

T.C.
GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MEVCUT BETONARME BİNALARIN DEPREM
RİSKLERİNİN HIZLI DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ İLE
BELİRLENMESİ VE RYTEİE-2019 İLE KARŞILAŞTIRILMASI**

BÜŞRA ÖZTÜRK ÖZDEMİR
YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
DEPREM VE YAPI MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI

GEBZE
2022

T.C.
GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MEVCUT BETONARME BİNALARIN
DEPREM RİSKLERİNİN HIZLI
DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ İLE
BELİRLENMESİ VE RYTEİE-2019 İLE
KARŞILAŞTIRILMASI

BÜŞRA ÖZTÜRK ÖZDEMİR
YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
DEPREM VE YAPI MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI

DANIŞMANI
DR. ÖĞR. ÜYESİ ÜLGEN MERT TUĞSAL

GEBZE

2022

T.R.
GEBZE TECHNICAL UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

**DETERMINING THE EARTHQUAKE
RISK OF THE EXISTING REINFORCED
BUILDINGS USING RAPID ASSESSMENT
METHODS AND COMPARING WITH
RYTEİE-2019**

BÜŞRA ÖZTÜRK ÖZDEMİR

**A THESIS SUBMITTED FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE**

**DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
EARTHQUAKE AND STRUCTURAL ENGINEERING PROGRAM**

**THESIS SUPERVISOR
ASSIST. PROF. DR. ÜLGEN MERT TUĞSAL**

**GEBZE
2022**



YÜKSEK LİSANS JÜRİ ONAY FORMU

GTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 07/07/2022 tarih ve 2022/34 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından 26/07/2022 tarihinde tez savunma sınavı yapılan Büşra ÖZTÜRK ÖZDEMİR'in tez çalışması İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Deprem ve Yapı Mühendisliği Programında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

JÜRİ

ÜYE

(TEZ DANIŞMANI)

: Dr. Öğr. Üyesi Ülgen MERT TUĞSAL

ÜYE

: Doç. Dr. Abdullah Can ZÜLFİKAR

ÜYE

: Dr. Öğr. Üyesi Önder UMUT

ONAY

Gebze Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
...../...../..... tarih ve/..... sayılı kararı.

İMZA/MÜHÜR

ÖZET

Ülkemiz aktif bir deprem kuşağı üzerinde yer almaktadır. Mevcut bina stokumuzun büyük bir kısmının yıkıcı depremler etkisi altında yetersiz kapasiteye sahip olduğu bir gerçektir. Bu nedenle ülkemizdeki mevcut binaların deprem risklerini hızlıca belirlemek amacıyla 2013 yılında Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar (RYTEİE) yürürlüğe girmiştir. Mevcut yapıları hızlı bir şekilde riskli/risksiz olarak ayırt edebilmeyi sağlayan bu yöntem, 2018 yılında yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği sonrasında revize edilerek, 2019 yılında son halini almıştır. Bu çalışmada mevcut yapı stokumuzun genel özelliklerini yansıttığı düşünülen bir yapı grubu, İstanbul İli Kağıthane İlçesi Emniyetevler Mahallesi'nde bulunan yapı stoku içerisinde seçilmiştir. Araştırma kapsamında 100 adet mevcut betonarme yapı ilk aşamada hızlı değerlendirme yöntemlerinden sokak taraması olarak nitelendirilen RYTEİE-2019, FEMA P-154, Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 1, (2003) ve Aydınoglu, (2003) yöntemleri ile incelenmiştir. İkinci aşamada 50 adet mevcut betonarme yapı, literatürde sıklıkla kullanılmakta olan hızlı değerlendirme yöntemlerinden birinci derece değerlendirme yöntemleri olarak nitelendirilen Yakut Yöntemi, (2004) ve Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 2 Yöntemi, (2003) kullanılarak yapı stokunun risk değerlendirmeleri yapılmıştır. Çalışmanın son bölümünde mevcut yapı stoku içerisinde seçilen 6 adet yapı RYTEİE-2019'da yer alan detaylı değerlendirme yöntemi ile incelenmiştir. Değerlendirme aşamasında yapıların bulunduğu deprem bölgesi, zemin etkisi, yapı taşıyıcı sistemi, yapıların kat sayısı ve yapısal düzensizlikleri gibi unsurlar göz önüne alınmış, kullanılan sokak taraması ve hızlı değerlendirme yöntemlerinden elde edilen yapısal skorlar karşılaştırılmıştır. Yapılan bu çalışma ile mevcut hızlı değerlendirme yöntemlerinin birbirleri ile uyumluluğu belirlenirken yapıların deprem risklerinin ne kadar doğru tespit edebildiği de gözlemlenerek bu yöntemlerin ülkemizde de kullanılabilirliği araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mevcut Betonarme Yapılar, Hızlı Değerlendirme Yöntemleri, RYTEİE-2019, FEMA P-154.

SUMMARY

Turkey is located on an active earthquake zone. It is a fact that a great amount of our existing building stock has insufficient capacity under the effect of devastating earthquakes. Therefore, the Principles for the Determination of Buildings Under Seismic Risk (RYTEİE) released in 2019. In this study, an ensemble of buildings is selected from the building stock in Istanbul Province. Firstly, 100 buildings were examined with the methods of RYTEIE-2019, FEMA P-154, Sucuoğlu and Yazgan Phase 1 and Aydınoglu, which are described as street survey, which is one of the rapid evaluation methods at the first stage. Secondly, risk assessments of the building stock were made by using 50 existing reinforced concrete structures, Yakut Method and Sucuoğlu and Yazgan Stage 2 Method, which are described as first-degree evaluation methods, which are among the rapid evaluation methods frequently used in the literature. In the last part of the study, 6 buildings were examined with the detailed evaluation method in RYTEIE-2019. An evaluation is performed by considering the earthquake zone where the structures were located, the site effect, the building structural system, the number of stories and the structural irregularities of the buildings, and finally the structural scores obtained from the rapid assessment methods used are compared.

Consequently, with this study, while determining the compatibility of the existing rapid assessment methods with each other, the usability of these methods in our country was also investigated by observing how accurately the earthquake risks of the buildings could be determined.

Key Words: Existing Reinforced Concrete Structures, Rapid Assessment Methods, RYTEİE (2019), FEMA P-154.

TEŞEKKÜR

Gebze Teknik Üniversitesi Deprem ve Yapı Mühendisliği Anabilim Dalı'nda eğitimime başladığım tarihten itibaren bana öncülük yapan, tez araştırmam sürecinde yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Sayın Dr. Ülgen MERT TUĞSAL'a saygılarımı ve teőekkürlerimi sunarım.

Eğitim ve araştırma sürecim boyunca sabır ve özveri ile yanımda olan, tüm imkanlarıyla bana destek veren ve yardımcı olan değerli hayat arkadaşım ve meslektaşım Yapı Yüksek Mühendisi Osman Alptekin ÖZDEMİR'e teőekkürlerimi ve sevgilerimi sunarım.

Hayatım boyunca bana yalnızlığı hissettirmeyen, tüm desteklerini ve sevgilerini en içten şekilde hissettiren canım annem Filiz ÖZTÜRK'e, canım babam Selçuk ÖZTÜRK'e ve canım kardeşim Mimar Betül ÖZTÜRK'e sevgilerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	v
SUMMARY	vi
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiii
TABLolar DİZİNİ	xv
1. GİRİŞ	1
1.1. Tezin Amacı, Katkısı ve İçeriği	2
1.2. Literatür Araştırması	3
2. YÖNTEMLER	6
2.1. Sokak Taraması Yöntemleri	6
2.1.1. RYTEİE-2019 Sokak Taraması Yöntemi	6
2.1.1.1. Deprem Yer Hareketi Düzeyi	8
2.1.1.2. Zemin Sınıfı	9
2.1.1.3. Tehlike Bölgesi	10
2.1.1.4. Taban ve Yapısal Sistem Puanlaması	11
2.1.1.5. Olumsuzluk Puanları	12
2.1.1.6. Yapı Performans Puanlarının Belirlenmesi	17
2.1.2. FEMA P-154 Sokak Taraması Yöntemi	17
2.1.2.1. İnceleme Aşamaları	19
2.1.2.2. Değerlendirme	25
2.1.3. Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 1 Yöntemi, (2003)	26
2.1.3.1. İnceleme Aşamaları	26
2.1.3.2. Değerlendirme	28
2.1.4. Aydınoğlu Yöntemi, (2003)	28
2.1.4.1. İnceleme Aşamaları	29
2.1.4.2. Değerlendirme	30
2.2. Birinci Derece Değerlendirme Yöntemleri	31

2.2.1. Yakut Yöntemi, (2004)	31
2.2.1.1. İnceleme Aşamaları	31
2.2.1.2. Değerlendirme	33
2.2.2. Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 2 Yöntemi, (2003)	33
2.2.2.1. İnceleme Aşamaları	33
2.2.2.2. Değerlendirme	35
2.3. İkinci Derece Değerlendirme Yöntemleri	35
2.3.1. RYTEİE-2019 Detaylı Değerlendirme Yöntemi	35
2.3.1.1. Değerlendirme Aşamaları	38
2.3.1.1.1. Bilgi Toplama	38
2.3.1.1.2. Yapı Modellemesi	39
2.3.1.1.3. Yapı Analizi	40
2.3.1.1.4. Değerlendirme	42
3. İNCELENEN BİNA STOKU ÖZELLİKLERİ	43
3.1. Serbest Kat Sayısı	45
3.2 Tahmini Yaş	46
3.3. Yapısal Sistem Türü	47
3.4. Görsel Kalite	49
3.5. Yumuşak Kat / Zayıf Kat	49
3.6. Düşeyde Düzensizlik	50
3.7. Ağır Çıkma	52
3.8. Planda Düzensizlik	53
3.9. Kısa Kolon	54
3.10. Yapı Nizamı	55
4. MEVCUT BETONARME YAPILARIN İNCELENMESİ	57
4.1. Sokak Taraması Yöntemleri ile Analiz ve Karşılaştırma	57
4.2. Birinci Derece Değerlendirme Yöntemleri ile Analiz ve Karşılaştırma	65
4.3. İkinci Derece Değerlendirme Yöntemleri ile Analiz ve Karşılaştırma	69
5. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ	75
KAYNAKLAR	82

ÖZGEÇMİŞ

84

EKLER

85



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler ve Kısaltmalar

Açıklamalar

A_{col}	: Kritik kat toplam kolon enkesit alanı (m^2)
A_{floor} / A_{gf}	: Kritik kat alanı (m^2)
ΣA_{floor}	: Kat toplam alanı (m^2)
A_{mw}	: Kritik kat toplam dolgu duvar enkesit alanı (m^2)
A_{sw}	: Kritik kat toplam perde kolon enkesit alanı (m^2)
A_{sw}	: Kritik kat toplam etkili kolon enkesit alanı (m^2)
b_w	: Taşıyıcı yapı elemanı kısa kenar uzunluğu (m)
C_A	: Yapı düzensizlik katsayısı
C_{AF}	: Düşeyde düzensizlik varlığı katsayısı
C_{AP}	: Ağır çıkma varlığı düzensizlik katsayısı
C_{AS}	: Yumuşak kat varlığı düzensizlik katsayısı
C_{ASC}	: Kısa kolon varlığı düzensizlik katsayısı
f_{ck}	: Beton karakteristik basınç dayanımı (N/mm^2)
f_{ctk}	: Beton karakteristik çekme dayanımı (N/mm^2)
F_s	: Zemin etki katsayısı
f_y	: Boyuna donatı akma dayanımı (N/mm^2)
g	: Yerçekimi ivmesi (m/s^2)
H	: Yapı yüksekliği (m)
h	: Taşıyıcı yapı elemanı uzun kenar uzunluğu (m)
I_c	: Kritik kat kolon atalet momenti
I_{sw}	: Kritik kat perde kolon atalet momenti
I	: Bina önem katsayısı
L_x, L_y	: Yapının iki doğrultuda uzunlukları (m)
M	: Yer hareketi büyüklüğü
M_d	: Dış yüklerden dolayı yapı elemanında oluşan moment (kNm)
M_r	: Yapı moment kapasitesi (kNm)
m_t	: Yapı kütlesi (t)
n_f	: Sürekli çerçeve sayısı
n_{sk}	: Serbest kat sayısı

s	:	Enine donatı aralığı (mm)
S_{ds}	:	Tasarım spektral ivme
S_s	:	Harita spektral ivme
TP	:	Yapı taban puanı
V_d	:	Yapı elemanına etki eden kesme kuvveti
V_r	:	Yapı kesme kuvveti kapasitesi
ρ	:	Boyuna donatı oranı
δ	:	Ortalama değer
σ	:	Standart sapma
BCPI	:	Kapasite İndeksi
CPI	:	Kapasite indeksi puanı
NRS	:	Çerçeve süreksizliği parametre değeri
NRR	:	Çerçeve süreksizliği oranı
PP	:	Yapı performans puanı
YSP	:	Yapısal sistem puanı

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil No:</u>	<u>Sayfa</u>
2.1: RYTEİE-2019 Değerlendirme Formu.	7
2.2: Serbest Kat Adedi.	11
2.3: Yapısal Sistem Türü.	12
2.4: Zayıf Kat/ Yumuşak Kat.	13
2.5: Düşeyde Düzensizlik.	13
2.6: Ağır Çıkma.	14
2.7: Planda Düzensizlik.	14
2.8: Kısa Kolon.	15
2.9: Yapı Nizamı.	15
2.10: Komşu Yapı Döşeme Seviyesi.	15
2.11: FEMA P-154 Değerlendirme Formu.	18
2.12: Zemin Olumsuzluk Parametreleri 1.	22
2.13: Zemin Olumsuzluk Parametreleri 2.	22
2.14: FEMA P-154 Planda Düzensizlik 1.	24
2.15: FEMA P-154 Planda Düzensizlik 2.	24
2.16: FEMA P-154 Planda Düzensizlik 3.	25
2.17: Yatay Elastik Spektral İvme.	37
3.1: Türkiye Deprem Tehlike Haritası.	43
3.2: İstanbul İli Kağıthane İlçesi Haritası.	44
3.3: İstanbul Kağıthane Emniyetevler Mahallesi Uydu Görüntüsü.	45
3.4: İncelenen Yapılarda Serbest Kat Sayısı Dağılım Grafiği.	46
3.5: İncelenen Yapılarda Tahmini Yaş Dağılım Grafiği.	47
3.6: İncelenen Yapılarda Yapısal Sistem Dağılım Grafiği.	48
3.7: İncelenen Yapılarda Yapısal Sistem Dağılım Grafiği.	49
3.8: İncelenen Yapılarda Yumuşak Kat / Zayıf Kat Dağılım Grafiği.	50
3.9: İncelenen Yapılarda Düşeyde Düzensizlik Dağılım Grafiği.	51
3.10: İncelenen Yapılarda Ağır Çıkma Dağılım Grafiği.	52
3.11: İncelenen Yapılarda Planda Düzensizlik Dağılım Grafiği.	53
3.12: İncelenen Yapılarda Kısa Kolon Dağılım Grafiği.	54
3.13: İncelenen Yapılarda Yapı Nizamı Dağılım Grafiği.	56

4.1:	İncelenen Yapılarda RYTEİE-2019 Performans Puanı Dağılım Grafiği.	57
4.2:	İncelenen Yapılarda RYTEİE-2019 Kat Bazında Performans Puanı Dağılım Grafiği.	58
4.3:	İncelenen Yapılarda FEMA P-154 Performans Puanı Dağılım Grafiği.	59
4.4:	İncelenen Yapılarda FEMA P-154 Kat Bazında Performans Puanı Dağılım Grafiği.	59
4.5:	İncelenen Yapılarda Aydınöğlu Yöntemi Performans Puanı Dağılım Grafiği.	60
4.6:	İncelenen Yapılarda Aydınöğlu Yöntemi Kat Bazında Performans Puanı Dağılım Grafiği.	61
4.7:	İncelenen Yapılarda Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 1 Yöntemi Performans Puanı Dağılım Grafiği.	61
4.8:	İncelenen Yapılarda Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 1 Yöntemi Kat Bazında Performans Puanı Dağılım Grafiği.	62
4.9:	İncelenen Yapılarda Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 2 Yöntemi Performans Puanı Dağılım Grafiği.	65
4.10:	İncelenen Yapılarda Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 2 Yöntemi Kat Bazında Performans Puanı Dağılım Grafiği.	66
4.11:	İncelenen Yapılarda Yakut Yöntemi Performans Puanı Dağılım Grafiği.	66
4.12:	İncelenen Yapılarda Yakut Yöntemi Kat Bazında Performans Puanı Dağılım Grafiği.	67
4.13:	RYTEİE-2019 Detaylı Değerlendirme TDTH Veri Girişı.	70
4.14:	RYTEİE-2019 Detaylı Değerlendirme TDTH Yapı Konumu.	71
4.15:	RYTEİE-2019 Detaylı Değerlendirme TDTH Çıktıları.	71
4.16:	RYTEİE-2019 Detaylı Değerlendirme Veri Girişı 1.	72
4.17:	RYTEİE-2019 Detaylı Değerlendirme Veri Girişı 2.	72
4.18:	RYTEİE-2019 Detaylı Değerlendirme Yapı Modellemesi 1.	73
4.19:	RYTEİE-2019 Detaylı Değerlendirme Yapı Modellemesi 2.	74
4.20:	RYTEİE-2019 Detaylı Değerlendirme Veri Çıktıları.	74

