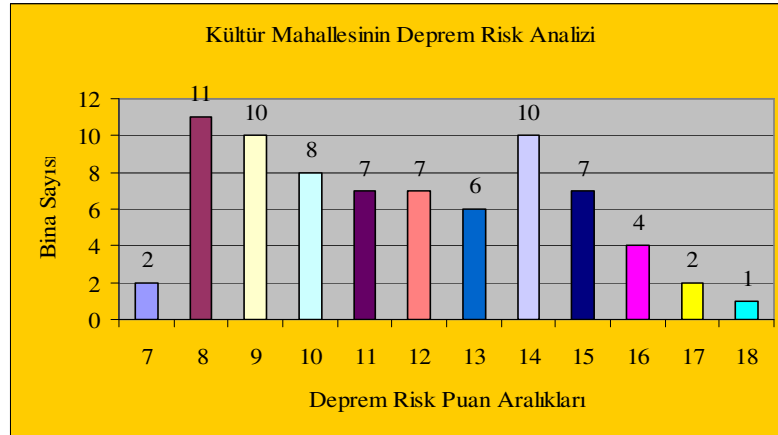
8.2.3. Hicret Mahallesinde İncelenen Binaların Deprem Risk Analizine İlişkin Bulgular



Şekil 8.2. Hicret mahallesinin deprem riskini gösteren puan aralığı

Tablo 8.13 esas alınarak değerlendirildiğinde, Şekil 8.2’de de görüldüğü üzere 0-6 puan aralığında toplam 10 binanın ciddi deprem riskinin bulunmadığı, 7-12 puan aralığında toplam 19 binanın düşük deprem riskinin olduğu, 13-20 puan aralığında toplam 30 binada orta deprem riskinin söz konusu olduğu ve yapının uzmanlarca incelenmesi gerektiği, 21-60 puan aralığında sadece 1 binanın yüksek deprem riskine sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlardan hareketle Hicret mahallesinde mevcut bulunan yapıların çoğunluğunun orta deprem riskine sahip olduğu, yapıların uzmanlarca incelenmesi gerektiği söylenebilir.

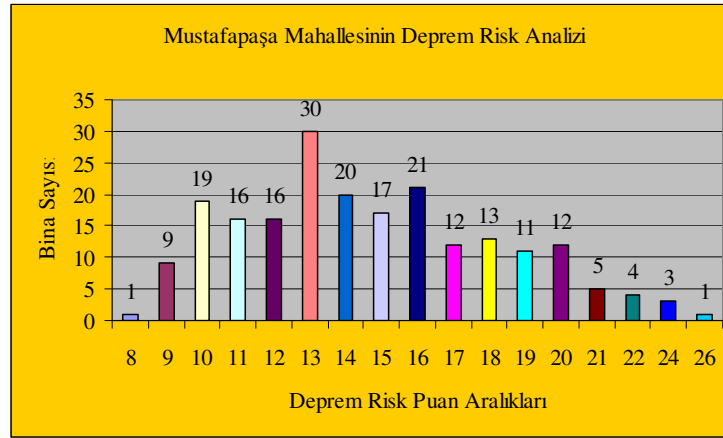
8.2.4. Kültür Mahallesinde İncelenen Binaların Deprem Risk Analizine İlişkin Bulgular



Şekil 8.3. Kültür mahallesinin deprem riskini gösteren puan aralığı

Tablo 8.13 esas alınarak Şekil 8.3 değerlendirildiğinde; 7-12 puan aralığında toplam 45 binanın düşük deprem riskinin olduğu, 13-20 puan aralığında toplam 30 binada orta deprem riskinin söz konusu olduğu ve yapının uzmanlarca incelenmesi gerektiği ortaya çıkmıştır. Dikkat edildiğinde 0-6 puan aralığında ve 21-60 puan aralığında hiçbir binanın olmadığı, incelenen toplam 75 binanın 45'inin düşük deprem riski altında olduğu, kalan 30 binanın ise orta deprem riskinin söz konusu olduğu görülmektedir. Bu sonuçlardan hareketle Kültür mahallesinde mevcut bulunan yapıların deprem riskine sahip olduğu, bölüm 5 de yapılan zemin incelemeleri sonucunda kültür mahallesinin zemininin siltli-kil sınıfı içerisinde olduğu ve zemin sıvılaşmasının bu bölgede var olduğu bilgisi de göz önünde tutulduğunda bu bölgedeki yapıların deprem risk durumlarının fazla olduğu belirgin bir şekilde ortaya çıkmaktadır.

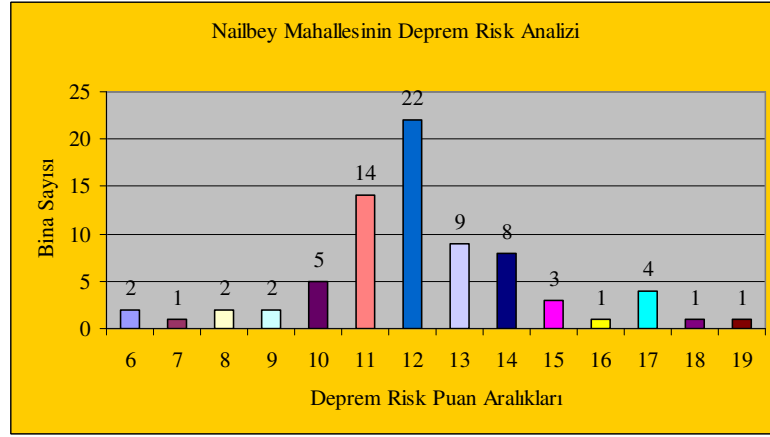
8.2.5. Mustafapaşa Mahallesinde İncelenen Binaların Deprem Risk Analizine İlişkin Bulgular



Şekil 8.4. Mustafapaşa mahallesinin deprem riskini gösteren puan aralığı

Tablo 8.13 esas alınarak Şekil 8.4 değerlendirildiğinde 7-12 puan aralığında toplam 61 binanın düşük deprem riskinin olduğu, 13-20 puan aralığında toplam 136 binada orta deprem riskinin söz konusu olduğu ve yapının uzmanlarca incelenmesi gerektiği, 21-60 puan aralığında toplam 13 binanın yüksek deprem riskine sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Bu veriler sonucunda Mustafapaşa mahallesinde de mevcut binaların deprem karşısında deprem risklerinin mevcut olduğu, dikkat edildiğinde deprem riski taşımayan binanın olmadığı görülmektedir. Ayrıca Mustafapaşa mahallesi ile Kültür mahallesinde inşa edilen binaların depreme karşı aynı risk grubunda oldukları anlaşılmaktadır.

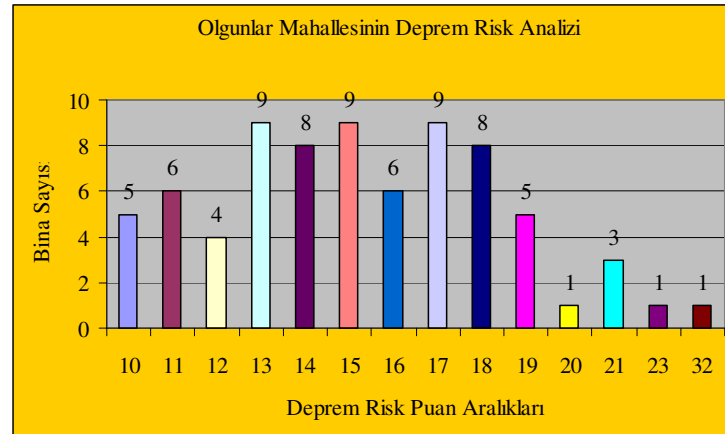
8.2.6. Nailbey Mahallesinde İncelenen Binaların Deprem Risk Analizine İlişkin Bulgular



Şekil 8.5. Nailbey mahallesinin deprem riskini gösteren puan aralığı

Tablo 8.13 esas alınarak Şekil 8.5. değerlendirildiğinde; 0-6 puan aralığında toplam 2 binanın ciddi deprem riskinin bulunmadığı, 7-12 puan aralığında toplam 46 binanın düşük deprem riskinin olduğu, 13-20 puan aralığında toplam 27 binada orta deprem riskinin söz konusu olduğu ve yapının uzmanlarca incelenmesi gerektiği, 21-60 puan aralığında yüksek deprem riskine sahip binanın olmadığı ortaya çıkmıştır. Bu veriler göz önünde tutulduğunda Nailbey, Mustafapaşa ve Kültür mahallelerinde inşa edilen yapıların orta derece deprem riski taşıdıkları anlaşılmaktadır.