TABLolar DİZİNİ

<u>Tablo No:</u>	<u>Sayfa</u>
2.1: Deprem Yer Hareketi Düzeyi Tablosu.	8
2.2: Zemin Sınıfı Tablosu.	9
2.3: Tehlike Bölgesi Tablosu.	10
2.4: Taban Puanı ve Yapısal Sistem Puanı.	12
2.5: Olumsuzluk Parametre Değerleri.	16
2.6: Olumsuzluk Parametre Puanları.	16
2.7: FEMA P-154 Deprem Tehlike Bölgeleri.	19
2.8: FEMA P-154 Zemin Sınıfları.	20
2.9: FEMA P-154 Yapısal Sistem Türü.	25
2.10: FEMA P-154 Yapısal Sistem Türü.	26
2.11: Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 1Yöntemi Puan Tablosu.	27
2.12: C_d Katsayısı.	29
2.13: Yakut Yöntemi olumsuzluk Parametreleri.	32
2.14: İnşaat Kalitesi Katsayısı.	32
2.15: Deprem Yer Hareketi Düzeyi.	36
2.16: Zemin Etki Katsayıları.	36
2.17: Bilgi Düzeyi Katsayısı.	39
2.18: Kolon Sınıflandırması.	40
2.19: Perde Sınıflandırması.	41
2.20: Kolon Risk Değerlendirmesi.	41
2.21: Perde Risk Değerlendirmesi.	42
2.22: Kolon ve Perde Risk Değerlendirmesi.	42
5.1: Sokak Taraması Yöntemleri ile Elde Edilen Deprem Riski Değerleri.	78
5.2: Sokak Taraması Yöntemleri ve Birinci Derece Değerlendirme Yöntemleri ile Elde Edilen Deprem Riski Değerleri.	80
5.3: Sokak Taraması Yöntemleri, Birinci Derece Değerlendirme Yöntemleri ve İkinci Derece Değerlendirme Yöntemleri ile Elde Edilen Deprem Riski Değerleri.	81

1. GİRİŞ

Ülkemizin büyük bir bölümü, dünyadaki en yoğun üç deprem kuşağından biri olan ve yeryüzündeki depremlerin %17'sinin gerçekleştiği Alp-Himalaya Deprem Kuşağı üzerinde yer almaktadır. Ülkemiz için deprem olası en yıkıcı ve önemli doğal afetler arasında yer almaktadır. Dünya çapında deprem büyüklükleri ile maddi ve manevi kayıpların karşılaştırıldığı istatistiklere bakıldığında ülkemizdeki kayıp oranının oldukça fazla olduğu görülmektedir. Bu durum deprem tehlikesi ve deprem riski kavramlarına dikkat çekmektedir. Deprem tehlikesi, deprem büyüklüğü ile oluşabilecek yıkımların yer ve zaman olarak oluşabilme ihtimalini gösterirken, deprem riski ise bu ihtimale karşılık meydana gelebilecek can ve mal kayıplarının büyüklüğünü göstermektedir. Ülkemizin yoğun kentleşme sorunu ve yoğunluğun deprem tehlikesi yüksek bölgelerde olması nedeniyle deprem riski azımsanamayacak boyutlara gelmiştir. Mevcut yapılarımızın deprem performanslarının detaylı inceleme ile belirlenmesinin maliyet ve zaman açısından çok büyük kayıp olacağını belirten Tezcan yapılar da hızlı değerlendirme yöntemlerinin kullanılmasını önermiştir [Tezcan ve Gürsoy, 2002]. Yapılarımızın mevcut riskinin belirlenmesi ve deprem risklerinin azaltılması amacıyla uygulanacak dönüşümlerin ivedi bir şekilde yapılabilmesi için dünyanın birçok yerinde olduğu gibi ülkemizde de riskli yapıların hızlı değerlendirilmesi için yöntemler geliştirilmiştir.

Hızlı değerlendirme yöntemlerinden bir kısmı sokak taraması olarak adlandırılan, yapı içine girilmeden yapı stokunun dışarıdan bakılarak hızlıca değerlendirilmesi ile yapılır. Ayrıca sokak taraması yöntemine göre daha fazla bilgi gerektiren hızlı değerlendirme yöntemleri, yapıdan elde edilen yapısal veriler ışığında yapıların deprem performansları yaklaşık yöntemler ile bireysel olarak tespit edilebilmektedir. Sokak taraması yöntemleri yapılara bireysel değerlendirme yapmamakta sadece yapıların performans puanları ile yapı stokunun dönüşüm anlamında önceliğinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Daha detaylı yöntemler ise yapıların bireysel olarak deprem performansını yaklaşık olarak belirlemektedir.

Araştırma kapsamında dikkat edilmesi gereken bir husus da bu yöntemler sonucunda riskli bulunan yapıların öncelikli olarak dönüşüme alınması gerektiği, yani yapıların risk taşıdığı kabulü, riskli bulunmayan yapılarınsa risksiz olduğunun düşünülmemesi gerekliliğidir. Hızlı değerlendirme yöntemleri ile incelenen ve risksiz

çıkan yapıların da incelenmesi gerekli fakat öncelikli değildir. Ülkemizde mühendislik hizmeti almamış, yeterli deprem dayanımına sahip olmayan ve kısa sürede detaylı değerlendirme yapılamayacak kadar fazla sayıda yapı bulunmakta iken bulunduğumuz bölgenin deprem riski araştırmacılara detaylı inceleme süresinin tanınamayacağı kadar fazladır. Bu nedenle süre ve maliyet açısından hızlı değerlendirme yöntemlerinin geliştirilmesi ve uygulanması ülkemiz için bir gerekliliktir.

1.1. Tezin Amacı, Katkısı ve İçeriği

Yapılan bu çalışmada amaç bir yapı topluluğunun hızlı değerlendirme yöntemleri kullanılarak değerlendirilmesi ve risk sıralaması yapılması ile değerlendirme yöntemlerinin kıyaslanmasıdır. Çalışma kapsamında ilk aşamada 6306 sayılı kanun ile çıkarılmış Riskli Binaların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar 'da (RYTEİE-2019) sunulmuş olan RYTEİE-2019 Sokak Taraması Yöntemi, Amerika'da Applied Technology Council (ATC) tarafından geliştirilen FEMA P-154 Sokak Taraması Yöntemi, Haluk Sucuoğlu ve Ufuk Yazgan tarafından geliştirilen Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 1 Yöntemi, (2003) ve Mehmet Nuray Aydınoğlu tarafından geliştirilen Aydınoğlu Yöntemi, (2003) ile değerlendirilen farklı yıllarda inşa edilmiş 100 adet mevcut betonarme yapının deprem risk durumları karşılaştırılmıştır. Bu konuda yapılan çalışmalardan birisinde Güleç, 2019, FEMA P-154 ve P25 hızlı değerlendirme yöntemlerini karşılaştırmaktadır. Çalışması sonucunda belirlediği parametrelere göre P25 metodunun ülkemiz yapıları için güvenilir bir metot olduğu, FEMA P-154 sokak taraması yönteminin ise ülkemiz yapıları için daha az güvenilir olduğunu belirtmektedir. Çalışmanın ikinci aşamasında 50 adet mevcut betonarme yapı Sucuoğlu ve Yazgan tarafından geliştirilen Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 2, (2003) birinci derece hızlı değerlendirme yöntemi ve Ahmet Yakut tarafından geliştirilen Yakut, (2004) birinci derece hızlı değerlendirme yöntemi ile incelenmiştir. Ortaya çıkan sonuçlar ile sokak taraması ve birinci derece değerlendirme yöntemleri kendi içlerinde karşılaştırılmış devamında birbirleri ile karşılaştırılarak tutarlılıkları irdelenmiştir. Son aşamada sokak taraması ve birinci derece hızlı değerlendirme yöntemleri ile incelenen yapılardan 6 adet seçilmiş ve seçilen yapılar RYTEİE-2019 Detaylı Değerlendirme Yöntemi ile incelenmiştir. İnceleme sonucu elde edilen veriler kullanılarak hızlı değerlendirme yöntemleriyle elde edilen sonuçların doğruluğu incelenmiştir.

1.2. Literatür Araştırması

Tüm dünyada etkili olabilen deprem hareketleri yapılarımızın dayanımının düşük olması nedeniyle can ve mal kaybına neden olmaktadır. Deprem hareketinin kendisi tahmin edilememekte ve önlenememekte fakat yapı tasarımlarının depreme dayanıklı olması halinde deprem sonrası oluşabilecek can ve mal kayıpları önlenebilmektedir. Bu fikirle yola çıkan çalışmacılar yeni yapıları deprem faktörünü dikkate alarak tasarlarlarken, mühendislik hizmeti almamış ve yeterli dayanıma sahip olup olmadığı bilinmeyen yapı sayısının oldukça fazla olması mevcut yapıların deprem dayanımının belirlenmesi sorununu ortaya çıkarmıştır. Ülkemiz kentleşmesinde önemli bir sorun olan kontrolsüz yapılaşma, deprem riskini arttırmaktadır. Sayıca fazla olan mevcut yapıların deprem risklerinin hızlı ve olabildiğince doğru şekilde değerlendirilmesi için tüm dünyada çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Amerika Birleşik Devletleri'nde Applied Technology Council (ATC) tarafından geliştirilen FEMA P-154, Japonya'da geliştirilen Japon Sismik İndeks yöntemi ve Kanada'da geliştirilen Kanada Sismik Tarama yöntemi bu yöntemlerden birkaç tanesini oluşturmaktadır.

Ülkemizde meydana gelen büyük depremler sonrasında yapıların deprem güvenliklerinin hızlı değerlendirilmesi konusunda birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar kapsamında alternatif yöntemler araştırılarak daha hızlı ve maliyeti düşük yöntemlere yönelinmiştir. Bu çalışmalar kapsamında ülkemizde uygulanmaya elverişli yöntemler arasında 6306 sayılı kanun ile yayınlanan "RYTEİE 2019 Hızlı Değerlendirme Yöntemi ve Sokak Taraması Yöntemi", "Sıfır Can Kaybı Yaklaşımı" [Tezcan vd., 2005], "Sokak Taraması Yöntemi" [Sucuoğlu, 2004], "Sismik İndeks Yöntemi" [İlki vd., 2003], "Kapasite İndeksi Yöntemi" (Yakut vd., 2005), "P25 Puanlama Yöntemi" [Bal, 2005], İstatiksel Değerlendirmelere Dayalı Yaklaşım" [Pay ve Özcebe, 2001], "Hasar Kontrol İndeksleri" (Tezcan ve Akbaş, 1996), "Görelî Kat Öteleme Spektrumu" [Gülkan ve Sözen, 1997], "Yatay Yük Parametresi ile Ötelenmelerin Karşılaştırılması" [Özer vd., 1993], "Orta Yükseklikteki Binalarda Basitleştirilmiş Dayanım Belirleme Yöntemi" [Sucuoğlu ve Günay, 2003] yöntemleri bulunmaktadır.

Yatay yük parametresi ile ötelenmelerin karşılaştırılması yöntemi [Özer vd., 1993], mevcut betonarme yapıların deprem kapasitelerinin tespit edilmesi maksadıyla

yapılan analizlerde yatay yük katsayılarının ve göçme değerlerinin incelendiği bir yöntemdir.

Hasar kontrol indeksleri yöntemi [Tezcan ve Akbaş, 1995 ve 1996] görelî kat ötelenmesi sınırları baz alınarak olası bir deprem sonrasında betonarme binanın mevcut dayanımını koruyup koruyamadığı hakkında bilgi sahibi olunabilmesini sağlamaktadır.

Görelî kat öteleme spektrumu yönteminde [Gülkan ve Sözen, 1997] yapı çevresindeki yer hareketleri baz alınarak oluşabilecek görelî kat ötelenmesi talepleri dikkate alınarak yapı dayanımı üzerine çalışılmıştır.

Kolon ve duvar indeksleri [Hassan ve Sözen, 1997], [Gülkan vd., 2005] yönteminde deprem tehlikesi düşük bölgeler için basitleştirilmiş deprem riski hesabı üzerine çalışılmıştır. Yöntemde, yapılardaki düşey taşıyıcıların ve dolgu duvarların etkili kesme alanları kullanılarak risk seviyelerine göre sıralama yapılmaktadır. Üzerine yapılan çalışmalar ile yöntem geliştirilmiştir.

İstatiksel değerlendirmelere dayalı yaklaşım yöntemi [Pay ve Özcebe, 2001] mevcut betonarme yapının kat adedi, ağır çıkma, yumuşak kat, planda düzensizlik ve atalet momenti gibi özellikleri elde edilerek yapılan değerlendirmeler ile yapının göçme durumunu belirlemeyi amaçlamaktadır.

Sıfır can kaybı yaklaşımı yöntemi [Tezcan vd., 2002, 2003, 2004, 2005] deprem riski yüksek betonarme yapıların belirlenmesini ve önceliklendirilmesini amaçlamaktadır. Vakit alacak detaylı incelemeler için öncelik sağlayarak tüm yapıların incelenmesi için ayrılacak olan vakit ve maliyetten tasarruf yapılmasını sağlamaktadır.

Orta yükseklikteki binalarda basitleştirilmiş dayanım belirleme yöntemi [Sucuoğlu ve Günay, 2003] doğrusal elastik analiz ile elastik ötesi statik analiz sonucu elde edilen değerleri kıyaslamaktadır. Elde edilen sonuçlar itibariyle taban kesme kuvveti kapasitesinin statik itme analizi yapılmadan saptanabildiği görülmektedir.

Sismik indeks yöntemi [İlki vd., 2003] mevcut betonarme yapının yapısal sistemini inceleyerek sismik indeksini belirlemektedir. Yapının sismik indeksi sınır değer ile karşılaştırarak yapının deprem riski tahmin edilmektedir.

Sokak taraması yöntemi [Sucuoğlu, 2004] kat adedi, yerel zemin sınıfı, en büyük yer hızı, yapının görünen kalitesi, ağır çıkma, yumuşak kat, kısa kolon, yapı nizamı, zemin eğimi gibi özellikleri puanlayarak risk sıralaması yapmaktadır.

P25 puanlama yöntemi [Bal, 2005] mevcut betonarme yapının yapısal elemanlarının; malzeme, kesit alanı ve yapısal düzensizlik gibi özellikleri ile elde edilen yedi adet yapısal puanın karşılaştırılması ve dış etkenlerin de dahil edilerek elde edilen puanı değerlendirmektedir.

Kapasite indeksi yöntemi [Yakut vd., 2005] mevcut betonarme yapının inceleme katında bulunan kolon ve perdelerin kesme kuvvetini hesaplayarak bina kesme kuvveti ile karşılaştırmaktadır. Karşılaştırma ile elde edilen sonuç yapının göçme riskini belirlemektedir.



2. YÖNTEMLER

Yapılan bu çalışma kapsamında mevcut betonarme binaların deprem performanslarını belirlemek için 4 adet sokak taraması yöntemi, 2 adet birinci derece hızlı değerlendirme yöntemi ve 1 adet ikinci derece hızlı değerlendirme yöntemi kullanılmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan yöntemler; RYTEİE-2019 Sokak Taraması Yöntemi, FEMA P-154 Sokak Taraması Yöntemi, Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 1 Yöntemi, (2003), Aydınoğlu Yöntemi, (2003) olmak üzere 4 adet sokak taraması yöntemi, Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 2 Yöntemi, (2003) ile Yakut Yöntemi, (2004) olmak üzere 2 adet birinci derece hızlı değerlendirme yöntemi ve RYTEİE-2019 ikinci derece hızlı değerlendirme yöntemidir.

2.1. Sokak Taraması Yöntemleri

2.1.1. RYTEİE-2019 Sokak Taraması Yöntemi

6306 sayılı afet riski altındaki alanların dönüştürülmesi hakkında kanunun eki olarak sunulan RYTEİE-2019, mevcut yapıların hızlı bir şekilde deprem risk puanlarını belirleyerek risk durumlarına göre sıralama yapılmasını sağlayan bir yöntem olup, 2013 yılında yürürlüğe girmiştir. 2018 yılında yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği sonrasında yenilenerek 2019 yılında günümüzde de kullanılan halini almıştır. RYTEİE-2019 Sokak Taraması Yöntemi 1-7 katlı betonarme yapılar ile yığma yapıların risk durumlarını değerlendirebilmektedir. Sekiz ve üzeri katlı yapılar için henüz bu yöntem kullanılmamakta fakat bu konu üzerinde çalışmalar devam etmektedir. Bu yöntemin uygulaması için RYTEİE-2019 Ek-A'da verilen formun (Şekil 2.1) doldurulması ve devamında da verilere göre puanlanması yapılmaktadır.

TBDY-2018 çerçevesinde sunulmuş olan Türkiye Deprem Tehlike Haritasına göre yapının koordinatları, yer hareketi düzeyi ve zemin sınıfı belirtilerek elde edilen spektral iveme katsayısı (S_{DS}) değeri ile yapının tehlike bölgesi tespit edilmektedir. Tehlike Bölgesi baz alınarak serbest kat sayısı ile yapının taban puanı belirlenir. Betonarme yapı sisteminin betonarme çerçeve ve perde olması durumunda puanlamaya yapısal sistem puanı eklenir. Yapının düşey, yatay düzensizlikleri ile ağır çıkma, kısa kolon, görsel kalite gibi durumlarına göre olumsuzluk puanı belirlenerek

yapı puanı hesaplanmaktadır. Mevcut yapı stoku RYTEİE-2019 Ek-A ile değerlendirildikten sonra ortaya çıkan yapı puanları sıralanarak dönüştürülmesi öncelikli yapılar belirlenmektedir.