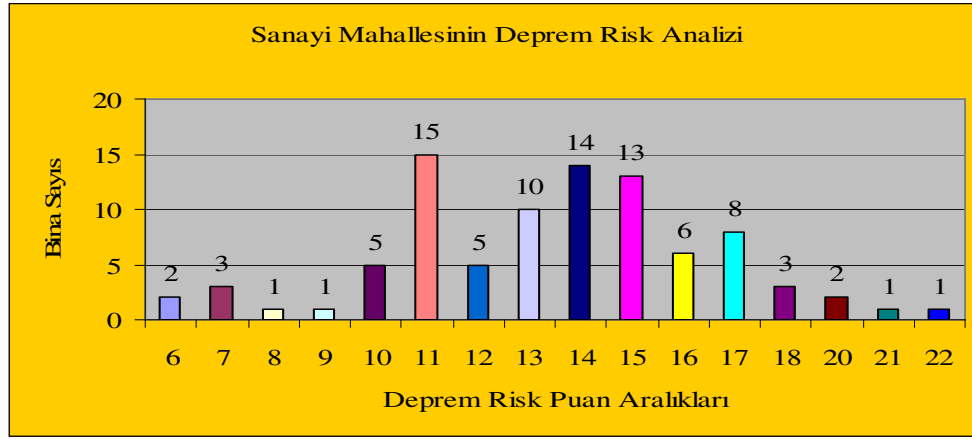
8.2.7. Olgunlar Mahallesinde İncelenen Binaların Deprem Risk Analizine İlişkin Bulgular



Şekil 8.6. Olgunlar mahallesinin deprem riskini gösteren puan aralığı

Tablo 8.13 esas alınarak Şekil 8.6. değerlendirildiğinde; 7-12 puan aralığında toplam 15 binanın düşük deprem riskinin olduğu, 13-20 puan aralığında toplam 55 binada orta deprem riskinin söz konusu olduğu ve yapının uzmanlarca incelenmesi gerektiği, 21-60 puan aralığında toplam 5 binanın yüksek deprem riskine sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Elde edilen sonuçlara bakıldığında Olgunlar mahallesinde mevcut binaların büyük çoğunluğunun orta derece deprem riski altında oldukları ve yapıların uzmanlarca incelenmesi gerektiği ortaya çıkmıştır.

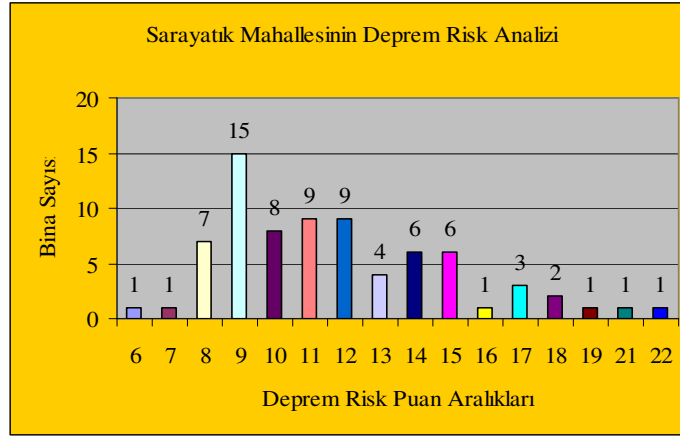
8.2.8. Sanayi Mahallesiinde İncelenen Binaların Deprem Risk Analizine İlişkin Bulgular



Şekil 8.7. Sanayi mahallesiinin deprem riskini gösteren puan aralığı

Tablo 8.13 esas alınarak Şekil 8.7. değerlendirildiğinde; 0-6 puan aralığında toplam 2 binanın ciddi deprem riskinin bulunmadığı, 7-12 puan aralığında toplam 30 binanın düşük deprem riskinin olduğu, 13-20 puan aralığında toplam 56 binada orta deprem riskinin söz konusu olduğu ve yapının uzmanlarca incelenmesi gerektiği, 21-60 puan aralığında sadece 2 binanın yüksek deprem riskine sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Grafikte görüldüğü gibi mevcut binaların çoğunluğu orta derece deprem riski taşımaktadırlar.

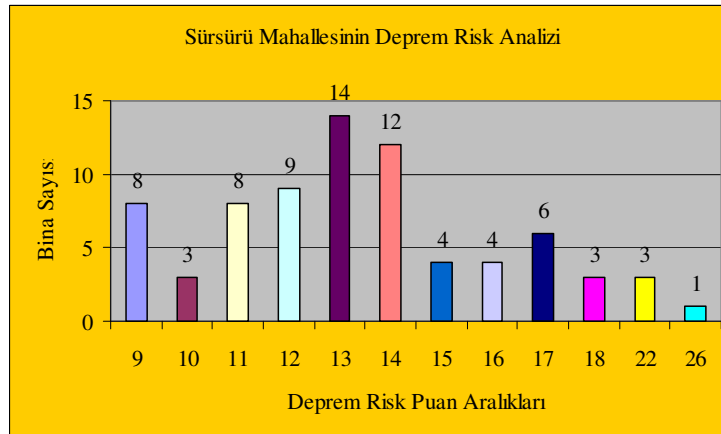
8.2.9. Sarayatık Mahallesinde İncelenen Binaların Deprem Risk Analizine İlişkin Bulgular



Şekil 8.8. Sarayatık mahallesinin deprem riskini gösteren puan aralığı

Tablo 8.13 esas alınarak Şekil 8.8. değerlendirildiğinde; 0-6 puan aralığında sadece 1 binanın ciddi deprem riskinin bulunmadığı, 7-12 puan aralığında toplam 49 binanın düşük deprem riskinin olduğu, 13-20 puan aralığında toplam 23 binada orta deprem riskinin söz konusu olduğu ve yapının uzmanlarca incelenmesi gerektiği, 21-60 puan aralığında toplam 2 binanın yüksek deprem riskine sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Elde edilen veriler ışığında binaların büyük çoğunluğunun düşük deprem riski taşıdıkları, buradan hareketle Sarayatık mahallesi'nde inşa edilen yapıların; araştırmaya konu olan diğer mahallelere göre depreme karşı dayanımları fazladır denilebilir.

8.2.10. Sürsürü Mahallesinde İncelenen Binaların Deprem Risk Analizine İlişkin Bulgular



Şekil 8.9. Sürsürü mahallesinin deprem riskini gösteren puan aralığı

Tablo 8.13 esas alınarak Şekil 8.9. değerlendirildiğinde; 7-12 puan aralığında toplam 28 binanın düşük deprem riskinin olduğu, 13-20 puan aralığında toplam 43 binada orta deprem riskinin söz konusu olduğu ve yapının uzmanlarca incelenmesi gerektiği, 21-60 puan aralığında toplam 4 binanın yüksek deprem riskine sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Sürsürü mahallesinde inşa edilen yapıların deprem riski altında oldukları anlaşılmaktadır.

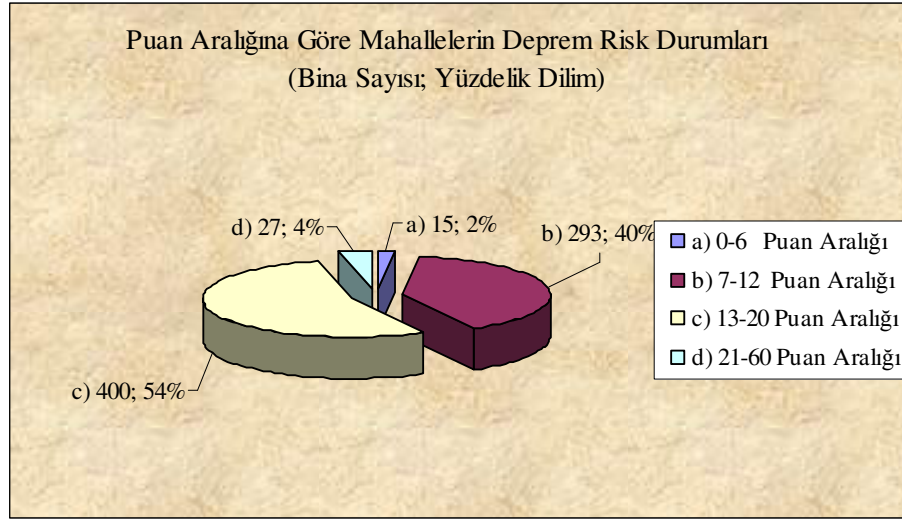
8.2.11. Araştırmaya Konu Olan Mahallelerde İncelenen Binaların Deprem Risk Analizine İlişkin Risk Grupları Açısından Elde Edilen Bulgular

Deprem Risk Puan Aralıkları	Hicret Mah.	Kültür Mah.	M.Paşa Mah.	Nailbey Mah.	Olgunlar Mah.	Sanayi Mah.	Sarayatik Mah.	Sürsürü Mah.	Toplam
0-6 Puan Aralığı	10	---	---	2	---	2	1	---	15
7-12 Puan Aralığı	19	45	61	46	15	30	49	28	293
13-20 Puan Aralığı	30	30	136	27	55	56	23	43	400
21-60 Puan Aralığı	1	---	13	---	5	2	2	4	27
Toplam Bina Sayısı	60	75	210	75	75	90	75	75	735

Tablo 8.14. Araştırmaya konu olan mahallelerin deprem risk durumlarını gösteren puan aralıkları ve bina sayıları

Tablo 8.14 görüldüğü gibi Elazığ il merkezinde Hicret, Kültür, Mustafapaşa, Nailbey, Olgunlar, Sanayi, Sarayatik ve Sürsürü mahallerinde incelenen 735 adet binadan 0-6 puan aralığında sadece 15 binada ciddi deprem riskinin bulunmadığı, 7-12 puan aralığında toplam 293 binanın düşük deprem riski altında olduğu, 13-20 puan aralığında toplam 400 binanın orta derece deprem riski altında oldukları ve yapıların uzmanlarca incelenmesi gerektiği, 21-60 puan aralığında toplam 27 binanın deprem etkilerine açık olduğu ve yapıların en kısa zamanda ilgili mercilerle temasa geçerek yerinde tespit çalışmalarının yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Şekil 8.10. Puan aralığına göre mahallelerin deprem risk durumları



Şekil 8.10 da görüldüğü gibi Elazığ il merkezinde inşa edilen binaların deprem risk durumları için genelleme yapılacak olursa; binaların % 54'ünün orta derece deprem riski altında oldukları ve yapıların uzmanlarca incelenmesi gerektiği, % 40'ının düşük deprem riskinin mevcut olduğu, binaların % 4'nün yüksek deprem etkisi altında oldukları en kısa zamanda yerinde tespit çalışmalarının yapılması gerektiği ve % 2 gibi düşük bir oranın deprem riski taşımadıkları ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlar ışığında Doğu Anadolu Fay hattı üzerinde bulunan ve zemininin taşınmış topraklardan oluştuğu, yer yer zemin sıvılaşmasının olduğu Elazığ ilinde yeni imara açılan bölgelerde ve şehir merkezinde mevcut binaların toplam % 94'ünün depreme karşı risk altında oldukları ortaya çıkmıştır.

9. SONUÇ VE ÖNERİLER

Depremler hasar verdikleri yapı sistemlerini adeta sınamaktadır. Bu da farklı bir yanılığa neden olur. Sınanan, yapı uygulama kalitesi ve işçilik olmalıdır. Yapıların boyutlandırmasında depreme karşı etkinlik 1900'lerin başında geliştirilmiştir. Yüzyıl ortalarındaki deprem sonuçları önemli verileri oluşturmuş, teknolojik gelişmeler ise taşıyıcı sistem tasarımı üzerinde ve malzeme kalitesinde önemli aşamalar kaydedilmiştir.

Hicret Mahallesinin yerleşim alanı içerisinde 0-6 puan aralığında toplam 10 binanın ciddi deprem riskinin bulunmadığı, 7-12 puan aralığında toplam 19 binanın düşük deprem riskinin olduğu, 13-20 puan aralığında toplam 30 binada orta deprem riskinin söz konusu olduğu ve yapının uzmanlarca incelenmesi gerektiği, 21-60 puan aralığında sadece 1 binanın yüksek deprem riskine sahip olduğu;

Kültür Mahallesinin yerleşim alanı içerisinde 7-12 puan aralığında toplam 45 binanın düşük deprem riskinin olduğu, 13-20 puan aralığında toplam 30 binada orta deprem riskinin söz konusu olduğu ve yapının uzmanlarca incelenmesi gerektiği ortaya çıkmıştır. Dikkat edildiğinde 0-6 puan aralığında ve 21-60 puan aralığında hiçbir binanın olmadığı, incelenen toplam 75 binanın 45'inin düşük deprem riski altında olduğu, kalan 30 binanın ise orta deprem riskinin söz konusu olduğu;

Mustafapaşa Mahallesinin yerleşim alanı içerisinde 7-12 puan aralığında toplam 61 binanın düşük deprem riskinin olduğu, 13-20 puan aralığında toplam 136 binada orta deprem riskinin söz konusu olduğu ve yapının uzmanlarca incelenmesi gerektiği, 21-60 puan aralığında toplam 13 binanın yüksek deprem riskine sahip olduğu;

Nailbey Mahallesinin yerleşim alanı içerisinde 0-6 puan aralığında toplam 2 binanın ciddi deprem riskinin bulunmadığı, 7-12 puan aralığında toplam 46 binanın düşük deprem riskinin olduğu, 13-20 puan aralığında toplam 27 binada orta deprem riskinin söz konusu olduğu ve yapının uzmanlarca incelenmesi gerektiği, 21-60 puan aralığında yüksek deprem riskine sahip binanın olmadığı;

Olgunlar Mahallesinin yerleşim alanı içerisinde 7-12 puan aralığında toplam 15 binanın düşük deprem riskinin olduğu, 13-20 puan aralığında toplam 55 binada orta deprem riskinin söz konusu olduğu ve yapının uzmanlarca incelenmesi gerektiği, 21-60 puan aralığında toplam 5 binanın yüksek deprem riskine sahip olduğu;

Sanayi Mahallesinin yerleşim alanı içerisinde 0-6 puan aralığında toplam 2 binanın ciddi deprem riskinin bulunmadığı, 7-12 puan aralığında toplam 30 binanın düşük deprem riskinin olduğu, 13-20 puan aralığında toplam 56 binada orta deprem riskinin söz konusu

olduğu ve yapının uzmanlarca incelenmesi gerektiği, 21-60 puan aralığında sadece 2 binanın yüksek deprem riskine sahip olduğu;

Saraylık Mahallesinin yerleşim alanı içerisinde 0-6 puan aralığında sadece 1 binanın ciddi deprem riskinin bulunmadığı, 7-12 puan aralığında toplam 49 binanın düşük deprem riskinin olduğu, 13-20 puan aralığında toplam 23 binada orta deprem riskinin söz konusu olduğu ve yapının uzmanlarca incelenmesi gerektiği, 21-60 puan aralığında toplam 2 binanın yüksek deprem riskine sahip olduğu;

Süslü Mahallesinin yerleşim alanı içerisinde 7-12 puan aralığında toplam 28 binanın düşük deprem riskinin olduğu, 13-20 puan aralığında toplam 43 binada orta deprem riskinin söz konusu olduğu ve yapının uzmanlarca incelenmesi gerektiği, 21-60 puan aralığında toplam 4 binanın yüksek deprem riskine sahip olduğu ortaya çıkmıştır.