BETONARME BİNALAR İÇİN VERİ TOPLAMA FORMU				
BİNA KİMLİK BİLGİLERİ			Tarih:	
			Sıra:	
BİNA KİMLİK NO		BİNA FOTOĞRAF (BİNANIN ÖN CEPHESİNDEN VE BİNAYI TEMSİL EDEBİLECEK NET BİR FOTOĞRAF OLMALI)		
İL				
İLÇE				
MAHALLE				
CADDE / SOKAK				
DIŞ KAPI NO				
BİNA ADI				
PAFTA				
ADA				
PARSEL				
UAVT BİNA KODU				
BİNANIN TAHMİNİ YAŞI				
COĞRAFİ KOORDİNATLARI	ENLEM:	BOYLAM:		
YAPI KULLANIM TÜRÜ	<input type="checkbox"/> KONUT	<input type="checkbox"/> TİCARET	<input type="checkbox"/> SANAYİ	<input type="checkbox"/> KAMU
	<input type="checkbox"/> METRUK			
BİNA TEKNİK BİLGİLERİ				
YAPISAL SİSTEM TÜRÜ	<input type="checkbox"/> BA ÇERÇEVE	<input type="checkbox"/> BA ÇERÇEVE VE PERDE		
SERBEST KAT ADEDİ (Nsk)				
BİNA GÖRSEL KALİTESİ	<input type="checkbox"/> İYİ	<input type="checkbox"/> ORTA	<input type="checkbox"/> KÖTÜ	
YUMUŞAK KAT / ZAYIF KAT	<input type="checkbox"/> VAR	<input type="checkbox"/> YOK		
DÜŞEYDE DÜZENSİZLİK	<input type="checkbox"/> VAR	<input type="checkbox"/> YOK		
AĞIR ÇIKMALAR	<input type="checkbox"/> VAR	<input type="checkbox"/> YOK		
PLANDA DÜZENSİZLİK	<input type="checkbox"/> VAR	<input type="checkbox"/> YOK		
KISA KOLON ETKİSİ	<input type="checkbox"/> VAR	<input type="checkbox"/> YOK		
YAPI NİZAMI	<input type="checkbox"/> AYRIK	<input type="checkbox"/> BİTİŞİK	<input type="checkbox"/> KÖŞEDE BİTİŞİK	
BİTİŞİK BİNALARLA DÖŞEME SEVİYESİ	<input type="checkbox"/> AYNI	<input type="checkbox"/> FARKLI		
TABİİ ZEMİN EĞİMİ	<input type="checkbox"/> DÜZ	<input type="checkbox"/> EĞİMLİ (Eğim > 30°)		
ZEMİN SINIFI	<input type="checkbox"/> ZA	<input type="checkbox"/> ZB	<input type="checkbox"/> ZC	<input type="checkbox"/> ZD
	<input type="checkbox"/> ZE			
NOT:				

Şekil 2.1: RYTEİE-2019 değerlendirme formu.

2.1.1.1 Deprem Yer Hareketi Düzeyi

Yönetmelik, risk tespiti yapılacak yapıların kullanım amacına göre deprem yer hareketi düzeyini belirlemektedir. Daha önce çeşitli araştırmalarda ve yönetmeliklerde de konu olan ve son olarak RYTEİE-2019 Sokak Taraması Yöntemi'nin de baz aldığı TBDY-2018'de spektral ivme katsayılarının elde edilebilmesi için kullanılan deprem yer hareketi düzeyleri belirtilmiştir. TBDY-2018 DD-1, DD-2, DD-3, DD-4 olmak üzere 4 farklı yer hareketi düzeyi nitelendirilmiştir. DD-1, tekrarlanma periyodu 2475 yılda bir olan en büyük deprem yer hareketi olarak, DD-2, tekrarlanma periyodu 475 yılda bir olan seyrek deprem yer hareketi olarak, DD-3, tekrarlanma periyodu 72 yılda bir olan *sık deprem* olarak, DD-4, tekrarlanma periyodu 43 yılda bir olan çok sık deprem yer hareketi ya da servis depremi yer hareketi olarak nitelendirilmiştir.

Tablo 2.1: Deprem yer hareketi düzeyi tablosu.

Bina Kullanım Amacı	Hareketli Yük Azaltma Katsayısı, n	Deprem Yer Hareketi Düzeyi
1. Deprem sonrası kullanımı gereken binalar, insanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar, değerli eşyanın saklandığı binalar ve tehlikeli madde içeren binalar		
a) Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastaneler, dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları ve terminaleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri, vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, ilk yardım ve afet planlama istasyonları)	0.3	
b) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb.	0.6	DD-1*
c) Müzeler	0.6	
d) Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb. özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	0.6	
2. İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar ve diğer binalar		
a) Alışveriş merkezleri, spor tesisleri, sinema, tiyatro, konser salonları, ibadethaneler, vb.	0.6	
b) Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, otopark, vb.	0.3	DD-2
c) Depo, antrepo, vb.	0.8	

* DD-2 için bulunan S_{DS} katsayısının 1.5 katının, DD-1 için bulunan S_{DS} katsayısından küçük olması durumunda, DD-1 yerine DD-2 deprem yer hareketi düzeyi 1.5 ile çarpılarak kullanılacaktır.

RYTEİE-2019 Sokak Taraması Yöntemi'nde riskli yapıların deprem yer hareketi düzeyi DD-2 olarak seçilerek değerlendirilmesinin devamında kullanılacak olan spektral ivme katsayılarının Türkiye Deprem Bölge Haritaları'ndan elde edilmesinde kullanılmaktadır (Tablo 2.1).

2.1.1.2 Zemin Sınıfı

RYTEİE-2019 Sokak Taraması Yöntemi'ne göre yapılacak olan risk tespitinde tehlike bölgesinin belirlenebilmesi için yapının zemin sınıfının da bilinmesi gerekmektedir. Yönetmelik yapı zemin sınıfının zemin etüdü ile belirlenmesini, mevcut yapının zemin etüdü için uygun olmaması halinde yapının zemininde daha önce yapılmış zemin etüdünün ya da zemin yapısının benzer olduğu en yakın bölgenin zemin etüdü verilerinin kullanılabilceğini belirtmektedir.

RYTEİE-2019 Sokak Taraması Yöntemi, zemin üst 30 metredeki ortalama kayma dalgası hızı (V_s)₃₀, üst 30 metredeki ortalama standart penetrasyon darbe sayısı (N_{60})₃₀, ve üst 30 metredeki ortalama drenajsız kayma dayanımı (c_u)₃₀, değerleri ile zemini 6 farklı sınıfa ayırmaktadır. Zemin, (V_s)₃₀, (N_{60})₃₀ ve (c_u)₃₀ değerlerine göre ZA (sağlam ve sert kayalar), ZB (az ayrılmış, orta sağlam kayalar), ZC (Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış, çok çatlaklı zayıf kayalar), ZD (Orta sıkı – sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları), ZE (Gevşek kum, çakıl veya yumuşak – katı kil tabakaları veya $PI > 20$ ve $w > \%40$ koşullarını sağlayan toplamda 3 metreden daha kalın yumuşak kil tabakası içeren profiller), ZF (Deprem etkisi altında çökme ve potansiyel göçme riskine sahip zeminler, toplam kalınlığı 3 metreden fazla turba ve/veya organik içeriği yüksek killer, toplam kalınlığı 8 metreden fazla olan yüksek plastisiteli killer, çok kalın yumuşak veya orta katı killer) olarak sınıflandırılmaktadır. Yerel zemin sınıflarının belirlenmesi için değerler Tablo 2.2 'de verilmiştir.

Tablo 2.2: Zemin sınıfı tablosu.

Yerel Zemin Sınıfı	Zemin Cinsi	Üst 30 m'de ortalama		
		(V_s) ₃₀ [m/s]	(N_{60}) ₃₀ [darbe/30 cm]	(c_u) ₃₀ [kPa]
ZA	Sağlam, sert kayalar	>1500	–	–
ZB	Az ayrılmış, orta sağlam kayalar	760–1500	–	–
ZC	Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış, çok çatlaklı zayıf kayalar	360–760	>50	>250
ZD	Orta sıkı – sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları	180–360	15–50	70–250
ZE	Gevşek kum, çakıl veya yumuşak – katı kil tabakaları veya $PI > 20$ ve $w > \%40$ koşullarını sağlayan toplamda 3 metreden daha kalın yumuşak kil tabakası ($c_u < 25$ kPa) içeren profiller	<180	<15	<70
ZF	<ul style="list-style-type: none">• Deprem etkisi altında çökme ve potansiyel göçme riskine sahip zeminler (sıvılaşabilir zeminler, yüksek derecede hassas killer, göçebilir zayıf çimentolu zeminler vb.),• Toplam kalınlığı 3 metreden fazla turba ve/veya organik içeriği yüksek killer,• Toplam kalınlığı 8 metreden fazla olan yüksek plastisiteli ($PI > 50$) killer,• Çok kalın (> 35 m) yumuşak veya orta katı killer.			

2.1.1.3 Tehlike Bölgesi

RYTEİE-2019 Sokak Taraması Yöntemi riskli yapıların tespiti için öncelikle tehlike bölgelerini belirlemektedir. Tehlike bölgesi, yapının spektral ivme katsayısının (S_{DS}) Türkiye Deprem Tehlike Haritaları'ndan zemin sınıfı ve yer hareketi düzeyi ile elde edilmesiyle tespit edilmektedir.

Deprem Tehlike Haritaları, deprem yer hareketi düzeyi ve zemin sınıfını dikkate alarak kısa periyot harita spektral ivme katsayısı (S_s) ve 1.0 saniye periyot harita spektral ivme katsayısı (S_1) olmak üzere iki adet boyutsuz harita spektral ivme katsayısı vermektedir. İki doğrultudaki deprem kuvvetlerinin ortalaması olan ve boyutsuz olarak tanımlanan harita spektral ivme katsayıları yerel zemin etki katsayıları kullanılarak Eş.2.1 ve Eş.2.2 ile tehlike bölgesi seçimi için kullanılan kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı elde edilmektedir. Elde edilen spektral ivme katsayısı ve zemin sınıfı ile RYTEİE-2019 kapsamında bulunan tablodan (Tablo 2.3) yapıların tehlike bölgesi seçilmektedir.

$$S_{DS} = S_s \times F_s \quad (2.1)$$

$$S_{D1} = S_1 \times F_1 \quad (2.2)$$

Tablo 2.3: Tehlike bölgesi tablosu.

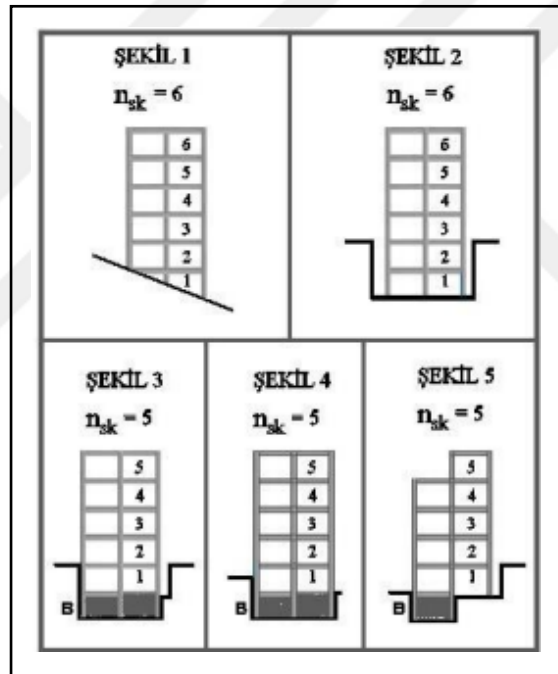
Tehlike bölgesi	S_{DS}	Zemin sınıfı
I	$S_{DS} \geq 1.0$	ZC/ZD/ZE
II	$S_{DS} \geq 1.0$	ZA/ZB
	$1.0 \geq S_{DS} \geq 0.75$	ZC/ZD/ZE
III	$1.0 \geq S_{DS} \geq 0.75$	ZA/ZB
	$0.75 \geq S_{DS} \geq 0.50$	ZC/ZD/ZE
IV	$0.75 \geq S_{DS} \geq 0.50$	ZA/ZB
	$0.50 \geq S_{DS}$	Tüm zeminler

Yapı puanlaması için zemin sınıfı ve RYTEİE-2019 Sokak Taraması Yöntemi tarafından belirlenen deprem yer hareketi düzeyi ile elde edilen spektral ivme katsayısı ile zemin sınıfı değerleri tablodaki değer aralıkları ile karşılaştırılarak yapının tehlike bölgesi seçimi yapılmalıdır. Tehlike bölgesinin belirlenmesi doğru bir risk analizi için

önemli adımlardan birini oluşturmaktadır. Tehlike bölgesinin yanlış atanması yapı puanlamasını kökten etkileyecek ve yanlış değerlendirme yapılmasına neden olacaktır.

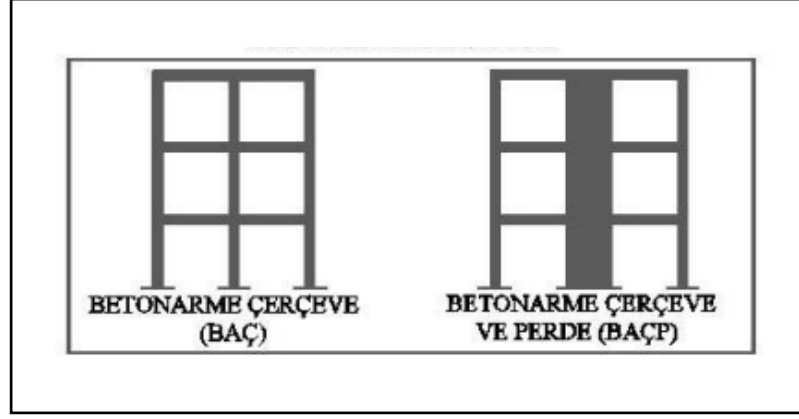
2.1.1.4 Taban ve Yapısal Sistem Puanlaması

Yapı için zemin sınıfı ve deprem yer hareketi düzeyi kullanılarak RYTEİE-2019 Ek-A'da bulunan tablodan tehlike bölgesi elde edilmiştir. Yapının taban puanının belirlenebilmesi için tehlike bölgesi ve serbest kat adedi (Şekil 2.2) dikkate alınarak yönetmelikte sunulan taban puan tablosundan (Şekil 2.3) seçim yapılmaktadır. Taban puanının belirlenmesi ile yapı puanlaması başlamış olup yapısal sistem türü puanı ve olumsuzluk puanlarının eklenmesi ile yapı puanı belirlenmektedir.



Şekil 2.2: Serbest kat adedi.

Yapısal sistem türü puanı yapının taşıyıcı sisteminin incelenmesi ile belirlenmektedir. RYTEİE-2019 Sokak Taraması Yöntemi betonarme çerçeve (BAÇ) ile betonarme çerçeve ve perde (BAÇP) olmak üzere iki yapısal sistem üzerinden puanlama yapmaktadır. Yapısal sistem türü gözlem yoluyla incelenmekte eğer bu şekilde belirlenemiyorsa betonarme çerçeve olarak kabul edilmektedir.



Şekil 2.3: Yapısal sistem türü.

Tehlike bölgesi ve serbest kat adedi belirlenen yapının Tablo 2.4 kullanılarak Taban Puanı (TP) elde edilmektedir. Yapı sistem türünün betonarme çerçeve (BAÇ) olması durumunda yapı puanına etkiyen bir durum olmamakla birlikte yapı sistem türünün betonarme çerçeve ve perde (BAÇP) olması durumunda yapı puanına Yapısal Sistem Puanı (YSP) eklenmektedir. Yapılan analiz ile elde edilen taban puanı ve yapısal sistem puanı işlenerek yapıyı riskli hale getirecek olumsuzlukların puanlamasına geçilmektedir.

Tablo 2.4: Taban puan ve yapısal sistem puanı.

Toplam kat sayısı	Taban puanı (TP)				Yapısal sistem puanı (YSP)	
	Tehlike bölgesi				Yapısal sistem	
					BAÇ	BAÇP
	I	II	III	IV		
1 ve 2	90	120	160	195	0	100
3	80	100	140	170	0	85
4	70	90	130	160	0	75
5	60	80	110	135	0	65
6 ve 7	50	65	90	110	0	55

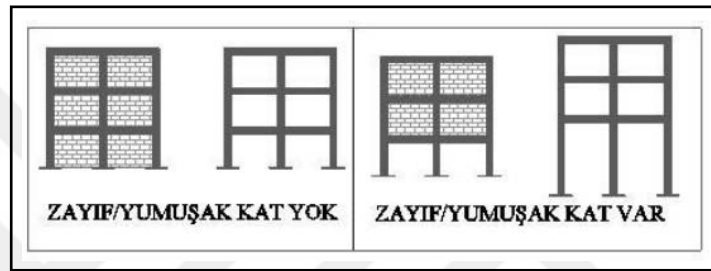
2.1.1.5 Olumsuzluk Puanları

Riskli yapıların tespit edilmesi üzerine bir sokak taraması yöntemi olan RYTEİE-2019 Sokak Taraması Yöntemi yapıların gözlem sonucu tespit edilen yapısal özelliklerini değerlendirerek hareket etmektedir. Dikkate alınan yapısal özelliklerin durumuna göre yapıya olumsuzluk puanları verilmektedir. İncelemede dikkate alınan yapısal özellikler bina görsel kalitesi, yumuşak kat/zayıf kat, düşeyde düzensizlik, ağır

çıkmlar, planda düzensizlik/burulma etkisi, kısa kolon etkisi, yapı nizamı/bitişik binalarla döşeme seviyeleri ve tabii zemin eğimidir.

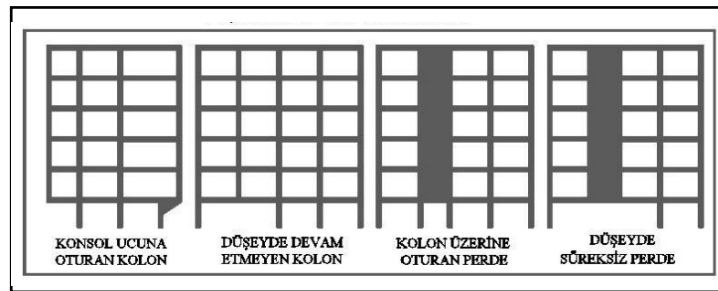
Bina görsel kalitesi: Yapının görsel kalitesi gözlemcinin yapı malzemesi ve işçilik özelliklerini, yapının bakım durumunu değerlendirmesidir. Değerlendirme sonucunda gözlemci yapı kalitesi için iyi, orta ve kötü olarak yorum yapmaktadır.

Yumuşak kat / zayıf kat: Yapıda zayıf kat/yumuşak kat bulunması hali de yapı değerlendirmesi için önem teşkil etmekte ve mevcut olması halinde olumsuzluk puanı olarak etki etmektedir. Yapı kat yüksekliklerinin farklı olması ya da katlar arasında rijitlik farkı olması yapıda yumuşak kat /zayıf kat varlığını göstermektedir (Şekil 2.4).



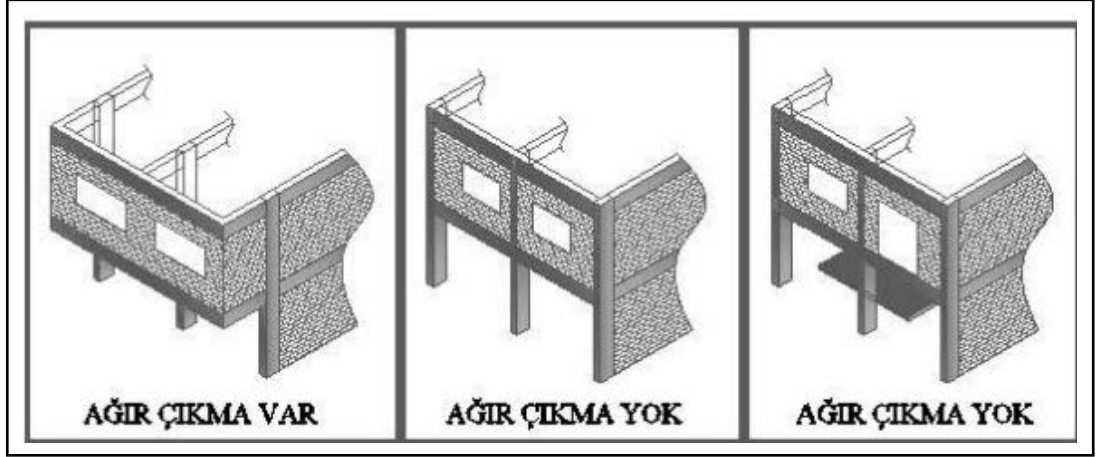
Şekil 2.4: Zayıf/Yumuşak kat.

Düşeyde düzensizlik: Yapı çerçevesinde düşeyde düzensizlik olması durumunu göstermektedir. Yapı yüksekliği boyunca devam etmeyen kolon ve perdeler ile yapıdaki kat alanları arasındaki değişiklik düşey düzensizlik olarak dikkate alınmaktadır (Şekil 2.5).



Şekil 2.5: Düşeyde düzensizlik.

Ağır çıkmlar: Zemin üstündeki kat alanlarının zemin kat alanından fazla olması durumunda yapıda çıkma mevcut olmaktadır. Bu durum yapıda risk durumu oluşturmakta ve değerlendirmeye de olumsuzluk puanı olarak yansımaktadır. Ağır çıkma olarak nitelendirilebilecek yapı özellikleri Şekil 2.6 'da gösterilmiştir.



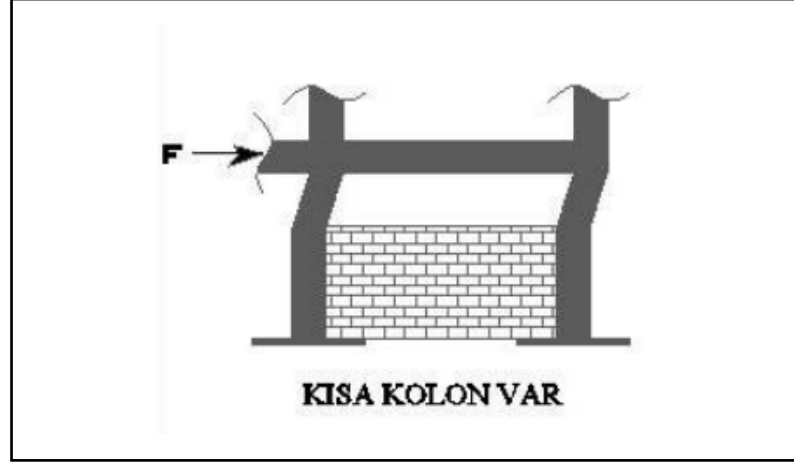
Şekil 2.6: Ağır çıkma.

Planda düzensizlik / burulma etkisi: Yapı planının geometrik ve simetrik olmaması yapısal eleman yerleşiminin de düzensiz olduğunu göstermektedir. Bu durum yapıda burulmaya yol açabileceğinden incelenen unsurlardan biri olmaktadır. Planda düzensizlik olma durumları şekil 2.7 'de belirtilmiştir.



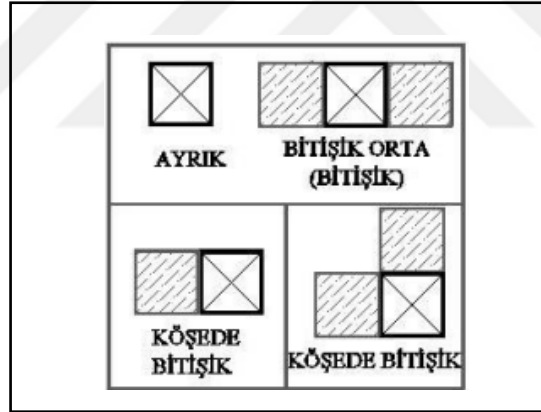
Şekil 2.7: Planda düzensizlik.

Kısa kolon etkisi: Yapıda bulunan kolonların, kolon boyunca yanal etkenlerinde değişiklik olmasıyla etkin kolon boyunun kısılması yapıda ciddi bir deprem riski oluşturmaktadır. Kısa kolon etkisi olarak adlandırılan bu durumun varlığı yapı incelemesinde olumsuzluk puanı olarak etki göstermektedir. Sokak taraması yöntemlerinde kısa kolon varlığı dışardan gözlem ile şekil 2.8 'de gösterilen durumlara göre dikkate alınmaktadır.

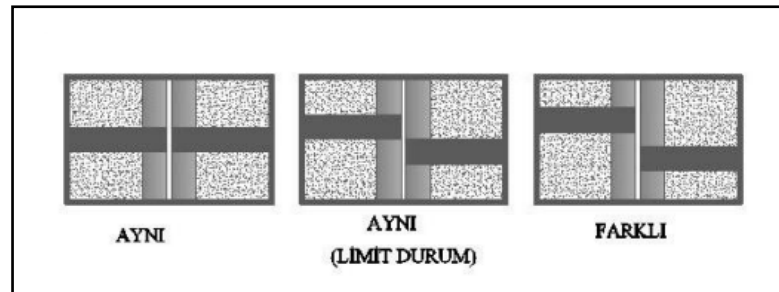


Şekil 2.8: Kısa kolon.

Yapı nizamı/bitişik binalarla döşeme seviyeleri: Deprem sırasında yapıların salınım yaparken çarpışmaları yıkıcı sonuçlara neden olabilmektedir. Bu nedenle yapıların bitişik olma ve döşeme seviyelerinin farklı olma durumları risk değerlendirmesi için önem teşkil etmektedir (Şekil 2.9 ve 2.10).



Şekil 2.9: Yapı nizamı.



Şekil 2.10: Komşu yapı döşeme seviyesi.

Tabii zemin eğimi: Yapının eğimli bir zemine oturması deprem sırasında yapının etkisi altında kalacağı yanal kuvvetleri etkilemekte olup yapı risk tespiti için dikkate alınan özelliklerden birisi olmaktadır. Zemin eğiminin 30° üzerinde olması durumunda yapının yamaç etkisinde kaldığı varsayılır.

Yapıda olumsuzluk durumlarının tespit edilmesi ve puanlanması hususunda saha gözlemleri ile olumsuzlukların tespit edilmesinden sonra yönetmelikte belirtilen olumsuzluk puanlamaları yapılmaktadır. Olumsuzluk durumlarının varlığı durumunda dikkate alınacak parametre değerleri ve olumsuzluk puanları Tablo 2.5 ve Tablo 2.6 'da gösterilmiştir.

Tablo 2.5: Olumsuzluk parametre değerleri.

Olumsuzluk parametre no	Olumsuzluk parametresi	Durum 1		Durum 2	
		Parametre tespiti	Parametre değeri	Parametre tespiti	Parametre değeri
1	Görünen kalite	İyi	0	Orta (Kötü)	1 (2)
2	Yumuşak kat	Yok	0	Var	1
3	Düşeyde düzensizlik	Yok	0	Var	1
4	Ağır çıkma	Yok	0	Var	1
5	Planda düzensizlik	Yok	0	Var	1
6	Kısa kolon	Yok	0	Var	1
7	Yapı Nizamı	Ayrık	0	Bitişik / Köşede bitişik	1
8	Tabii zemin eğimi	Yok	0	Var	1

Tablo 2.6: Olumsuzluk parametre puanları.

Toplam kat sayısı	Yumuşak kat	Görünen kalite	Ağır çıkma	Kat seviyesi/Bağımsız bina durumu				Düşeyde düzensizlik	Planda düzensizlik / Burulma	Kısa kolon	Tabii zemin etkisi
				Aynı		Farklı					
				Orta	Kenar	Orta	Kenar				
1, 2	-10	-10	-10	0	-10	-5	-15	-5	-5	-5	-3
3	-20	-10	-20	0	-10	-5	-15	-10	-10	-5	-3
4	-30	-15	-30	0	-10	-5	-15	-15	-10	-5	-3
5	-30	-25	-30	0	-10	-5	-15	-15	-10	-5	-3
6, 7	-30	-30	-30	0	-10	-5	-15	-15	-10	-5	-3

2.1.1.6 Yapı Performans Puanının Belirlenmesi

RYTEİE-2019 Sokak Taraması Yöntemi yapı risk değerlendirmesinde yapıları riskli/risksiz olarak ayırmamaktadır. Yapılara yapı puanı vererek risk konusunda sıralama yapmakta ve müdahale edilme maksadıyla yapılara öncelik vermektedir. Yönetmelik yapı puanlaması yaparken yapı taban puanı, yapısal sistem puanı ve olumsuzluk puanları vererek toplamları ile yapı performans puanını oluşturmaktadır. Yapı performans puanı Eş. 2.3 ile belirlenmektedir.

$$PP = TP + \sum_{i=1}^n (O_i * OP_i) + YSP \quad (2.3)$$

PP yapının performans puanını, TP yapının taban puanını, OP_i yapının her bir olumsuzluk puanını, O_i yapının her bir olumsuzluk parametresini göstermektedir. Elde edilen yapı performans puanları ile yapıların risk önceliklerini belirlemek amacıyla sıralama yapılmaktadır. Yapı performans puanlarının sıralanması ile dönüşümü öncelikli yapı grupları tespit edilmektedir.

2.1.2. FEMA P-154 Sokak Taraması Yöntemi

Deprem riski bulunan yapıların hızlı bir şekilde belirlenmesi ihtiyacı, evrensel bir problem niteliği taşıdığı için tüm dünyada bu alanda çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalardan önemli bir tanesi 1988 yılında Applied Technology Council (ATC) tarafından geliştirilen ve son hali “Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook” olan FEMA P-154 Sokak Taraması Yöntemi olarak bilinmektedir. Sadece bina türü yapılara uygulanabilen FEMA P-154 Sokak Taraması Yöntemi detaylı analiz yapılmadan yapıların deprem riski durumlarını belirlemeyi amaçlamaktadır.

FEMA P-154 Sokak Taraması Yöntemi iki aşamadan oluşmaktadır. Yöntem, ilk aşama değerlendirme sonucuna göre gerekli durumlarda ikinci aşama değerlendirmeye yönlendirmektedir. Bu yöntemde, RYTEİE-2019 gibi yapıya taban puanı vererek yapının fiziksel özelliklerine göre olumlu veya olumsuz puan eklemesi yapılmaktadır. İnceleme başlangıcında yapının bulunduğu bölgenin depremselliğine göre yönetmelikten uygun olan form seçilmekte, devamında yapı türüne göre

“değerlendirme formu” üzerinde seçim yapılarak bulunan taban puan üzerinden ilerlenmektedir. Örnek form Şekil 2.11’de gösterilmiştir.

FEMA P-154 Sokak Taraması Yöntemi’nde, yapının yatay ve düşey düzensizliklerine, bağlı olduğu yönetmeliğin tarihine ve güncel deprem yönetmeliğinden önce veya sonra yapılmış olmasına göre değerlendirme yapılmaktadır. Yapı stoku incelenirken elde edilen yapı puanı sınır değerinin altında olan yapılarda ikinci aşama değerlendirme uygulanmaktadır. Taban puan üzerindeki yapılar için ise RYTEİE-2019 Sokak Taraması Yöntemi gibi risk sıralaması yapılmaktadır.

Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards
FEMA P-154 Data Collection Form

Level 1
HIGH Seismicity

PHOTOGRAPH

SKETCH

Address: _____ Zip: _____

Other Identifiers: _____

Building Name: _____

Use: _____

Latitude: _____ Longitude: _____

Sr: _____ Sr: _____

Screeener(s): _____ Date/Time: _____

No. Stories: Above Grade: _____ Below Grade: _____ Year Built: EST

Total Floor Area (sq. ft.): _____ Code Year: _____

Additions: None Yes, Year(s) Built: _____

Occupancy: Assembly Commercial Emer. Services Historic Shelter
Industrial Office School Government
Utility Warehouse Residential, #Units: _____

Soil Type: A B C D E F DNK
Hard Avg Dense Stiff Soft Poor
Rock Rock Soil Soil Soil Soil
If DNK, assume Type D.

Geologic Hazards: Liquefaction: Yes/No/DNK Landslide: Yes/No/DNK Surf. Rupt.: Yes/No/DNK

Adjacency: Pounding Falling Hazards from Taller Adjacent Building

Irregularities: Vertical (type/severity) _____
 Plan (type) _____

Exterior Falling Hazards: Unbraced Chimneys Heavy Cladding or Heavy Veneer
 Parapets Appendages
 Other: _____

COMMENTS:

Additional sketches or comments on separate page

FEMA BUILDING TYPE	Do Not Know	W1	W1A	W2	S1 (WRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM NF)	C1 (MRF)	C2 (DR)	C3 (URM NF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (PC)	RM2 (PC)	URM	MH
Basic Score		3.6	3.2	2.9	2.1	2.0	2.6	2.0	1.7	1.5	2.0	1.2	1.6	1.4	1.7	1.7	1.8	1.5
Severe Vertical Irregularity, V ₁		-1.2	-1.2	-1.2	-1.0	-1.0	-1.1	-1.0	-0.8	-0.9	-1.0	-0.7	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.7	NA
Moderate Vertical Irregularity, V ₂		-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.4	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	NA
Plan Irregularity, P ₁		-1.1	-1.0	-1.0	-0.8	-0.7	-0.9	-0.7	-0.6	-0.8	-0.8	-0.5	-0.7	-0.6	-0.7	-0.7	-0.4	NA
Pre-Code		-1.1	-1.0	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.2	-0.4	-0.7	-0.1	-0.5	-0.3	-0.5	0.0	0.0	-0.1
Post-Benchmark		1.8	1.9	2.2	1.4	1.4	1.1	1.9	NA	1.9	2.1	NA	2.0	2.4	2.1	2.1	NA	1.2
Soil Type A or B		0.1	0.3	0.5	0.4	0.6	0.1	0.6	0.5	0.4	0.5	0.3	0.6	0.4	0.5	0.5	0.3	0.3
Soil Type E (1-3 stories)		0.2	0.2	0.1	-0.2	-0.4	0.2	-0.1	-0.4	0.0	0.0	-0.2	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.4
Soil Type E (> 3 stories)		-0.3	-0.6	-0.9	-0.6	-0.6	NA	-0.6	-0.4	-0.5	-0.7	-0.3	NA	-0.4	-0.5	-0.6	-0.2	NA
Minimum Score, S _{min}		7.7	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	7.0

FINAL LEVEL 1 SCORE, S_{L1} = S_{min}

EXTENT OF REVIEW

Exterior: Partial All Sides Aerial

Interior: None Visible Entered

Drawings Reviewed: Yes No

Soil Type Source: _____

Geologic Hazards Source: _____

Contact Person: _____

LEVEL 2 SCREENING PERFORMED?