Deprem risk analiz anketi ve deprem risk test anketi verileri değerlendirildiğinde Elazığ il merkezinde inşa edilen binaların deprem risk durumları için genelleme yapılacak olursa; binaların % 54'ünün orta derece deprem riski altında oldukları ve yapıların uzmanlarca incelenmesi gerektiği, % 40'ının düşük deprem riskinin mevcut olduğu, binaların % 4'nün yüksek deprem etkisi altında oldukları en kısa zamanda yerinde tespit çalışmalarının yapılması gerektiği ve % 2 gibi düşük bir oranın deprem riski taşımadıkları ortaya çıkmıştır.

Deprem yapılar da doğrudan bir takım kuvvetler oluşturm asından dolayı yapı sistemlerinin bu güçlere direnç gösterecek biçimde yapılmaları gerekir. Taşıyıcı sistem, yapı sistemi, gereç seçim ve uygulamasında izlenen bilinçsiz yaklaşımlardan dolayı, deprem güçlerine direnç gösteremeyenler yıkılmakta veya ağır hasar görmektedir. Taşıyıcı sistemlerde gerekli önlemler alınmamış ve üzerindeki fazla statik yükün bulunması durumunda binaya etkiyen bu yatay veya düşey kuvvetler sistemin yıkılmasına (elemanın patlam asına-kesilmesine-kaymasına) neden olmaktadır [33]. Sonuçta mal ve can kayıpları oluşmakta ve bu izleri yok etmek zaman almakta çoğu zaman da giderilememektedir.

Deprem kayıtlarının ve yeryüzünün tektonik yapısının incelenmesinde deprem tehlikesi olan bölgeleri belirlemek oldukça kolay olmasına karşılık yapının ömrü boyunca meydana gelebilecek en büyük deprem hakkında tahmin yapmak zordur. Deprem Bölgelerinde ortaya çıkan küçük depremlerin, yapının fonksiyonuna olumsuz etki yapmaması ve taşıyıcı sistemde onarım gerektirecek hasarın meydana gelmemesi istenir. Hasarın sınırlandırılmasında; Kullanılabilirlik limit durumu, Hasar kontrolü limit durumu, Göçme kontrolü limit durumu gibi değişik seviyelerde korunma ve limit durumlar söz konusudur [34]. Gelecekte oluşacak depremler “belirsizlikler” içermesine rağmen geçmiş yıllarda oluşmuş depremlerin teknik büyüklüklerinin (şiddet, büyüklük vb.) olasılık matematiği ile özenle analiz edilmesi, yapıların depreme karşı risklerinin belirlenmesi açısından önemlidir.

Elazığ ili açısından durum değerlendirmesi yapılacak olursa; ilin toprakları 1. ve 2. derece deprem bölgeleri üzerinde, şehir merkezi ise 2. derece deprem bölgesi üzerinde yer almaktadır. Doğu Anadolu Fay Kuşağı, Elazığ il sınırları içerisinde geçmektedir. Bu kuşak, kuzeydoğuda Karlıova ilçesi yakın doğusundan başlar ve güneybatıya doğru başlıca Bingöl, Palu, Sivrice, Sincik, Erkenek ve Gölbaşı gibi yerleşim alanlarını geçerek Türkoğlu'na değin uzanır. Tarihi yakın zaman 1971 Bingöl, 1977 Palu ve 1986 Sürgü depremleri, Doğu Anadolu Fay Kuşağı'nın aktif olduğunu göstermektedir..

Hazar Gölü güneyinde bulunan faylar Elazığ için bir dezavantaj olmakla beraber, arada 30 km kadar bir mesafenin bulunması endişeleri biraz azaltabilir. Buna mukabil şehir yerleşiminin büyük ölçüde alüvyon örtü üzerinde bulunması ve gördüğümüz kadarıyla bu ortalama özgün temel tiplerinin kullanılmayışı Erzincan, Kocaeli, Adapazarı'ndaki gibi deprem tahribatını artıracak niteliktedir. Çünkü birikinti zeminlerdeki yapılarda hem temeldeki farklı çökmeler, hem de bu ortama gelen deprem dalgaları hızındaki ani değişiklikler nedeniyle tahribat fazla olmaktadır. Kısa mesafede dahi önemli farklılıklar arz edebilen zeminin çok iyi incelenmesi ve sağlamlığının uzmanlarca belirlenmesinden sonra inşaatın yapılması hayati önem taşımaktadır. Yurdumuzda gözlenen deprem hasarların % 90'nı; seçilen mimari ve taşıyıcı sistemin depreme uygun olmaması, boyut yetersizliği ve donatı detayı hataları, denetimsizlik ve kötü malzeme kullanılmasından kaynaklanmaktadır.

ÖNERİLER

Şiddetli bir deprem afetinde mal ve can kaybının minumum düzeye indirilmesi mümkün. Depremlerin oluşumuna engel olunamayacağına göre şiddetli bir deprem afetinde mal ve can kaybının minumum düzeye indirilebilmesi için tedbir olarak aşağıda maddeler halinde sıralanan şartların yerine getirilmesi büyük önem arz etmektedir.

1. Deprem bölgelerinde yapılacak yapıların taşıyıcı sistemi deprem zorlamalarını artırmayacak şekilde düzenlenmelidir.
2. Yatay düzlemde L.T ve U tipi bir mimari plan gerektiren binalarda burulma hasarlarını önlemek için bina gerektiği sayıda derzlerle dikdörtgen planlı parçalara ayrılmalıdır.
3. Planda kolon ve perdeler dengeli ve burulmayı oluşturmayacak biçimde düzenlenmelidir.
4. Yapının her iki doğrultudaki yanal rijitliklerinin birbirine yakın olmasına özen gösterilmelidir.
5. Bağlı kat ötelemelerini azaltmak için yapıda yeteri kadar birbirine dik iki doğrultunun her biri için bina alanının yaklaşık % 1'i kadar perde kullanılmalıdır.
6. Yapıda kolonlar kirişlerden her zaman güçlü olmalıdır. Zayıf kiriş-kuvvetli kolon şartı sağlanmalıdır.
7. Kısa kolonların oluşmasına meydan verilmemeli veya kısa kolonlar enine donatı ile gerektiği şekilde sarılmalıdır.
8. Kolon – kiriş bölgelerinde çok sık etriye sarılmalıdır. Ayrıca, kolon ve kirişlerin sarılma bölgelerinde etriyeler deprem yönetmeliğine uygun olarak sıklaştırılmalıdır.
9. Etriye kancalarının 90° bükülerek yapılma yerine 135° bükülerek göbeğe ankastre edilmelidir.
10. Yapıların düşey rijitliklerinin aniden değişmesine müsaade edilmemelidir. Örneğin, perdeler tüm bina yüksekliği boyunca devam etmeli ve perde boyutları aniden önemli derecede küçültülmemelidir.
11. Binalarda düşey doğrultularda düzensiz yapılardan kaçınılmalıdır.
12. Bitişik düzen yapılaşmadan kaçınılmalıdır.
13. Deprem sırasında binaların titreşimi sonucu birbiriyle çarpışıp hasarların oluşmaması için aralarında yeteri kadar boşluk bırakılmalıdır. Bunun mümkün olmadığı durumlarda bina kat seviyelerinin aynı hizada olmasına elden geldiğince dikkat edilmelidir.