Yes, Final Level 2 Score, S_{L2}: _____ No

Nonstructural hazards? Yes No

OTHER HAZARDS

Are There Hazards That Trigger A Detailed Structural Evaluation?

Pounding potential (unless S_{L1} > cut-off, if known)

Falling hazards from taller adjacent building

Geologic hazards or Soil Type F

Significant damage/deterioration to the structural system

ACTION REQUIRED

Detailed Structural Evaluation Required?

Yes, unknown FEMA building type or other building

Yes, score less than cut-off

Yes, other hazards present

No

Detailed Nonstructural Evaluation Recommended? (check one)

Yes, nonstructural hazards identified that should be evaluated

No, nonstructural hazards exist that may require mitigation, but a detailed evaluation is not necessary

No, no nonstructural hazards identified DNK

Where information cannot be verified, screener shall note the following: EST = Estimated or unreliable data DNK = Do Not Know

Legend: MRF = Moment-resisting frame RC = Reinforced concrete URM MRF = Unreinforced masonry mrf MH = Manufactured Housing PD = Flexible diaphragm BR = Braced frame SW = Shear wall TU = Tie up LM = Light metal LD = Rigid diaphragm

Şekil 2.11: FEMA P-154 değerlendirme formu.

FEMA P-154 Sokak Taraması Yöntemi'nde yapıların bitişik veya ayrı olmasına puan verilmezken, bitişik yapılarda ikinci aşama değerlendirme uygulanmaktadır. Ayrıca bu yöntemde, yapıların mimari özellikleri de incelenmekte fakat puanlamaya katılmamaktadır. Yapı özellikleri yönetmelikteki değerlendirme formuna aktarıldıktan sonra yapı puanı, S_{Lt} belirlenmektedir.

2.1.2.1. İnceleme Aşamaları

FEMA P-154 Sokak Taraması Yöntemi, yapıları değerlendirmek için bulunduğu bölgenin depremselliğine göre farklı değerlendirme formları sunmaktadır. Sismik özelliklerine göre düşük, orta, orta yüksek, yüksek ve çok yüksek olmak üzere 5 farklı sismik bölge bulunmaktadır. Yapı bölgesinin depremselliği Türkiye Deprem Tehlike Haritaları'ndan elde edilen harita spektral ivme katsayıları ile Tablo 2.7 'de bulunmaktadır.

Tablo 2.7: FEMA P-154 deprem tehlike bölgeleri.

Seismicity Region		Spectral Acceleration Response, S_s (short-period, or 0.2 seconds)	Spectral Acceleration Response, S_l (long-period, or 1.0 second)
Low	Low	less than 0.250g	less than 0.100g
Moderate	Moderate	greater than or equal to 0.250g but less than 0.500g	greater than or equal to 0.100g but less than 0.200g
Moderately High	Moderately High	greater than or equal to 0.500g but less than 1.000g	greater than or equal to 0.200g but less than 0.400g
High	High	greater than or equal to 1.000g but less than 1.500g	greater than or equal to 0.400g but less than 0.600g
Very High	Very High	greater than or equal to 1.500g	greater than or equal to 0.600g

Tablo 2.7 kullanılarak harita spektral ivme katsayılarının (S_s ve S_l) değerlerine göre yapının deprem bölgesi seçilmektedir. Elde edilen deprem bölgesi ile yapı için uygun olan değerlendirme formu seçilerek inceleme başlamaktadır.

FEMA P-154 Sokak Taraması Yöntemi zemin sınıfının risk analizi için oldukça önemli bir faktör olduğunu belirtmektedir. Zemin sınıfının sokak taraması yapılar belirlenememesi üzerine FEMA P-154 Sokak Taraması Yöntemi'nde RYTEİE-2019 Sokak Taraması Yöntemi gibi bu konuda alternatifler sunmaktadır. İncelemede kullanılacak zemin sınıfı değeri için, öncelik yerinde tespit yapılması iken mevcut

yapılarda yerinde tespit imkanının zor olması alternatif yollara yönlendirmektedir. FEMA P-154 Sokak Taraması Yöntemi'nin kullanıma başlandığı ve geliştirildiği Amerika Birleşik Devletleri için zemin sınıfı kaynağı olarak bölgede yapılmış zemin sınıfı çalışmalarını içeren mühendislik haritaları ve yerel yönetimlerin bünyelerinde bulunan zemin sınıfı haritalarının kullanılması önerilmektedir. Zemin sınıfının haritalar ile bulunamaması durumunda yerinde çalışma ile ortalama kesme dalgası hızının (V_s^{30}) tespit edilmesini ve Tablo 2.8'den uygun zemin sınıfı seçiminin yapılması gerektiğini içeren FEMA P-154 Sokak Taraması Yöntemi, bu koşulların da sağlanamaması durumunda ülkede yaygın olan ZC ve ZD zemin sınıflarının kullanılarak zemin sınıfının ZD seçilmesini içermektedir. Seçilen bu zemin sınıfı, yapı zemin türü değerlendirme formuna işlenmelidir.

Tablo 2.8: FEMA P-154 zemin sınıfı.

Soil Type/Site Class	Shear Wave Velocity ¹ , V_s^{30}	Standard Blow Count ¹ , N	Undrained Shear Strength of the upper 100ft ¹ , s_u
A. Hard Rock	$V_s^{30} > 5000$ ft/s		
B. Rock	2500 ft/s $< V_s^{30} < 5000$ ft/s		
C. Very Dense Soil and Soft Rock	1200 ft/s $< V_s^{30} < 2500$ ft/s	$N > 50$	$s_u > 2000$ psf
D. Stiff Soil	600 ft/s $< V_s^{30} < 1200$ ft/s	$15 < N < 50$	1000 psf $< s_u < 2000$ psf
E. Soft Clay Soil	$V_s^{30} \leq 600$ ft/s	$N < 15$	$s_u < 1000$ psf
	More than 10 feet of soft soil with plasticity index $PI > 20$, water content $w > 40\%$, and $s_u < 500$ psf		
F. Poor Soil	Soils requiring site-specific evaluations. <ul style="list-style-type: none"> • Soils vulnerable to potential failure or collapse under seismic loading, such as liquefiable soils, quick and highly-sensitive clays, collapsible weakly-cemented soils. • Thicker than 10 feet of peat or highly organic clay. • Very high plasticity clays (25 feet with $PI > 75$). • More than 120 ft of soft or medium stiff clays. 		

¹ Average values.

FEMA P-154 Sokak Taraması Yöntemi formunu doldurmak ve yapı deprem riski analizi için RYTEİE-2019'te olduğu gibi öncelikle yapı hakkında birtakım bilgiler gerekmektedir. Yapının serbest kat sayısının, inşa edildiği tarihin, toplam kat alanının, yapının ait olduğu yönetmelik tarihinin ve yapıda eklenti varsa yapıldığı tarihin forma işlenmelidir.

Serbest kat sayısı, RYTEİE-2019 Sokak Taraması Yöntemi'nde de belirtildiği gibi tüm çevresi açık olan katları ifade etmektedir. Kat yüksekliği deprem anında yapıda oluşabilecek hasarı oldukça etkilemektedir. Fakat serbest kat sayısı puanlamada etkili olmamaktadır.

Yapının inşa edildiği tarih ve yönetmelik tarihi sokak taraması aşamasında elde edilebilecek bilgiler içerisinde değildir. Bu nedenle sokak taraması aşamasından önce yerel yönetim kaynakları araştırılarak elde edilmelidir. Yapı türünün tespit edilemediği durumlarda, inşa tarihinin bilinmesi yapı türünün tespit edilmesini sağlayabilmektedir. Sokak taraması yöntemleri bölgesel yapılar üzerine geliştirildiğinden FEMA P-154 Sokak Taraması Yöntemi'nin geliştirildiği ve uygulandığı bölgede yapı türü inşa tarihleriyle bağlantılı olmaktadır. Yapının inşa edildiği tarih dikkate alınırken ait olduğu yönetmelik de dikkate alınmalıdır. Yapı tasarlandıktan bir süre sonra inşa edilmeye başlanmışsa eski yönetmeliklere göre tasarlanmış olabilmektedir. Bu durumda sadece inşa tarihinin dikkate alınması hataya neden olabilmektedir. Yapı projesinin ait olduğu yönetmelik tarihi de yine yerel yönetim kaynaklarından elde edilebilmektedir.

Yapıda bulunan eklentiler yapı ile bağlantı noktaları ve eklentilerin yapısal sistem durumları yapı değerlendirmesinde önem arz etmektedir. Bu nedenle yapıda kayıtlı bir eklenti olup olmadığı ve varsa bu eklentinin özellikleri dikkate alınarak değerlendirme yapılmalıdır.

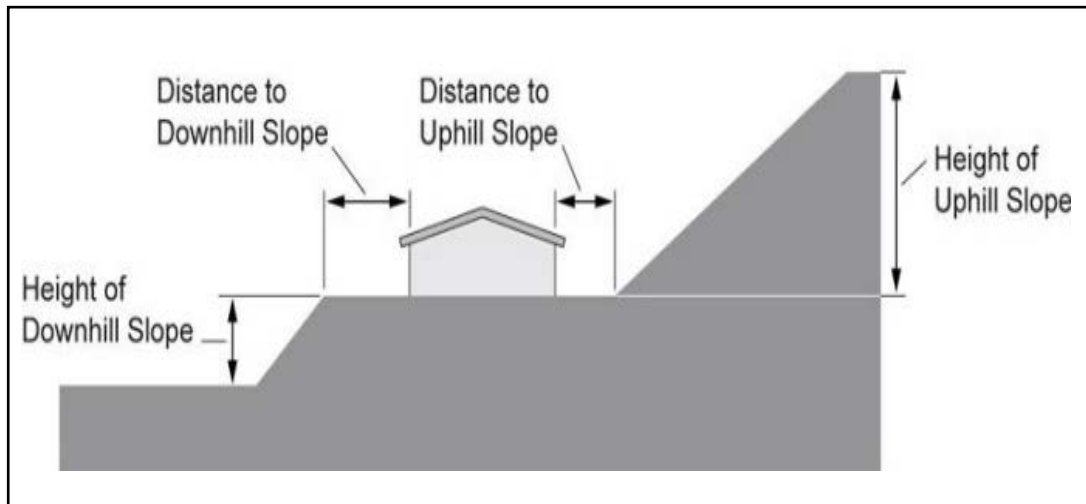
FEMA P-154 Sokak Taraması Yöntemi yapı kullanım türünün tespit edilmesini istemektedir. Bu kapsamda sosyal mekan, iş merkezi, acil kullanım yapıları, tarihi yapı, sığınak, endüstriyel yapı, ofis, okul, kamu binası, enerji tesisi, depo, konut olmak üzere 9 adet yapı türü bulunmaktadır. Sokak tarama yöntemlerinin asıl amacı yapı topluluklarının deprem risklerinin hızlı tespit edilmesi ve sıralanması olduğundan bölgedeki yapılar hakkında istatistiklerin tutulması açısından da önem arz etmektedir. Bu nedenle bölgedeki yapı türlerinin ve kullanım amaçlarının bilinmesi gerekmektedir.

FEMA P-154 Sokak Taraması Yöntemi jeolojik riskleri de dikkate almaktadır. Jeolojik riskler sismik tehlike durumlarında yapı durumundan bağımsız olarak risk oluşturabilecek faktörler olarak görülmekte ve risk değerlendirmesinde ayrı bir gruba alınmaktadır. Jeolojik riskler sıvılaşma, toprak kayması ve yüzeysel fay hattı çatlakları olmak üzere üç tipte tanımlanmaktadır. Jeolojik risklerin mevcut olması durumunda FEMA P-154 Sokak Taraması Yöntemi, yapının detaylı değerlendirilmesi gerektiğini belirtmektedir. Jeolojik tehlikelerin formda Şekil 2.12 'de gösterilen bölüme işlenmesi gerekmektedir.

Geologic Hazards: Liquefaction: Yes/No/DNK Landslide: Yes/No/DNK Surf. Rupt.: Yes/No/DNK

Şekil 2.12: Zemin olumsuzluk parametreleri 1.

Yapı sahasındaki toprak kayması riski varlığı, sokak taraması sırasında gözlemci tarafından değerlendirilmektedir. Toprak kayması riski yapının yamaca uzaklığı ile doğrudan ilişkilendirilmiştir ve değerlendirme de yapı ile yamacın konumuna bağlı olarak yapılmaktadır. Toprak kayması riski varlığının belirlenmesi için Şekil 2.13 'te verilen şema dikkate alınarak tepe yüksekliğinin yamaç sonundan yapıya olan mesafeden fazla olması durumunda toprak kayması riski varlığı kabul edilmektedir.



Şekil 2.13: Zemin olumsuzluk parametreleri 2.

Komşu yapıların bitişik olması deprem anında çeşitli tehlikelerin oluşmasına neden olmaktadır. RYTEİE-2019 Sokak Taraması Yöntemi'nde bahsedildiği gibi FEMA P-154 Sokak Taraması Yöntemi'nde de yapıların bitişik olup olmama

durumlarını risk tespiti açısından dikkate alınmaktadır. Puanlama olarak etkisi olmamakla birlikte bu yöntem, yapıların bitişik olması durumunda detaylı incelemeye yönlendirmektedir. FEMA P-154 Sokak Taraması Yöntemi yapıların bitişik olup olmama durumları ile komşu yapılarda düşme tehlikesi olan cisimler için de inceleme yapmakta ve yapıların bitişik olması durumu gibi bu durumda da detaylı incelemeye yönlendirmektedir.

FEMA P-154 Sokak Taraması Yöntemi yapı düzensizlikleri olarak puanlama için planda düzensizlik ve düşeyde düzensizlik olarak iki durumu dikkate almaktadır. İki başlık altında ele alınan düzensizlikler kendi içlerinde ayrılmaktadır ve tarif edilen düzensizliklerden en az birinin olması durumunda adı geçen düzensizliğin varlığından söz edilmektedir.

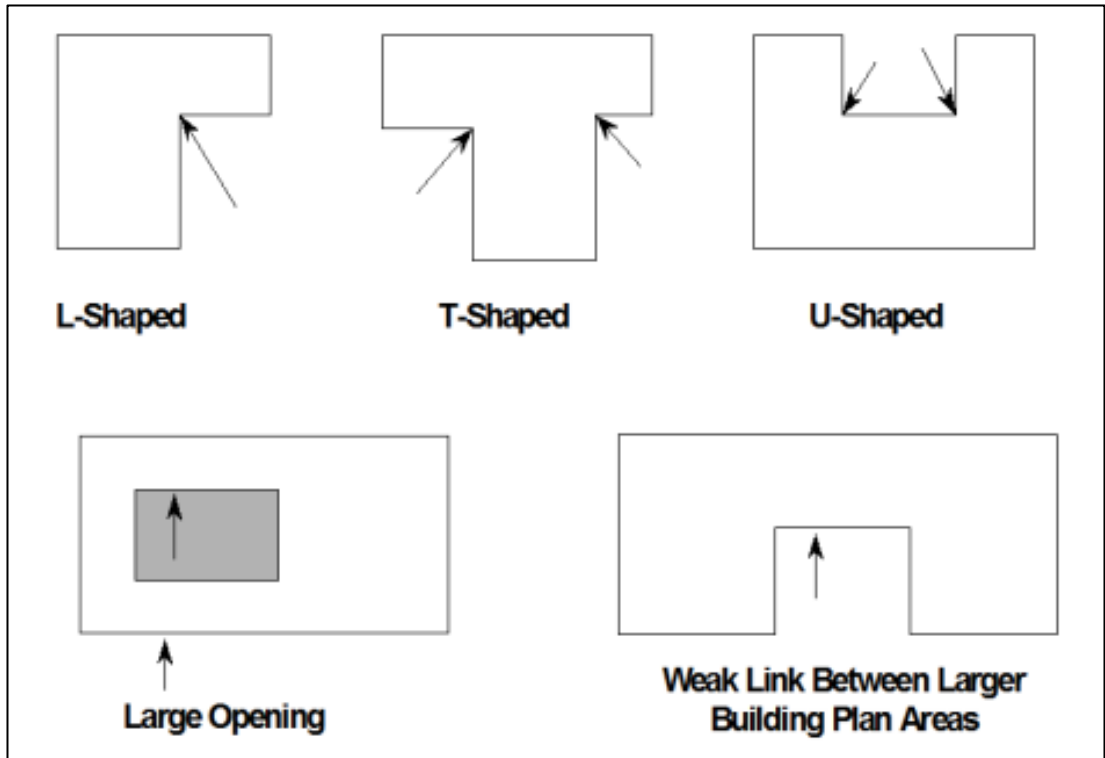
FEMA P-154 Sokak Taraması Yöntemi düşey düzensizlikleri iki seviye olarak ayırmaktadır. Yapıda bulunan düzensizliğin çeşidine göre orta ve çok olarak nitelendirilmektedir. Betonarme yapılarda inceleme yapılırken yapının bulunduğu zeminin eğimli olması durumunda orta seviye düşey düzensizliğin varlığı kabul edilmektedir. Betonarme yapıda zayıf kat/yumuşak kat olması durumunda yüksek seviye düşey düzensizlik olduğu kabul edilmektedir. Betonarme yapıda düşeyde kat genişliği değişimi varsa çıkma durumlarında yüksek seviye düşeyde düzensizlik, üst katlarda alan küçülmesi var ise orta seviye düşeyde düzensizlik olduğu kabul edilmektedir. Yapıda kısa kolon olması durumunda düzensizlik olduğu kabul edilmekte ve yüksek seviye düşeyde düzensizlik olarak nitelendirilmektedir. Betonarme yapının kendi çerçeve sistemi içerisinde döşeme seviyelerinin farklı olması orta seviye düşeyde düzensizlik olarak kabul edilmektedir.

Betonarme yapının planında düzensizlik olma durumu deprem riskini arttıracığı için FEMA P-154 Sokak Taraması Yöntemi inceleme yapılabilmesi açısından planda düzensizlik durumlarını tarif etmiştir. Bu durumda mevcut betonarme yapıda bulunan katlar için katta bulunan dolgu duvarların boşluğunun simetrik olması yani Şekil 2.14'te ön ve arka cephe birbiriyle aynı yan cepheler de birbirleri ile aynı ise planda düzensizlik olmadığı fakat üç cephe aynı bir cephe farklı ise planda düzensizlik olduğu kabul edilmektedir.



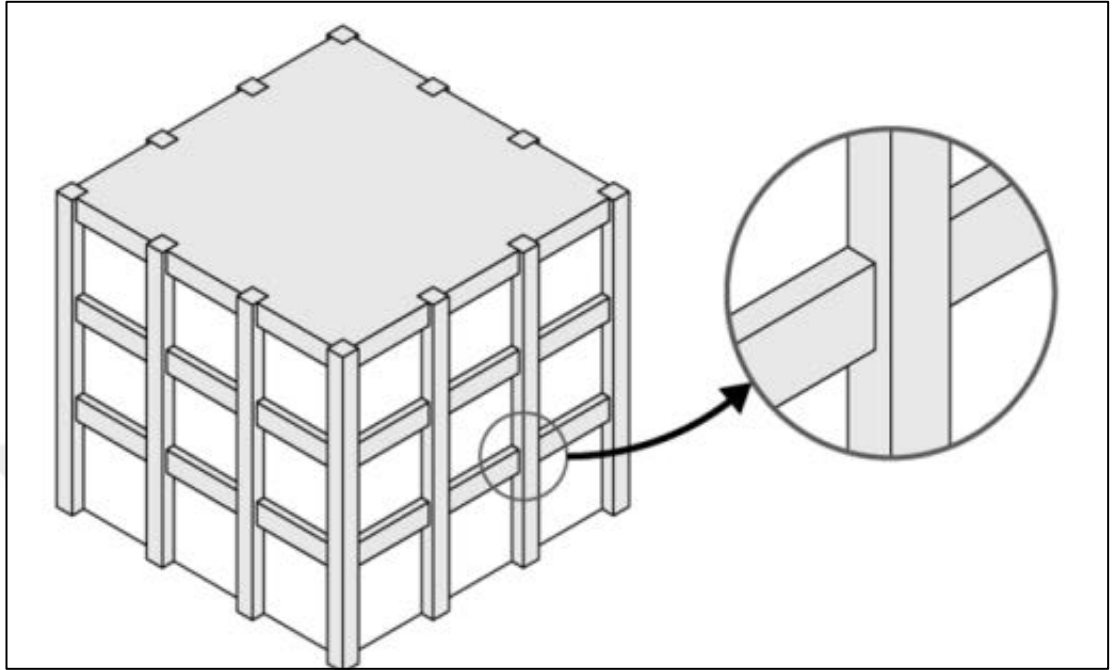
Şekil 2.14: FEMA P-154 planda düzensizlik 1.

Yapı planı geometrik ve simetrik değil ise planda düzensizlik olduğu kabul edilmektedir. Planda düzensizlik örnekleri Şekil 2.15'te gösterilmektedir.



Şekil 2.15: FEMA P-154 planda düzensizlik 2.

Betonarme yapıda kolonların kirişlerle birebir örtüşmediği durumlar da planda düzensizlik olarak kabul edilmektedir (Şekil 2.16).



Şekil 2.16: FEMA P-154 planda düzensizlik 3.

FEMA P-154 Sokak Taraması Yöntemi, yapı risk analizi için değerlendirme yapılırken yapısal sistem türüne göre farklı taban puanları ve farklı düzensizlik puanları vermektedir. Bu nedenle FEMA P-154 Sokak Taraması Yöntemi içinde yer alan 17 adet bina türünden incelenecek yapının bina türünün seçilmesi gerekmektedir (Tablo 2.9).

Tablo 2.9: FEMA P-154 yapısal sistem türü.

FEMA BUILDING TYPE	Do Not Know	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH
Basic Score		3.6	3.2	2.9	2.1	2.0	2.6	2.0	1.7	1.5	2.0	1.2	1.6	1.4	1.7	1.7	1.0	1.5

2.1.2.2. Değerlendirme

FEMA P-154 Sokak Taraması Yöntemi yapıyı yapısal sistem türüne, düzensizliklerine, bölge yapıları için kullanılması gerekli yönetmelik tarihi ve bina yapım yılı karşılaştırmasına, deprem yönetmeliği ve bina yapım yılı karşılaştırmasına ve zemin tipine göre puanlamaktadır. Tablo 2.10'da verilen tablo kullanılarak yapının

yapısal sistem türü baz alınarak taban puan tespit edilmektedir. İnceleme devamında gözlemlenen yapı düzensizliklerin olup olmama durumuna göre yapıya eksi puan verilmektedir. Yapının mevcut ilk yapı yönetmeliğinden önce inşa edilip edilmemesine göre eksi puan verilmekte, geliştirilmiş deprem yönetmeliğinden sonra inşa edilip edilmemesine göre artı puan verilmektedir. Son olarak yapı zemin sınıfı ve kat adedine göre tablodan seçilen puan eklenmekte ve yapının puanı hesaplanmaktadır. Yapı puanının tabloda belirtilen minimum puandan düşük olması durumunda ikinci seviye inceleme gerekli görülmektedir. Elde edilen yapı puanları ile sıralama yapılarak deprem riski açısından öncelikli yapılar belirlenmektedir.

Tablo 2.10: FEMA P-154 yapısal sistem türü.

BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL LEVEL 1 SCORE, S_{L1}																		
FEMA BUILDING TYPE	Do Not Know	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (IRM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (IRM INF)	PC1 (IU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (FC)	URM	MH
Basic Score		3.6	3.2	2.9	2.1	2.0	2.6	2.0	1.7	1.5	2.0	1.2	1.6	1.4	1.7	1.7	1.0	1.5
Severe Vertical Irregularity, V_{L1}		-1.2	-1.2	-1.2	-1.0	-1.0	-1.1	-1.0	-0.8	-0.9	-1.0	-0.7	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.7	NA
Moderate Vertical Irregularity, V_{L1}		-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.4	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	NA
Plan Irregularity, P_{L1}		-1.1	-1.0	-1.0	-0.8	-0.7	-0.9	-0.7	-0.8	-0.8	-0.8	-0.5	-0.7	-0.6	-0.7	-0.7	-0.4	NA
Pre-Code		-1.1	-1.0	-0.9	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.2	-0.4	-0.7	-0.1	-0.5	-0.3	-0.5	-0.5	0.0	-0.1
Post-Benchmark		1.6	1.9	2.2	1.4	1.4	1.1	1.9	NA	1.9	2.1	NA	2.0	2.4	2.1	2.1	NA	1.2
Soil Type A or B		0.1	0.3	0.5	0.4	0.6	0.1	0.6	0.5	0.4	0.5	0.3	0.6	0.4	0.5	0.5	0.3	0.3
Soil Type E (1-3 stories)		0.2	0.2	0.1	-0.2	-0.4	0.2	-0.1	-0.4	0.0	0.0	-0.2	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.4
Soil Type E (> 3 stories)		-0.3	-0.6	-0.9	-0.6	-0.6	NA	-0.6	-0.4	-0.5	-0.7	-0.3	NA	-0.4	-0.5	-0.6	-0.2	NA
Minimum Score, S_{MIN}		1.1	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	1.0

2.1.3. Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 1 Yöntemi, (2003)

Sucuoğlu ve Yazgan tarafından Türkiye’de gerçekleşen yıkıcı depremlerden birisi olan Düzce depremi sonrası hasar alan yapılar incelenerek geliştirilen ve 2003 yılında yayımlanan bir sokak taraması yöntemidir. Bu çalışma deprem riskinin olabildiğince gerçekçi belirlenmesi konusunda ulusal çalışmalardan önemli bir tanesidir. Bu yöntem de bu çalışmada kullanılan diğer sokak taraması yöntemleri ile benzerlik göstermektedir. Yöntem 1-7 katlı betonarme yapılara uygulanabilmektedir.

2.1.3.1. İnceleme Aşamaları

Yapının dışarıdan gözlemlenmesi ile risk tespiti yapılmaktadır. İnceleme için yapı zemin bilgisi ve Türkiye Deprem Tehlike Haritaları’ndan alınan veriler kullanılarak taban puanı ve yapılan gözlemler ile olumsuzluk puanları toplanmaktadır. Elde edilen sonuç puanı “50” baz puan ile karşılaştırılarak yapı puanının “50” puanın altında

olması durumunda yapı “riskli”, üstünde olması durumunda yapı “güvenli” olarak nitelendirilmektedir.

Sucuoğlu ve Yazgan yapı risk tespiti incelemesi için öncelikle en büyük yer hızı (PGV) değerini tespit etmektedir. PGV değeri yapının koordinatları, zemin sınıfı, incelemede kullanılacak deprem yer hareketi ile “Türkiye Deprem Tehlike Haritaları”ndan elde edilmektedir. Zemin sınıfı tespiti mevcut yapı için daha önce yapılmamışsa diğer sokak taraması yöntemlerindeki gibi tespit edilmektedir. Mümkünse yapının oturduğu zemin incelenmekte, mümkün değilse inceleme yapılabilecek benzer özellikteki en yakın bölgede çalışma yapılmaktadır. Yapı bölgesinde zemin sınıfı tespit çalışması yapılamıyorsa yerel yönetimlerin o bölge ve çevresinde gerçekleştirdiği çalışmalar baz alınarak en uygun zemin sınıfı ile inceleme devam etmektedir. Elde edilen zemin sınıfı bilgisi ile yapının PGV değeri belirlenmektedir. Sucuoğlu ve Yazgan taban puanı belirlemek için en büyük yer hızı değerini kullanmaktadır. En büyük yer hızı değeri ile Şekil 2.27 kullanılarak yapı taban puanı belirlenmektedir.

Bu yöntem de bir sokak taraması yöntemi olduğundan yapı gözlemlenerek olumsuzluklarına göre puanlama yapılmaktadır. Sucuoğlu ve Yazgan tarafından deprem sırasında risk durumunu arttıracak parametreler; yumuşak kat varlığı, ağır çıkma varlığı, görsel kalite, kısa kolon varlığı, çarpışma olasılığı ve yapının oturduğu zeminin eğimli olması durumudur. Değerlendirme için bu parametrelerin yerinde tespit edilmesi gerekmektedir. Gözlem sonucu elde edilen veriler ile Tablo 2.11 kullanılarak yapının olumsuzluk puanı belirlenmektedir.

Tablo 2.11: Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 1 yöntemi puan tablosu.

Kat Sayısı	Zone 1 60<PGV<80	Zone 2 40<PGV<60	Zone 3 20<PGV<40	Yumuşak Kat	Ağır Çıkma	Görünen Kalite	Kısa Kolon	Çarpışma	Topografik Etki
1, 2	90	125	160	0	-5	-5	-5	0	0
3	90	125	160	-10	-10	-10	-5	-2	0
4	80	100	130	-15	-10	-10	-5	-3	-2
5	80	90	115	-15	-15	-15	-5	-3	-2
6, 7	70	80	95	-20	-15	-15	-5	-3	-2

Yapının taban puanı ve olumsuzluk puanları elde dildikten sonra Eş. 2.4 kullanılarak yapı performans puanı elde edilmektedir.

$$PS = BS + \Sigma((VS) * (VSM)) \quad (2.4)$$

2.1.3.2. Değerlendirme

Elde edilen yapı performans puanı sınır değer olan “50” ile karşılaştırılmaktadır. Performans puanının bu değer altında olması durumunda yapı “Riskli”, üzerinde olması durumunda “Güvenli” olarak nitelendirilmektedir. Sucuoğlu ve Yazgan tarafından geliştirilen bu yöntemin yürürlükte olan riskli değerlendirme yönteminden farkı, yapılan puanlama ile yapıları riskli/güvenli olarak nitelendirmesidir.

2.1.4. Aydınöglu, (2003) Yöntemi

İstanbul'daki yoğun yerleşim nedeniyle mevcut deprem riskinin tespit edilmesine yönelik birçok çalışma yapılmaktadır. Bu çalışmalardan önemli bir tanesi 2003 yılında yapılan İstanbul Deprem Master Planıdır. Bu çalışma kapsamında ülkenin önde gelen üniversitelerinden çalışmacılar deprem riskini tespit edebilmek üzerine çalışmalar yapmışlardır. Bu çalışmada “Master Deprem Planı” içinde yer alan birinci kademe değerlendirme yöntemlerinden Boğaziçi ve Yıldız Teknik Üniversitesi tarafından geliştirilen sokak taraması yöntemi ile inceleme yapılmaktadır. Bu yöntem yapıların sokaktan taranması ile inceleme yaparak yapılan puanlama ile riskli yapıların önceliklendirilmesini sağlamaktadır. Bu çalışmada amaç deprem riski yüksek yapıların gerçekçi ve hızlı bir şekilde belirlenmesidir.

Bu çalışmada araştırmacılar risk tespiti yapabilmek için sadece deprem tehlike haritasından alınan verilerin yeterli olmadığını belirtmekte, sağlıklı bir tahmin yapabilmek için “bina performans düzeyi” nin dikkate alınması gerektiğini öne sürmektedir. Bu nedenle çalışmada basitleştirilmiş hesaplar ile spektral yer değiştirmeler ile deprem tepe yer değiştirme istemleri kullanılmaktadır.

Bu yöntem de diğer sokak tarama yöntemleri gibi yapının deprem performansını belirlememekte sadece yapı stokunu inceleyerek yüksek riskli yapıları tespit ederek öncelik sıralaması yapmaktadır.

2.1.4.1. İnceleme Aşamaları

Yapı deprem riskinin belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada ilk aşama yapı koordinatları ve zemin sınıfı ile DD-2 deprem düzeyi için kısa periyot spektral ivme katsayısı ile 1 saniye periyot spektral ivme katsayısının Türkiye Deprem Tehlike Haritaları'ndan edilmesidir. Elde edilen spektral ivme katsayıları ile Eş. 2.5 ve Eş. 2.6 kullanılarak elastik ivme spektrumu elde edilmektedir.

$$\begin{aligned} S_{ae} &= (1 + 1.5 T / T_0) S_S / 2.5 & (T < T_0) \\ S_{ae} &= S_S & (T_0 \leq T \leq T_S) \\ S_{ae} &= S_1 / T & (T > T_S) \end{aligned} \quad (2.5)$$

$$T_S = S_1 / S_S \text{ ve } T_0 = 0.2 T_S \quad (2.6)$$

Elastik ivme spektrumu ile Eş. 2.7 ve Eş. 2.8 kullanılarak elastik yer değiştirme spektrumu ve elastik olmayan yer değiştirme spektrumu elde edilmektedir.

$$S_{de} = (T/2\pi)^2 S_{ae} \quad (2.7)$$

$$S_{di} = C_d S_{de} \quad (2.8)$$

C_d katsayısı yapının serbest kat adedi ile Tablo 2.12 kullanılarak tespit edilmektedir.