14. Deprem bölgelerinde zeminin jeolojik ve geoteknik özellikleri her bölge için ayrıntılı olarak belirlenmeli ve proje mühendislerine daha detaylı zemin bilgileri sağlanmalıdır.
15. Deprem yönetmeliğinde belirtilen 1. ve 2. derece deprem bölgelerinde en az BS 20 betonu kullanılması mutlaka sağlanmalı, bunun için gerektiğinde standartlara uygun kaliteli beton üretecek beton santralleri kurulmalı ve denetimsiz beton üretiminin önüne geçilmelidir.
16. İnşaatlardaki ciddi işçilik kusurlarının önüne geçmek için sertifikalı inşaat formenleri bulundurma şartı getirilmelidir.
17. Deprem afetlerinde vatandaşın mağduriyetini önlemek ve dolayısıyla da devletin yükünü hafifletmek için inşaat sigortası sistemine geçilmelidir.

Özetle söylemek gerekirse, deprem yönetmeliği hükümlerinin yerine getirilmesi halinde yapılar deprem açısından çok güvenli hale gelecektir. 1 Ocak 1998 tarihinde yürürlüğe giren ve modern deprem yönetmelikleriyle uyum sağlayan yeni deprem yönetmeliği hükümlerinin eksiksiz yerine getirilmesi halinde yapılar deprem riski açısından çok güvenli hale gelecektir. Bu şartların yerine getirilmesi bina maliyetini ancak % 10 civarında etkileyecektir. Meydana gelen son depremler ve bunların doğurduğu vahim sonuçlar, yeni deprem yönetmeliği hükümlerinin eksiksiz uygulanmasını kaçınılmaz hale getirmiştir. Bu bilgiler ışığında her kademedeki kişilere düşen görevler vardır. Herkes sorumluluğunun bilincinde olarak kendi üzerine düşen görevi yerine getirmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] Ergin, K., Güçlü, U. ve Uz, Z., 1967, “Türkiye Civarının Deprem Kataloğu”, İ.T.Ü MadenFakültesi Arz Fiziği Enstitüsü yayınları, No.24.
- [2] Ketin, İ.,1957, “Türkiye’nin Deprem Durumu ve Başlıca Deprem Bölgeleri”, Deprem Paneli I, Türkiye’nin Deprem Durumu ve Etki alanları, İ.T.Ü.
- [3] Okamoto, S., Tabban, A. Ve Tanuma, T.,1970, “Türkiye Deprem Şiddetleri Kataloğu”, Deprem araştırma enstitüsü Başkanlığı, Ankara.
- [4] Tabban, A., 1970, Türkiye ’ nin Sismisitesi, Deprem Araştırma Enstitüsü Başkanlığı, Ankara.
- [5] <http://www.yapi.com.tr>
- [6] Uyar, N, 2001, Yer Seçimleri Kimin Meslek Alanı?, Basın Açıklaması (04-01-2000), Planlama Dergisi, TMMOB Şehir Plancıları Odası Yayını, No:4, Ankara.
- [7] Ergün, A.(2002) Ülkemizdeki Depremler Ve Yapısal Hasarlar, Tütev Teknik Dergisi, sayı:4, s.12–17
- [8] Afet bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik. T. M. M. O.B / Ankara
- [9] Palutoğlu, M. (2005). Elazığ İl Merkezi Yerleşim Alanının Depremselliği. F.Ü. Fen Bilimleri Enst., Yüksek Lisans Tezi 118 s.
- [10] Kaya, A. (2000). Keban (Elazığ) civarındaki metamorfitlelerin yapısal analizi ve tektonik evrimi. Doktora Tezi. F.Ü Fen Bil. Enst., 133s.
- [11] Kipman, E. (1976). Keban’ın Jeolojisi ve volkanitlerinin petrolojisi. Doçentlik tezi, İst. Üniv.
- [12] Perinçek, D. (1979b). The geology of Hazro–Korudağ–Çüngüş–Maden–Ergani–Hazar–Elazığ–Malatya area: Guide book, TJK. Yayını, 33s.
- [13] Turan, M., Bingöl, A.F. ve Aksoy, E. (1993). Doğu Torosların jeodinamik evriminin Elazığ civarındaki özellikleri: *H.Ü. Yerbilimlerinin 25. yılı sempozyumu*.

- [14] Baykendi, O. (1998). Tadım, Dedyolu, Badempınarı (Elazığ) köyleri çevresinin jeolojisi ve mağmatik kayaçların petrografik özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, F.Ü. Fen Bilimleri Enst., 71 s.
- [15] Perincek, D. Ve Özkaya, İ. (1981). Arabistan Kıtası kuzey kenarının tektonik evrimi. *Yerbilimleri*, **8**, 91–101.
- [16] Bingöl, A.F. (1982). Elazığ–Pertek–Kovancılar arası volkanik kayaçların petrografik ve petrolojik incelenmesi: *F.Ü. Fen Fak. Dergisi*, **1**, 9–21.
- [17] Bingöl, A.F. (1988). Petrographical and petrological features of intrusive rocks of Yüksekova Complex in the Elazığ region (E. Taurus–Turkey). *Journal of F.U.*, **3/2**, 1-17.
- [18] Perinçek, D. (1979a). Palu–Karabegan–Elazığ–Sivrice–Malatya alanının jeolojisi ve petrol imkanları. *TPAO. Rapor no: 1361*
- [19] Yazgan, E. (1983). A Geotraverse between the Arabian Platform and Munzur nappes: *International Symposium on the Geology of The Taurus Belt, Guide Book for Excursion V*.
- [20] Aksoy, E. (1993). Elazığ batı ve güneyinin genel jeolojik özellikleri. *Doğa Türk Yerbilimleri Dergisi*, **2**, 113–123.
- [21] Turan, M., Bingöl, A.F. (1991). Kovancılar–Baskil (Elazığ) arası bölgenin tektono–stratigrafik özellikleri. *Ahmet ACAR Jeol. Semp. Bild.*, 211–227.
- [22] İnceöz, M. (1994). Harput (Elazığ) Yakın Kuzeyi ve Doğusunun Jeolojik Özellikleri. Doktora Tezi, F.Ü. Fen Bilimleri Enst., 112s.
- [23] Özkul, M. (1982). Güneyçayırı (Elazığ) bölgesinin sedimantolojisi: Yüksek Lisans Tezi, A.Ü. Fen Fak., 34s.
- [24] Turan, M. (1984). Baskil–Aydınlı (Elazığ) yöresinin stratigrafisi ve tektoniği. Doktora tezi, F.Ü. Fen Bilm.Enst., 180s.
- [25] Avşar, N. (1983). Elazığ yakın kuzeybatısında stratigrafik ve mikropalentolojik araştırmalar. Doktora Tezi, F.Ü. Fen Bilimleri Enst., 84s.
- [26] Sungurlu, O., Perinçek, D., Kurt, G., Tuna, E., Dülger, S., Çelikdemir, E., ve Naz, H. (1985). Elazığ–Hazar–Palu alanının jeolojisi. *Petrol İşleri Genel Müdürlüğü Derg.*, **29**, 83–191.

- [27] Türkmen, İ. (1988). Palu–Çaybağı (Elazığ doğusu) yöresinin sedimantolojik incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, F.Ü. fen Bilm. Enst., 79s.
- [28] Tanyolu, E. (1980). Tektonik Deformasyonlar Direnç Anizotropisi Rolünün Model Deneylerde İncelenmesi. Doçentlik Tezi.
- [29] Tanyolu, E. (1988). Basınç ve Çekme Kuvvetleri Altındaki Deformasyonların Kil Modellerde İncelenmesi, *MTA Dergisi No:88* (ayrı baskı), 17–31.
- [30] Karakısa, S. (1994). 1964–1987 Yılları Arasında Türkiye’deki Büyük Depremlerin Odak Mekanizması Çözümleri. *Deprem Araştırma Bülteni*, **sayı 72**, 85–98.
- [31] Kalafat, D. (1998). Anadolu’nun Tektonik Yapılarının Deprem Mekanizmaları Açısından İrdelenmesi. *Deprem Araştırma Bülteni*, **sayı 77**, s. 65 -67.
- [32] Pusch C. (2006). Preventable Losses: Saving Lives and Property Through Hazard Risk Management, World Bank Working Paper Series No: 9.
- [33] Ekinci, C. E. 2002, Yapı ve Tasarımcının İnşaat El Kitabı, Üniversite Kitabevi, s. 548
- [34] Şimşek, M, 2001, Çeşitli Deprem Yönetmeliklerinde Yapı Düzensizlikleri ve Bunların Yapı Davranışına Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ, Fen. B.E, S. 3-5, İstanbul.
- [35] Kaptan, S.(1991). Bilimsel Araştırma ve İstatistik Teknikleri. Ankara: Rehber Yayınevi.
- [36] www.imobursa.org.tr
- [37] www.arkitera.com

ÖZGEÇMİŞ

1982 yılında Malatya’da doğdu. İlk ve Orta ve Lise tahsilini Malatya’da tamamladı. 2000 yılında Fırat Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi bölümünü kazandı, 2004 yılında bölümünden bölüm birincisi olarak mezun oldu. Aynı yıl Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yapı Eğitimi Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Eğitimine başladı. “Taşıma Gücü Zayıf Olan Zeminlerdeki Binaların Deprem Risk Analizi (Elazığ Örneği) tezi üzerinde çalışmaktadır.

EK 1: Anket Uygulaması Sonucunda Elde Edilen Verilerin Tablosal ve Grafiksel Gösterimi

Tablo 8.1. Binaların İnşa Edildiği Yerin Zemin Yapısına İlişkin Bulgular

Binanın bulunduğu yer	f	%
Kayalık zemin	0	0
Yüksek tepelik yer	2	0,3
Yumuşak toprak zeminler	694	94,4
Çevresine göre çukur zeminler	37	5,0
Sulu zeminler	2	0,3
Toplam	735	100,0

Tablo 8.2. Binaların Yaşına İlişkin Bulgular

Binanız Betonarme ise yaşı	f	%
1-10 yıl	122	16,6
11-20 yıl	127	52,3
21-30 yıl	174	23,7
31 yıl ve üstü	55	7,5
Toplam	735	100,0

Tablo 8.3. Binaların Taşıyıcı Sistemine İlişkin Bulgular

Binanın Taşıyıcı sistemi	f	%
Çelik ya da ahşap bina	4	0,5
Betonarme bina	589	80,1
Tuğla örgü yığma bina	90	12,2
Taş örgü yığma bina	11	1,5
Kerpiç örgülü bina	39	5,3
Kerpiç örgülü toprak damlı bina	2	0,3
Toplam	735	100,0

Tablo 8.4. Binaların Bodrum Katının Olup Olmadığına ve Rutubet Sorununa İlişkin Bulgular

Binanızda Bodrum kat ve Rutubet Sorunu Var mı?	f	%
Bodrum kat var, hiç rutubet olmuyor	375	51,0
Bodrum kat var kış aylarında rutubetli	126	17,1
Bodrum kat yok, rutubet yok	192	26,1
Bodrum kat var, sürekli rutubet var	35	4,8
Bodrum kat var, su birikiyor	7	1,0
Toplam	735	100,0

Tablo 8.5. Binaların Kat Sayısına (Zemin kat Dahil) İlişkin Bulgular

Binanız Zemin Kat Dahil Kaç Katlı	f	%
Bir katlı	75	10,2
İki katlı	82	11,2
Üç katlı	107	14,6
4-5 katlı	416	56,6
6-8 katlı	53	7,2
Dokuz kat ve üstü	2	0,3
Toplam	735	100,0

Tablo 8.6. Binaların Zemin Katının Geometrisine İlişkin Bulgular

Binanızın zemin katının geometrisi nasıl?	f	%
Üst katlarla aynı	435	59,2
Üst katlardan daha içeride, ancak duvarlar kapalı	224	30,5
Kat yüksekliği diğer katlardan daha fazla, ancak duvarlar kapalı	54	7,3
Normal katlarla aynı, ancak duvar yok	6	0,8
Normal katlardan daha içeride, ancak duvar yok	6	0,8
Kat yüksekliği normal katlardan daha fazla, ancak duvar yok	10	1,4
Toplam	735	100,0

Tablo 8.7. Binalarda Yapılan Çıkmaların Yapısına İlişkin Bulgular

Bina çıkmaları nasıl?	f	%
Binada hiç çıkma yok	173	23,5
Yalnızca balkonlar çıkma	472	64,2
Binanın bütününde kapalı çıkma var 80 cm'ye kadar	64	8,7
Açık çıkmalar duvarlarla kapatılmış	11	1,5
Binanın bütününde 80 cm'den fazla çıkma var	15	2,0
Toplam	735	100,0

Tablo 8.8. Binaların İç ve Dış Yapısında Yapılan Değişikliklere İlişkin Bulgular

Binaya yapılan müdahale var mı?	f	%
Binanın herhangi bir yerinde değişiklik yapılmadı	707	96,2
Binanın iç duvarlarında kaldırılan bölümler var	13	1,8
Binanın iç duvarlarında birden fazla kaldırılan bölümler var	5	0,7
Dış duvarlarda pencere açıldı veya pencereler büyütüldü	9	1,2
Binanın bütününde ilave pencere yapılması ya da duvarların kaldırılması	1	0,1
Toplam	735	100,0

Tablo 8.9: Binaların Kullanım Amacına İlişkin Bulgular

Binanın kullanım amacı değiştirildi mi?	f	%
Bina yapım amacına göre kullanılıyor	712	96,9
Konut amaçlı yapıp, normal katlar atölye olarak kullanılıyor	6	0,8
Zemin kat konut amaçlı yapıp, dükkan ya da atölye olarak kullanılıyor	15	2,0
Binaya sonradan asansör montajı yapıldı	2	0,3
Toplam	735	100,0

Tablo 8.10. Binalarda Yapılan Tamiratlara İlişkin Bulgular

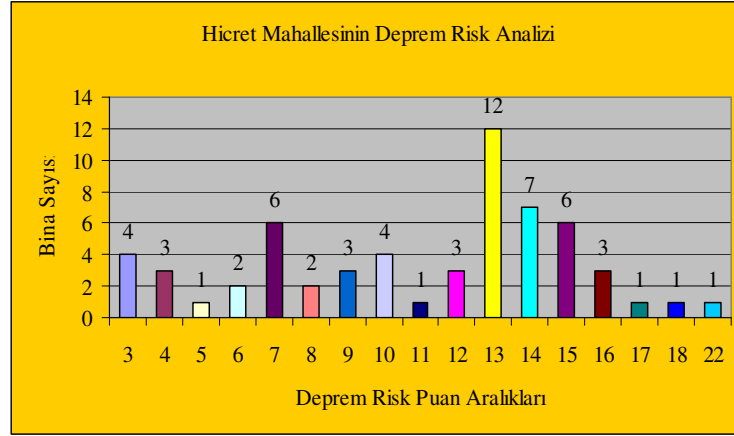
Binanızda şu ana kadar:	f	%
Herhangi bir tamirat yapılmadı	706	96,1
Titreşimli bir aletle tamirat yapıldı	5	0,7
Yapının taşıyıcıları titreşimli bir aletle tamir edildi	2	0,3
Kolon ve kirişlere delik vb müdahale yapıldı	4	0,5
Binada kat ya da döşeme ilavesi yapıldı	18	2,4
Toplam	735	100,0

Tablo 8.11. Binalarda Daha Önce Mevcut Bulunan Hasar ya da Çatlakların Neler Olduğuna İlişkin Bulgular