Tablo 2.12: C_d katsayısı.

n	1	2	3	≥ 4
C_d	1.5	1.3	1.1	1.0
n	1	2	3	≥ 4
C_d	1.5	1.3	1.1	1.0

Elastik olmayan yer değiştirme spektrumu ile depremin görelı kat öteleme istemi Eş. 2.9 ile bulunmaktadır.

$$D_d = u_n / H_n = S_{di} / (2n + 1) \quad (2.9)$$

2.1.4.2. Değerlendirme

Yapılan işlemler ile yaklaşık deprem talebi tespit edilmiş olmaktadır. Sağlıklı bir performans değerlendirilmesi yapılabilmesi için yaklaşık değerlerle yapı yer değiştirme kapasitelerinin de belirlenmesi gerekmektedir. Yapı yer değiştirme kapasitesi için “bina görelı öteleme kapasitesi” ve “baz öteleme kapasitesi” kullanılarak Eş. 2.10 ile bulunmaktadır.

$$D_c = D_{co} C_c \quad (2.10)$$

D_{co} , araştırmacılar tarafından yaklaşık olarak geliştirilen Tablo 2.12 ile belirlenirken C_c ise sokak taraması yapılarak elde edilen veriler ile tespit edilmektedir. Sokak taraması aşamasında araştırmacılar betonarme yapıda yapının görsel kalitesini, yapı nizamını, bitişik yapıların kat seviyelerini, zayıf kat/yumuşak kat varlığını, kısa kolon varlığını, konsola kolon oturması durumunu dikkate almışlardır. Bu özelliklere göre sırasıyla yapının görsel kalitesi kötüyse “0,8”, orta ise “0,9”, kötü ise “1,0” olarak, yapı nizamı bitişikse “1,0”, köşede bitişikse “0,9” olarak, bitişik yapıların döşeme seviyeleri aynı ise “1,0”, farklı ise “0,9” olarak, zayıf kat olması durumunda “0,8” olmaması durumunda “1,0” olarak, kısa kolon olması durumunda “0,8” olmaması durumunda “1,0” olarak, kolonların konsol ucuna oturması durumunda “0,8” olmaması durumunda “1,0” olarak puanlama yapılmaktadır. Kapasite azaltma katsayısı (C_c), bu katsayıların çarpımı ile elde edilmektedir.

Elde edilen C_c ve D_{co} değerleri ile “can güvenliği” ve “göçme kontrolü” değerleri için yaklaşık tepe yer değiştirme kapasitesi (D_c) bulunmaktadır.

Bu çalışmanın temeli deprem istemi ile bina kapasitesini karşılaştırarak risk durumunu belirlemek olduğundan elde edilen yer değiştirme istemi ve kapasite değerleri kullanılarak kapasite/talep oranı hem “can güvenliği” hem de “göçme

kontrolü” durumları için hesaplanmalıdır. Elde edilen yapı puanları sıralanarak dönüştürülmesi öncelikli yapılar belirlenebilmektedir.

2.2. Birinci Derece Değerlendirme Yöntemleri

2.2.1. Yakut Yöntemi, (2004)

Hızlı değerlendirme yöntemlerinden önemli bir tanesi olan bu yöntem Ahmet Yakut tarafından geliştirilmiştir. Türkiye’de gerçekleşen büyük depremler sonucunda hasar almış yapılar üzerine çalışma yapılarak geliştirilen bu yöntem 2004 yılında sunulmuştur. Bu yöntemde de diğer hızlı değerlendirme yöntemlerinde olduğu gibi basitleştirilmiş hesaplar kullanılarak ve değerlendirmenin olabildiğince gerçekçi yapılarak sürecin kısaltılması hedef alınmıştır. Bu yöntem ile inceleme yapılabilmesi için sokak taraması yöntemlerine istinaden bina hakkında daha detaylı bilgi sahibi olmak gerekmektedir. İncelemeler tahribatsız yöntemler ile yapılmaktadır.

2.2.1.1 İnceleme Aşamaları

Yakut Yöntemi, (2004) kullanılarak yapılacak inceleme için yapı koordinatları, zemin sınıfı, sokak taraması ile yapı düzensizlikleri ve yapı içinden elde edilecek bilgiler gerekmektedir. Değerlendirmeye başlamak için yapı koordinatları ve zemin sınıfı ile spektral ivme katsayısı elde edilmelidir. Yapı genel bilgileri elde edildikten sonra mevcut yapıda inceleme katı belirlenmelidir. İnceleme katı diğer yöntemlerde olduğu gibi tüm çevresi açık olan ilk kat olmaktadır. İnceleme katında yapılan çalışma ile beton dayanımı ve yapısal eleman boyutları tespit edilmektedir. Bu veriler Eş. 2.11 ile elde edilecek x ve y doğrultusunda bina kesme kuvveti (V_c) hesabında kullanılmaktadır.

$$V_{ci} = c \times \alpha \times f_{ck} \times b_w \times h \quad (2.11)$$

X ve y doğrultusunda elde edilen bina kesme kuvveti değeri mevcut yapının akma dayanım kapasitesi (V_y) hesabında kullanılmaktadır. (Eş. 2.12)

$$V_y = \frac{V_c}{0.95e^{0.125n}} \quad (2.12)$$

Yakut, geliştirdiği yöntemde yapıdaki dolgu duvarların yatay yük taşıma kapasitesine katkısını da dikkate almış ve Eş. 2.13 ile bu katkıyı hesaba katmıştır.

$$V_{yw} = V_y \left(46 \frac{A_w}{A_{tf}} + 1 \right) \quad (2.13)$$

Elde edilen V_{yw} değeri ile mevcut yapının yük taşıma kapasitesi belirlenmiş olmaktadır. Bu değerlendirme yönteminde de birçok yöntemde olduğu gibi kapasite/talep oranı baz alınmaktadır. Temel kapasite indeksi (BCPI) olarak adlandırılan bu oran yapısal düzensizliği bulunmayan yapılarda kullanılabilir. Risk tespiti çalışmalarında yapısal düzensizliklerin oldukça etkili oldukları grlmştir. Bu yöntemde de yapısal düzensizliklerin hesaba katılması için basitleştirilmiş yöntemler kullanılmaktadır. Ahmet Yakut, yapısal düzensizlikleri hesaba katarken mevcut binanın serbest kat sayısını dikkate almamış, sadece düzensizlik olması durumunu incelemiştir. Yapı olumsuzluk katsayıları Tablo 2.13 ile belirlenmektedir.

Tablo 2.13: Yakut yöntemi olumsuzluk parametreleri.

Parametre Adı	Parametre Simgesi	Parametre Değeri
Yumuşak Kat	C_{AS}	0.135
Ağır ıkma	C_{AP}	0.055
Kısa Kolon	C_{ASC}	0.052
Planda ve Düşeyde Düzensizlik	C_{AP}	0.035

Olumsuzluk katsayılarının toplamı ile Eş. 2.14 kullanılarak yapısal düzensizlik katsayısı (C_A) bulunmaktadır. Ayrıca inceleme sırasında değerlendirilen inşaat kalitesi ile Tablo 2.14 kullanılarak inşaat kalitesi katsayısı (C_M) tespit edilmektedir.

$$C_A = 1 - (C_{AS} + C_{ASC} + C_{AP} + C_{AF}) \quad (2.14)$$

Tablo 2.14: İnşaat kalitesi katsayısı.

Katsayı	Değer		
	Kötü	Orta	İyi
C_M	$1-0.55(1-C_A)$	$1-0.55(1-C_A)/3$	1

Elde edilen yapısal düzensizlik katsayısı ve inşaat kalitesi katsayısı ile temel kapasite indeksi kullanılarak “Kapasite İndeksi” (CPI) hesaplanmaktadır.

2.2.1.2 Değerlendirme

İncelemeler sonucunda elde edilen kapasite indeksi değerleri ile yapılar sıralanmaktadır. Kapasite indeksi değeri yüksek yapılar düşük olanlara göre güvenli kabul edilmektedir. Ahmet Yakut, geliştirdiği bu yöntemde kapasite indeksi için her yapı stokunun kendi içerisinde bir sınır değer belirlenmesini önermekte, basitleştirilmiş olarak da “1,2” değerinin sınır değer olabileceğini belirtmektedir.

2.2.2. Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 2 Yöntemi, (2003)

Sucuoğlu ve Yazgan tarafından 1999 yılında yaşanan Düzce depremi sonrası hasarlı yapılar üzerine yapılan araştırma sonucunda iki farklı seviye deprem riski değerlendirme yöntemi sunulmuştur. Bunlardan bir tanesi önceki bölümde anlatılan sokak taraması yöntemi, diğeri ise birinci derece değerlendirme yöntemidir. Bu yöntemde inceleme daha kapsamlı hale gelmektedir. Sokak taraması yönteminde yapı sokaktan taranırken bu yöntemde yapısal sistem düzeni ve yapısal eleman boyutları da incelenmektedir. Bu yöntem birinci derece değerlendirme yöntemlerinden olup riskli yapıların önceliklendirilmesi için kullanılmaktadır. Bu yöntem ile yapılan inceleme sonucu riskli yapılar riskli kabul edilmekte, güvenli yapılar ise koşulsuz güvenli sayılmamaktadır. Güvenli yapıların dönüşüm için aciliyeti olmadığı kabul edilmekte fakat detaylı incelemeye yönlendirilmektedir.

2.2.2.1 İnceleme Aşamaları

Sucuoğlu ve Yazgan tarafından geliştirilen bu yöntemde sokak taraması yöntemine ek olarak yapıdaki çerçeve düzensizlikleri ve güçlü yön dayanım indeksi hesaplanmaktadır. Sokak taraması yönteminin tüm aşamaları bu yöntem için de

geçerlidir. Yapı taban puanı ve olumsuzluk puanları sokak taraması yönteminde olduğu gibi tespit edilmektedir.

Bu yöntemde yapı için çerçeve süreklilik puanı (NRS) belirlenmektedir. Yapısal sistemde çerçeve süreksizliği olması yapıya olumsuzluk puanı eklemektedir. Çerçeve süreklilik puanı x ve y doğrultusundaki düzensiz çerçeve sayısı ve zemin kat alanı ile belirlenmektedir. Çerçeve süreksizlik puanını (NRS) elde edebilmek için öncelikle çerçeve süreksizlik oranı (NRR) tespit edilmektedir. Çerçeve süreksizlik oranı etkili kolon alanının (A_{tr}) zemin kat alanına oranı olmaktadır. Çerçeve süreksizlik oranı Eş. 2.15 ile elde edilmektedir. Eş. 2.15 inceleme aşamasını hızlandırmak için Sucuoğlu ve Yazgan tarafından basitleştirilmiş ve çerçeve süreksizliklerinin x ve y doğrultularında “3”ten fazla olması durumunda etkin kolon alanının “25m²”, diğer durumlarda “12,5m²” olarak dikkate alınmıştır.

$$NRR = \frac{A_{tr}(n_{fx}-1)(n_{fy}-1)}{Agf} \quad (\text{boyutsuz}) \quad (2.15)$$

Elde edilen çerçeve süreklilik oranı (NRR) ile aşağıdaki bağlantılar kullanılarak çerçeve süreklilik puanı elde edilmektedir.

$$\begin{aligned} NRR < 0.5 & \quad \text{ise } NRS = 2 \\ 0.5 < NRR < 1 & \quad \text{ise } NRS = 1 \\ 1 < NRR & \quad \text{ise } NRS = 0 \end{aligned} \quad (2.16)$$

Elde edilen çerçeve süreksizlik puanı, çerçeve süreksizliği olumsuzluk parametresi ile çarpılarak olumsuzluk puanına eklenmektedir. (Çerçeve süreksizliği olumsuzluk parametre puanları 1-3 katlı yapılar için “0”, 4 katlı yapılar için “-5”, 5-7 katlı yapılar için “-10” olarak dikkate alınmaktadır.)

Sucuoğlu ve Yazgan tarafından geliştirilen bu yöntemde risk tespiti için güçlü yön dayanım indeksi (SI) de hesaplanmaktadır. Güçlü yön dayanım indeksi hesabı yapısal eleman boyutları ile yapılmaktadır. İnceleme için öncelikle yapıdaki inceleme katının rölöve projesi hazırlanmalıdır. Daha sonra zemin kat alanı, kattaki toplam kolon alanı, kattaki toplam perde alanı ve kattaki toplam dolgu duvar alanı bulunmalıdır. Yapısal elemanların alanları toplamının deprem doğrultusuna göre belirlenen ki değeri ile çarpılması gerekmektedir. Yapısal elemanların toplam alanları

ayrı ayrı bu katsayı ile çarpıldıktan sonra alanların toplamının zemin kat alanına oranı bulunmaktadır. Bu işlem x ve y doğrultularının her ikisi için de yapılmakta ve küçük olan değer dikkate alınmaktadır. Elde edilen bu oran (SI) ile aşağıdaki bağlantılar kullanılarak güçlü yön dayanım indeksi bulunmaktadır.

$$\begin{aligned} SR > 0.0025 & \quad \text{ise (SI) = 0} \\ 0.0015 < SR < 0.0025 & \quad \text{ise (SI) = 1} \\ 0.0025 < SR & \quad \text{ise (SI) = 2} \end{aligned} \quad (2.17)$$

Güçlü yön dayanım indeksi elde edildikten sonra güçlü yön dayanım indeksi olumsuzluk parametresi ile çarpılmaktadır. (Güçlü yön dayanım indeksi olumsuzluk parametre puanları 1-4 katlı yapılar için “-5”, 4-7 katlı yapılar için “-10” olarak dikkate alınmaktadır). Bu işlem sonucunda ortaya çıkan olumsuzluk puanı yapı olumsuzluk puanına eklenmektedir.

2.2.2.2 Değerlendirme

Yapı incelemesi sonucunda elde edilen taban puan ve olumsuzluk puanları toplanarak yapı performans puanı elde edilmektedir. Elde edilen performans puanının “50” değerinden küçük çıkması durumunda yapı “Riskli” kabul edilmekte, “50” değerinden büyük çıkması durumunda “Güvenli” olarak nitelendirilmektedir.

2.3 İkinci Derece Değerlendirme Yöntemleri

2.3.1 RYTEİE-2019 Detaylı Değerlendirme Yöntemi

RYTEİE-2019 Detaylı Değerlendirme Yöntemi riskli yapıların tespit edilmesi için sokak taraması ve hızlı değerlendirme olarak iki yöntem sunmaktadır. Hızlı değerlendirme yöntemi, sokak taraması yöntemine göre yapıların bireysel olarak incelenmesini ve riskli/risksiz olarak nitelendirilmesini sağlamaktadır. Sokak taraması ile öncelik verilen riskli yapıların daha kapsamlı incelenmesini sağlayan hızlı değerlendirme yöntemi ikinci aşama risk değerlendirme yöntemlerinden birisidir. Bu yöntem ile değerlendirilen yapıların bireysel deprem performansları belirlenmiş olmamaktadır. Değerlendirmede riskli olarak tespit edilen yapılar risk oluşturabilecek

yapılar olarak dikkate alınırken risksiz çıkan yapılar için depreme dayanıklı oldukları sonucu çıkarılmamalıdır.

RYTEİE-2019 Detaylı Değerlendirme Yöntemi'nde yapının risk durumunu belirlemek üzere yapı ile ilgili birtakım detaylı bilgiler istenmektedir. İnceleme yapabilmek için öncelikle yapı zemininde inceleme yapılarak zemin sınıfı belirlenmektedir. Daha sonra risk tespiti yapılacak yapının zemin sınıfı ve koordinat bilgileri doğrultusunda Türkiye Deprem Tehlike Haritasından deprem yer hareketi düzeyi belirlenmektedir (Tablo 2.15).

Tablo 2.15: Deprem yer hareketi düzeyi.

Bina Kullanım Amacı	Hareketli Yük Azaltma Katsayısı, η	Deprem Yer Hareketi Düzeyi
1. Deprem sonrası kullanımı gereken binalar, insanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar, değerli eşyanın saklandığı binalar ve tehlikeli madde içeren binalar		
a) Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastaneler, dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları ve terminaleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri, vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, ilk yardım ve afet planlama istasyonları)	0.3	DD-1*
b) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb.	0.6	
c) Müzeler	0.6	
d) Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb. özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	0.6	
2. İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar ve diğer binalar		
a) Alışveriş merkezleri, spor tesisleri, sinema, tiyatro, konser salonları, ibadethaneler, vb.	0.6	DD-2
b) Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, otopark, vb.	0.3	
c) Depo, antrepo, vb.	0.8	

Zemin sınıfına bağlı olarak Türkiye Deprem Tehlike Haritaları'ndan elde edilecek harita spektral ivme katsayıları ve zemin sınıfı değerleri kullanılarak Tablo 2.16 ile zemin etki katsayıları tespit edilmektedir.

Tablo 2.16: Zemin etki katsayıları.

Yerel Zemin Sınıfı*	Kısa periyot bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayısı F_S					
	$S_S \leq 0.25$	$S_S = 0.50$	$S_S = 0.75$	$S_S = 1.00$	$S_S = 1.25$	$S_S \geq 1.50$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
ZC	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2
ZD	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0
ZE	2.4	1.7	1.3	1.1	0.9	0.8

Yerel Zemin Sınıfı*	1.0 saniye periyot için Yerel Zemin Etki Katsayısı F_1					
	$S_1 \leq 0.10$	$S_1 = 0.20$	$S_1 = 0.30$	$S_1 = 0.40$	$S_1 = 0.50$	$S_1 \geq 0.60$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZC	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4
ZD	2.4	2.2	2.0	1.9	1.8	1.7
ZE	4.2	3.3	2.8	2.4	2.2	2.0

RYTEİE-2019 kapsamındaki tablo ve denklemler ile hesaplanan harita spektral ivme katsayıları (S_{DS} , S_{D1}) ve yerel zemin etki katsayıları (F_S , F_1) kullanılarak Eş. 2.18 ile spektral ivme katsayıları elde edilmektedir.