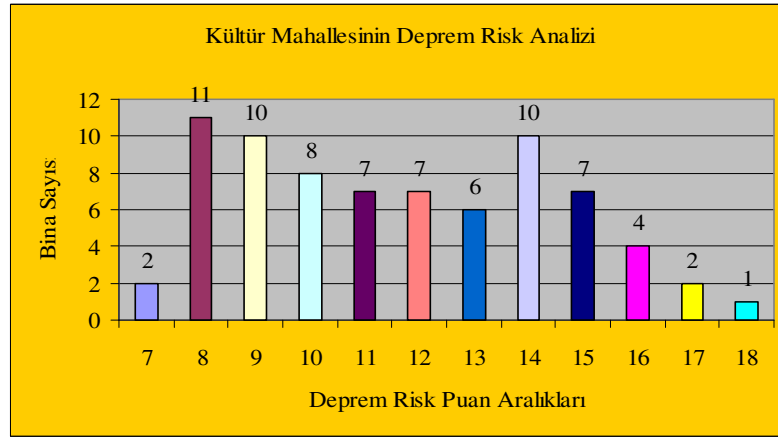
Binanızda daha önceki hasar ya da çatlaklar	f	%
Binanızda gözle görülür çatlak yok	308	41,9
Balkon döşemesinde ya da köşelerinde çok ince çatlak var	226	30,7
Çıkmalardaki dış duvarların kolon ve kirişlerin birleştiği yerde çok ince çatlaklar var	84	11,4
Pencere altı ve hizalarında duvarda yatay çatlaklar var	92	12,5
Dış duvarlarda yatay ve düşey bina yüksekliğince çatlama var	25	3,4
Toplam	735	100,0

Tablo 8.12: Binaların Geometrik Şekli ve Plan Şemasına İlişkin Bulgular

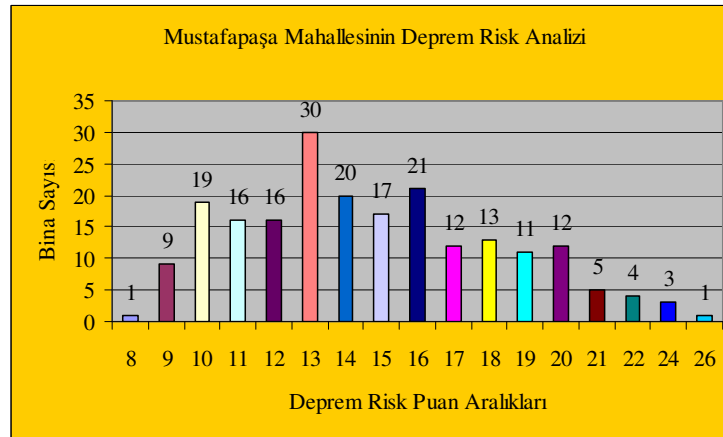
Bina şekli ve plan şeması	f	%
Kare	162	22,0
Dikdörtgen	458	62,3
Yıldız ya da çokgen	38	5,2
Bitişik bloklar, aynı kat seviyesinde değil	42	5,7
Bitişik bloklar, aynı yükseklikte değil	35	4,8
Toplam	735	100,0



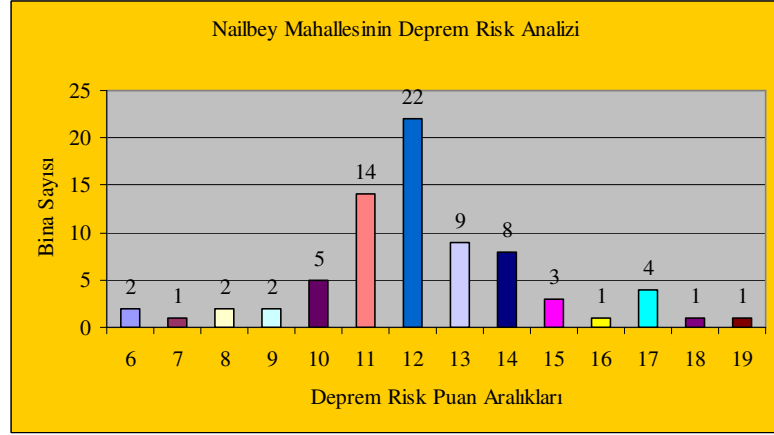
Şekil 8.2. Hicret mahallesi'nin deprem riskini gösteren puan aralığı



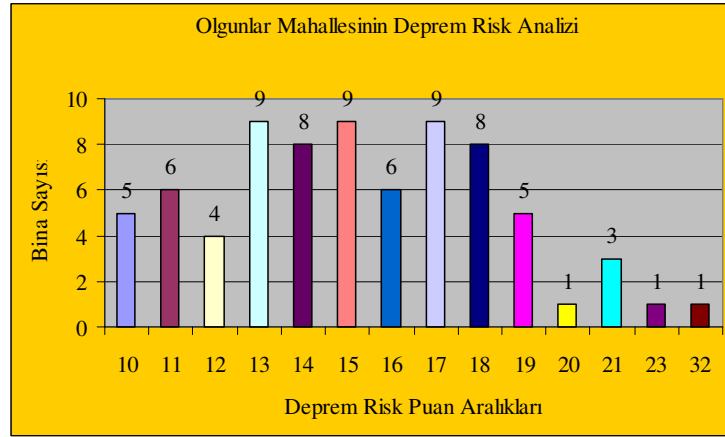
Şekil 8.3. Kültür mahallesi'nin deprem riskini gösteren puan aralığı



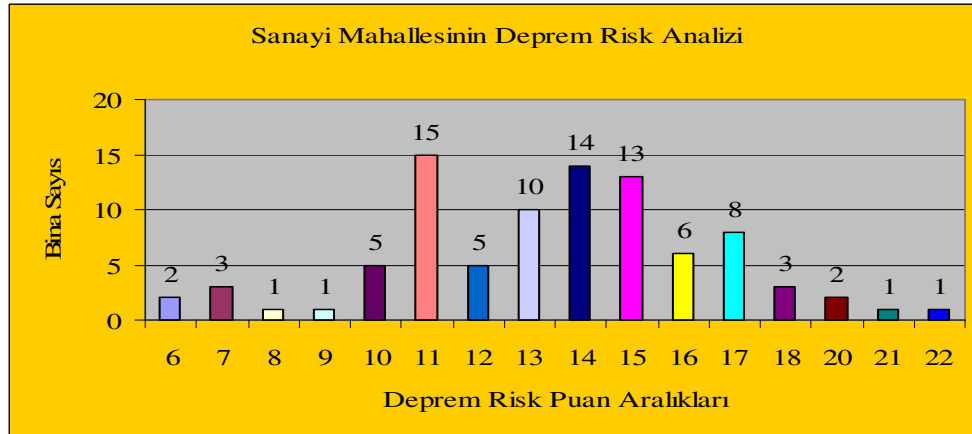
Şekil 8.4. Mustafapaşa mahallesi'nin deprem riskini gösteren puan aralığı



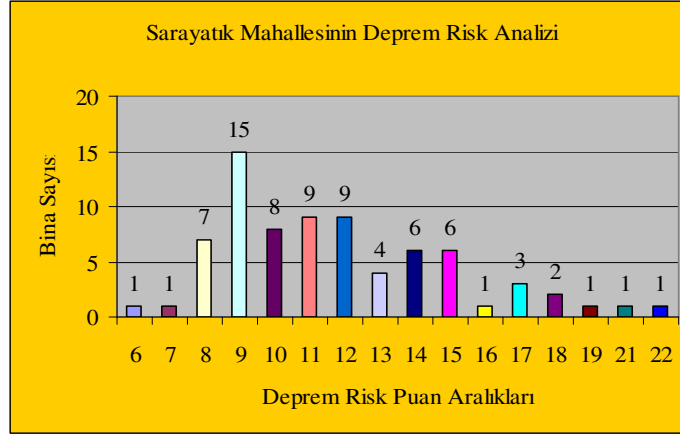
Şekil 8.5. Nailbey mahallesi'nin deprem riskini gösteren puan aralığı



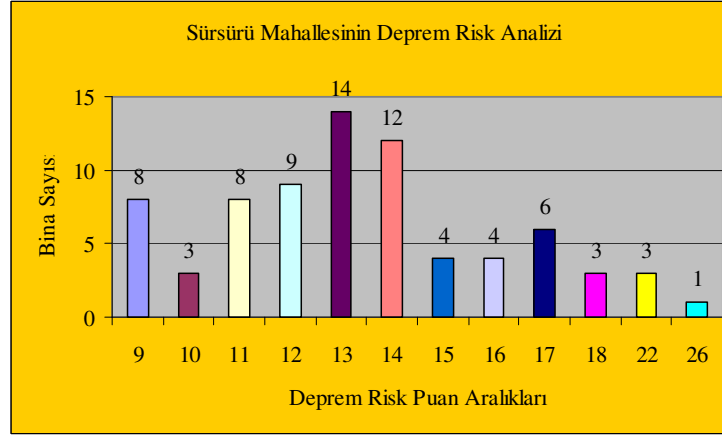
Şekil 8.6. Olgunlar mahallesi'nin deprem riskini gösteren puan aralığı



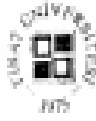
Şekil 8.7. Sanayi mahallesi'nin deprem riskini gösteren puan aralığı



Şekil 8.8. Saraytık mahallesi'nin deprem riskini gösteren puan aralığı



Şekil 8.9. Sürsürü mahallesi'nin deprem riskini gösteren puan aralığı



EK - 2

T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
REKTÖRLÜĞÜ
ELAZIĞ

SAYI :B.30.2.FIR.0.70.00.00/510-553 - 5577
KONU :Anket İzni

20/06/2006

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Elazığ Valiliği Bayındırlık ve İskan Müdürlüğü'nün, 15 Haziran 2006 tarih ve 1100 sayılı yazısı ilişktedir.

Bilgileriniz ile gereğini rica ederim.


Prof. Dr. Mehmet Hamdi MUZ
Rektör

EKLER:

Ek-1 Yazı (3 Sayfa)

T.C
ELAZIĞ VALİLİĞİ
Bayındırlık ve İskan Müdürlüğü

SAYI: B.09.4.İLM.4.23.00/ -1100
KONU:Anket Formu

FIRAT ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE
ELAZIĞ

İLGİ : 11.05.2006 gün ve 3870 sayılı yazınız.

İlgi sayılı yazı gereği,Müdürlüğümüz hizmet binasına ait yapı bilgi formu tanzim edilmiş olup,yazımız ekinde gönderilmektedir.
Bilgilerinize arz ederim.


Servettin GÜVEN
Bayındırlık ve İskan Müdürü

Eki:Yapı Bilgi Formu

EK – 3: Anket Formu Örneği

Bu anket İTÜ Mezunları Derneği Bursa Şubesi'nin mimar, inşaat, jeoloji, jeofizik ve harita mühendislerinden oluşan uzman ekibi tarafından hazırlanan '**Deprem Yapı Riski Testi**' ile binanızın depreme karşı ne kadar dayanıklı olduğunu % 60 doğrulukla öğrenebiliyorsunuz. 12 sorudan oluşan test Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yapı Eğitimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Öğrencisi **Yaşar GÜLERYÜZ** tarafından uygulanarak değerlendirilecektir. Anket bu araştırma için kullanılacak başka amaçlar için kullanılmayacaktır.

1- Binanızın bulunduğu yer:

Kayalık zemin: 0

Yüksek ve tepelik yer: 1

Yumuşak toprak zeminler: 2

Çevresine göre çukur yerler: 3

Sulu zeminler: 5

2- Binanız betonarme ise yaşı:

1-10 yıl: 0

11-20 yıl: 1

21-30 yıl: 3

31 yıl ve üstü: 5

3- Binanızın taşıyıcı sistemi:

Çelik yada ahşap bina: 0

Betonarme bina: 1

Tuğla örgü yığma bina: 2

Taş örgü yığma bina: 3

Kerpiç örgülü bina: 4

Kerpiç örgülü toprak damlı bina: 5

4- Binanızda bodrum kat ve rutubet sorunu var mı?

Bodrum kat var, hiç rutubet olmuyor: 0

Bodrum kat var, kış aylarında rutubetli: 1

Bodrum kat yok, rutubet yok: 2

Bodrum kat var, sürekli rutubet var: 3

Bodrum kat var, su birikiyor: 5

5- Binanız zemin kat dahil kaç katlı?

Bir katlı: 0

İki katlı: 1

Üç katlı: 2

Dört-beş katlı: 3

Altı-sekiz katlı: 4

Dokuz kat ve üstü: 5

6- Binanızın zemin katı nasıl?

Üst katlarla aynı: 0

Üst katlardan daha içerde, ancak duvarlar kapalı: 1

Kat yüksekliği diğer katlardan daha fazla, ancak duvarlar kapalı: 2

Normal katlarla aynı, ancak duvar yok: 3

Normal katlardan daha içeride, ancak duvar yok: 4

Kat yüksekliği normal katlardan daha fazla, ancak duvar yok: 5

7-Bina çıkmaları nasıl?
Binada hiç çıkma yok: 0 Yalnızca balkonlar çıkma: 1 Binanın bütününde kapalı çıkma var 80 cm`ye kadar: 3 Açık çıkmalar duvarlarla kapatılmış: 4 Binanın bütününde 80 cm`den fazla çıkma var: 5
8-Binaya yapılan müdahale var mı?
Binanın herhangi bir yerinde değişiklik yapılmadı: 0 Binanın iç duvarlarında kaldırılan bölümler var: 1 Binanın iç duvarlarında birden fazla kaldırılan bölümler var: 2 Dış duvarlarda pencere açıldı veya pencereler büyütüldü: 3 Binanın bütününde ilave pencere yapılması yada duvarların kaldırılması: 4 İç bölme ve duvarların komple kaldırılması (1 kat bile olsa): 5
9-Binanın kullanım amacı değiştirildi mi?
Bina yapım amacına göre kullanılıyor: 0 Konut amaçlı yapıp, normal katlar atölye olarak kullanılıyor: 1 Zemin kat konut amaçlı yapıp, dükkan yada atölye olarak kullanılıyor: 2 Binaya sonradan asansör montajı yapıldı: 3 Sonradan çatı arasına bir tondan fazla kapasiteli su deposu yapıldı: 4 Binaya sonradan asansör ve su deposu yapıldı: 5
10 -Binanızda şu ana kadar:
Herhangi bir tamirat yapılmadı: 0 Titreşimli bir aletle tamirat yapıldı: 1 Yapının taşıyıcıları titreşimli bir aletle tamir edildi: 2 Kolon ve kirişlere delik ve benzeri müdahale yapıldı: 3 Binada kat yada döşeme ilavesi yapıldı: 4 Binada kısmı de olsa yangın oldu: 5
11-Binanızdaki daha önceki hasar ya da çatlaklar
Binanızda gözle görülür çatlak yok: 0 Balkon döşemesinde yada köşelerinde çok ince çatlak var: 1 Çıkmalardaki dış duvarların kolon ve kirişlerin birleştiği yerde çok ince çatlaklar var: 2 Pencere altı ve hizalarında duvarda yatay çatlaklar var: 3 Dış duvarlarda yatay ve düşey bina yüksekliğince çatlama var: 4
12- Bina şekli, plan şeması:
Kare yada çokgen: 0 Dikdörtgen: 1 Yıldız şeklinde: 2 Bitişik bloklar, aynı kat seviyesinde değil: 4 Bitişik bloklar, aynı yükseklikte değil: 5