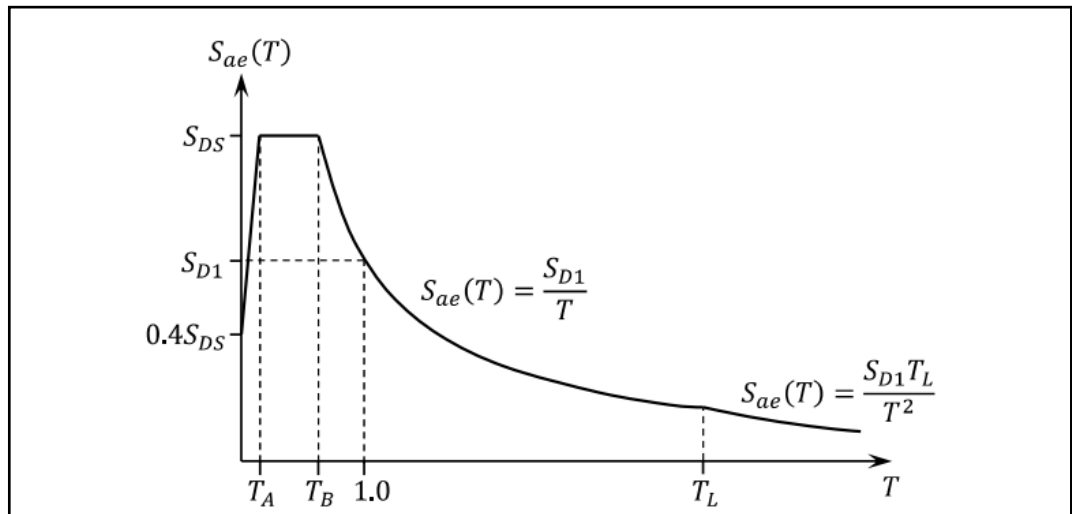
$$S_{DS} = S_S F_S \quad S_{D1} = S_1 F_1 \quad (2.18)$$

Yapı risk tespiti hesaplamalarında kullanılacak olan yatay elastik spektral ivme değerinin bulunabilmesi için öncelikle Eş. 2.19 kullanılarak köşe periyotlarının bulunması gerekmektedir.

$$T_A = 0.2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad T_B = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (2.19)$$

Harita spektral ivme katsayıları (S_{DS} , S_{D1}) ile köşe periyot değerleri (T_A , T_B) ve Eş. 2.20 kullanılarak yapılan hesap sonucunda yatay elastik spektral ivme değeri ($S_{ae}(T)$) tespit edilerek yatay elastik ivme spektrumu elde edilmektedir.

$$S_{ae}(T) = \begin{cases} \left(0.4 + 0.6 \frac{T}{T_A}\right) S_{DS} & T \leq T_A \\ S_{DS} & T_A \leq T \leq T_B \\ \frac{S_{D1}}{T} & T_B \leq T \leq T_L \\ \frac{S_{D1} T_L}{T^2} & T_L \leq T \end{cases} \quad (2.20)$$



Şekil 2.17: Yatay elastik spektral ivme.

Yönetmelik yapılacak hesap için ayrıca binadan bilgi toplanmasını istemektedir. Elde edilen bilgi düzeyine göre kullanılacak katsayı tespit edildikten sonra binanın yapı türü ve malzeme dayanımları belirlenerek sonlu elemanlar yöntemi ile modelleme yapılmaktadır. Yapısal analiz için doğrusal elastik hesap ve mod birleştirme yöntemi kullanılabilir. Yapısal değerlendirme yapılırken yapının her katı değerlendirilmekte ve herhangi bir katın riskli çıkması durumunda yapı “RİSKLİ” olarak nitelendirilmektedir (Şekil 2.17).

2.3.1.1 Değerlendirme Aşamaları

RYTEİE-2019 Detaylı Değerlendirme Yöntemi'ne göre hızlı değerlendirme yapabilmek için öncelikle yapı hakkında edinilmesi gereken birtakım bilgiler bulunmaktadır. Yapı hakkında gözlem ve tahribatsız yöntemlerle bilgi edindikten sonra yapı modellemesi aşamasına geçilmektedir. Yönetmeliğe göre yapı modellemesi yapıldıktan sonra doğrusal elastik hesap ve mod birleştirme yöntemi kullanılarak risk değerlendirmesi yapılmaktadır. Yapının en az bir katının riskli çıkması durumunda yapı riskli kabul edilmektedir. İncelenen yapıların ve çalışmada kullanılan sokak taraması yöntemlerinin 1-7 katlı yapılar için geçerli olması nedeniyle bu yöntemde az katlı betonarme yapılar için kullanılan hesap yöntemi dikkate alınacaktır

2.3.1.1.1 Bilgi Toplama

İncelenecek yapının risk değerlendirmesine başlayabilmek için öncelikle yapı hakkında fiziksel bilgi toplamak gerekmektedir. Yapıya ait statik ya da rölöve proje ile mevcut yapının uyumluluğu, hesaplamalarda kullanılacak bilgi düzeyi katsayısının belirlenmesinde etkindir. Yapının statik projesinin olması durumunda mevcut yapı elemanları ve konumları ile proje karşılaştırılmalıdır. Statik proje ile yapının uyumlu olması durumunda “kapsamlı bilgi düzeyi katsayısı” kullanılmaktadır. Proje ile uyum söz konusu değil ise yapı elemanlarının ve konumlarının rölöve projesi hazırlanmalıdır. Rölöve proje hazırlanmasını durumunda yapı risk analizi için “asgari bilgi düzeyi katsayısı” kullanılacaktır (Tablo 2.17).

Tablo 2.17: Bilgi düzeyi katsayısı.

Bilgi Düzeyi	Bilgi Düzeyi Katsayısı
Asgari	0.90
Kapsamlı	1.00

Rölöve proje hazırlama şartları RYTEİE-2019 Detaylı Değerlendirme Yöntemi kapsamında anlatılmaktadır. İnceleme yapılacak katlar yönetmelikte tüm bodrum katlar ile inceleme katı olarak belirtilmektedir. Planda ve düşeyde süreksizlik bulunması durumunda değişiklik olan katların da incelenmesi gerekmektedir. Malzeme dayanımları mevcut yapıda yapılan inceleme sonucu belirlenmektedir. RYTEİE-2019 Detaylı Değerlendirme Yöntemi mevcut donatı miktarını ve yerleşimini belirlemek için inceleme yapılan katlardaki kolon sayısının en az %20'si ve en az 6 adedinde, kattaki perde sayısının en az %20'si ve en az 2 adedinde sıyırma işlemi ile inceleme yaptırmaktadır. Mevcut beton dayanımını tespit edebilmek için kattaki kolon sayısının en az %20'si ve en az 12 adedinde, kattaki perde sayısının en az %20'si ve en az 6 adedinde tahribatsız yöntemlerle tespit yapılmaktadır. Mevcut yapıdaki kiriş donatıları için TS 500 kapsamında hesaplanan minimum donatının kabul edilmesi gerekmektedir. Mevcut yapılarda kirişlerin alt ve üst donatıları modelleme aşamasında TS 500'de belirtildiği şekilde dikkate alınmaktadır. Rölöve aşamasında mevcut yapının beton dayanımı tespiti için yapılan deneysel çalışmalarda TS EN 12504-1 dikkate alınmaktadır. Deney sonucu elde edilen beton dayanım değerlerinin ortalaması 0,85 katsayısı ile çarpılarak hesaba katılmaktadır.

2.3.1.1.2 Yapı Modellemesi

RYTEİE-2019 Detaylı Değerlendirme Yöntemi'ne göre, yapının risk durumunun belirlenmesi amacıyla modellemenin sonlu elemanlar metodu ile yapılması gerekmektedir. Yapı elemanlarından kiriş ve kolonların modellemesi çubuk elemanlar olarak, perdelerin modellemesi kabuk sonlu elemanlar veya çubuk elemanlar olarak, döşemelerin ise kabuk sonlu elemanlar olarak yapılmaktadır. Kiriş kolon birleşim noktaları rijit kabul edilmektedir. Döşemeler rijit diyafram olarak tasarlanarak yük aktarımı sağlanmaktadır. Yapı elemanı kütleleri yapı elemanlarına TS 498'de belirtildiği şekilde dağıtılacaktır. Yapıların analizi için kullanılacak etkin eğilme rijitlikleri Eş. 2.21 ile bulunmaktadır.

$$\begin{aligned}
\text{Kirişler ve perdelerde, güçlendirme perdelerinde:} & \quad (EI)_e = 0.3(E_{cm}I)_o \\
\text{Kolonlarda, güçlendirilmiş kolonlarda:} & \quad (EI)_e = 0.5(E_{cm}I)_o \quad (2.21)
\end{aligned}$$

$$E_{cm} = 5000\sqrt{f_{cm}}$$

Yapı modellemesinde bodrum katlar, zemin kat ve normal kat hazırlanan rölöve projelerine göre modellenirken, rölöve projesi olmayan katlarda yapısal eleman boyutları ve yerleşiminde farklılık yoksa kat yükseklikleri dikkate alınarak normal kat ile aynı şekilde modellenmektedir. Kat yükseklikleri, mevcut betonarme yapının kat yükseklikleri incelenerek modele işlenmektedir. Modelleme yapılırken çatı katı olarak nitelendirilen son kat yapıya yük olarak eklenmektedir.

2.3.1.1.3 Yapı Analizi

Analizde kullanılacak deprem yükleri, deprem yer hareketi düzeyi ve bina türü ile elde edilen yatay elastik ivme spektrumuyla elde edilmektedir. RYTEİE-2019 Detaylı Değerlendirme Yöntemi'ne göre deprem risk analizi, doğrusal elastik hesap ve mod birleştirme metodu ile yapılmaktadır. Risk tespiti için yapılan analizde deprem kuvvetleri iki doğrultuda ve her doğrultu için iki yönde uygulanmaktadır. Yapılan analizde mevcut malzeme dayanımları bilgi düzeyi katsayısı dikkate alınarak hesaplanmaktadır.

Betonarme yapılarda kolonlar üç gruba ayrılmaktadır. Kolonlar V_e / V_r değerine ve etriye sıklığına göre gruplandırılmaktadır. A, B ve C olarak ayrılan gruplarda her grubun farklı tür göçme etkisinde kalacağı varsayılmaktadır. Tablo 2.18 'de belirtildiği şekilde gruplara ayrılan kolonlarda A grubunda olanlar eğilme etkisinde, B grubu kolonlar eğilme ve kesme etkisinde, c grubunda bulunan kolonlar kesme etkisinde kalmaktadır.

Tablo 2.18: Kolon sınıflandırması.

$\frac{V_e}{V_r}$	Aralığı $s \leq 100$ mm olan, her iki ucunda 135° kancalı etriyesi bulunan ve toplam enine donatı alanı $A_{sh} \geq 0.06sb_k(f_{cm}/f_{ywm})$ denklemini sağlayan kolonlar	Diğer durumlar
$V_e/V_r \leq 0.7$	A	B
$0.7 < V_e/V_r \leq 1.1$	B	B
$1.1 < V_e/V_r$	B	C

Betonarme yapılarda perdeler de A ve B olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Bu ayrım V_e / V_r ve H_w/l_w oranlarına bağlı olarak belirlenmektedir. Tablo 2.19 kullanılarak belirlenen perde gruplarından A grubunda bulunan perdeler eğilme etkisinde, B grubunda bulunan perdeler eğilme ve kesme etkisinde kalmaktadır.

Tablo 2.19: Perde sınıflandırması.

	$V_e/V_r < 1.0$	$1.0 \leq V_e/V_r$
$2.0 \leq H_w/l_w$	A	B
$H_w/l_w < 2.0$	B	B

Mevcut betonarme yapıların deprem risk değerlendirmesinin yapılabilmesi için hesaplamalarda kullanılmak üzere betonarme yapı elemanlarının moment kapasiteleri TS 500 bünyesinde bulunan hesaplamalar dikkate alınarak tespit edilen malzeme dayanımları ile bilgi düzeyi katsayısı kullanılarak bulunmaktadır.

Yapı elemanlarının risk durumlarını belirlemek için elemana etkiyen kesit moment değeri ile elemanın kapasitesi oranlanarak etki/kapasite oranı (m) bulunmaktadır. Ayrıca risk durumunun belirlenebilmesi için eleman deplasmanlarının da belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için elemanların ötelenme değeri ile kat yüksekliği oranlanarak kat öteleme oranı (δ/h) bulunmaktadır. Elde edilen m ve δ/h değerleri kolonlar için Tablo 2.20 ve perdeler için Tablo 2.21 ile değerlendirilerek yapı elemanının risk durumu belirlenmektedir.

Tablo 2.20: Kolon risk değerlendirmesi.

A grubu kolonlar			
$N_K/(f_{cm}A_c)$	$m_{sınır}$	$(\delta/h)_{sınır}$	
≤ 0.1	5.0	0.035	
≥ 0.6	2.5	0.0125	
B grubu kolonlar			
$N_K/(f_{cm}A_c)$	$A_{sh}/(sb_k)$	$m_{sınır}$	$(\delta/h)_{sınır}$
≤ 0.1	≤ 0.0005	2.0	0.01
	≥ 0.006	5.0	0.03
≥ 0.6	≤ 0.0005	1.0	0.005
	≥ 0.006	2.5	0.0075
C grubu kolonlar			
	$m_{sınır}$	$(\delta/h)_{sınır}$	
	1.0	0.005	

Tablo 2.21: Perde risk değerlendirmesi.

A grubu perdeler				
$N_K/(f_{cm}A_c)$	$V_e/(b_wdf_{ctm})$	Başlık Bölgesi	$m_{sınır}$	$(\delta/h)_{sınır}$
<0.1	≤ 0.9	Var	6.0	0.0300
		Yok	4.0	0.0150
	≥ 1.3	Var	3.5	0.0150
		Yok	2.0	0.0075
>0.25	≤ 0.9	Var	3.5	0.0200
		Yok	2.0	0.0100
	≥ 1.3	Var	2.0	0.0100
		Yok	1.5	0.0050
B grubu perdeler				
	$V_e/(b_wdf_{ctm})$		$m_{sınır}$	$(\delta/h)_{sınır}$
	≤ 0.9		4.0	0.0200
	≥ 1.3		2.0	0.0100

2.3.1.1.4 Değerlendirme

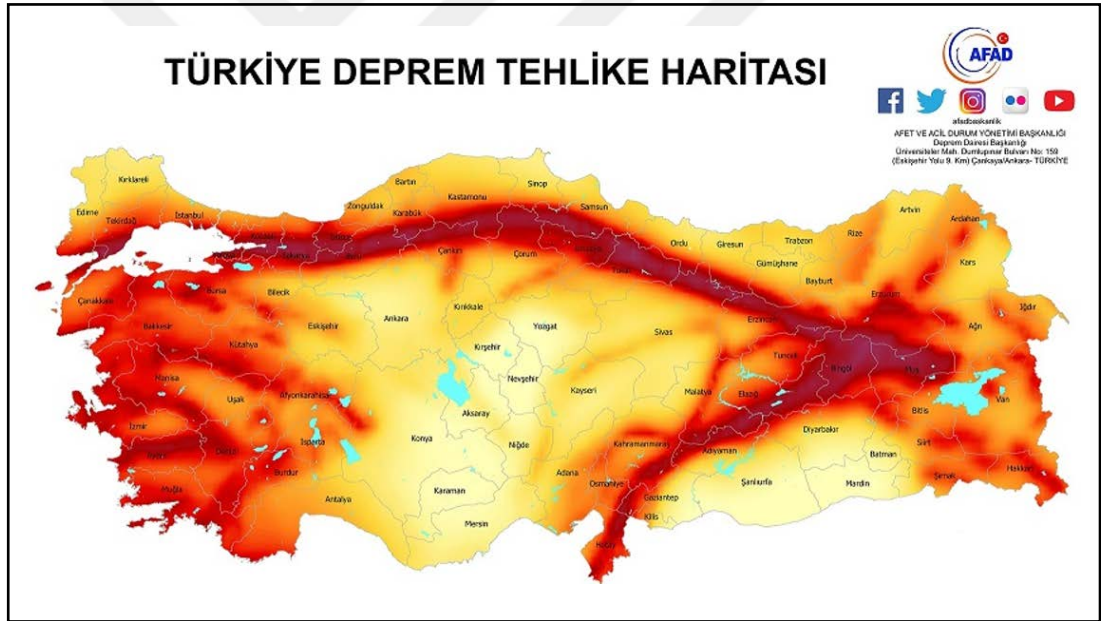
Yapılan analiz sonucunda yapı elemanlarının düşey yükler altındaki eksenel basınç gerilmelerinin kat bazında ortalamaları alınarak $0,65f_{cm}$ değeriyle karşılaştırılmaktadır. Eksenel basınç ortalamasının bu değerden büyük olması ve herhangi bir elemanın risk sınırını aşması durumunda yapı riskli kabul edilmektedir. Betonarme yapının risk değerlendirmesi yapılırken tüm katlar dikkate alınmaktadır. RYTEİE-2019 Detaylı Değerlendirme Yöntemi'nde verilen hesap yöntemine göre değerlendirilen kat kesme kuvveti oranı Tablo 2.22 'de verilen sınır değerlerini aşmakta ise yapı riskli kabul edilmektedir. Katların herhangi birisinin riskli çıkması durumunda yapı riskli olarak nitelendirilmektedir.

Tablo 2.22: Kolon ve perde risk değerlendirmesi.

Perde ve kolon eksenel basınç gerilme ortalaması (=Perde ve kolon gerilmelerinin toplamı / Perde ve kolon sayısı)	Kat kesme kuvveti oranı sınır değerleri
$\geq 0.65f_{cm}$	0
$0.1f_{cm} \geq$	0.35

3. İNCELENEN BİNA STOKU ÖZELLİKLERİ

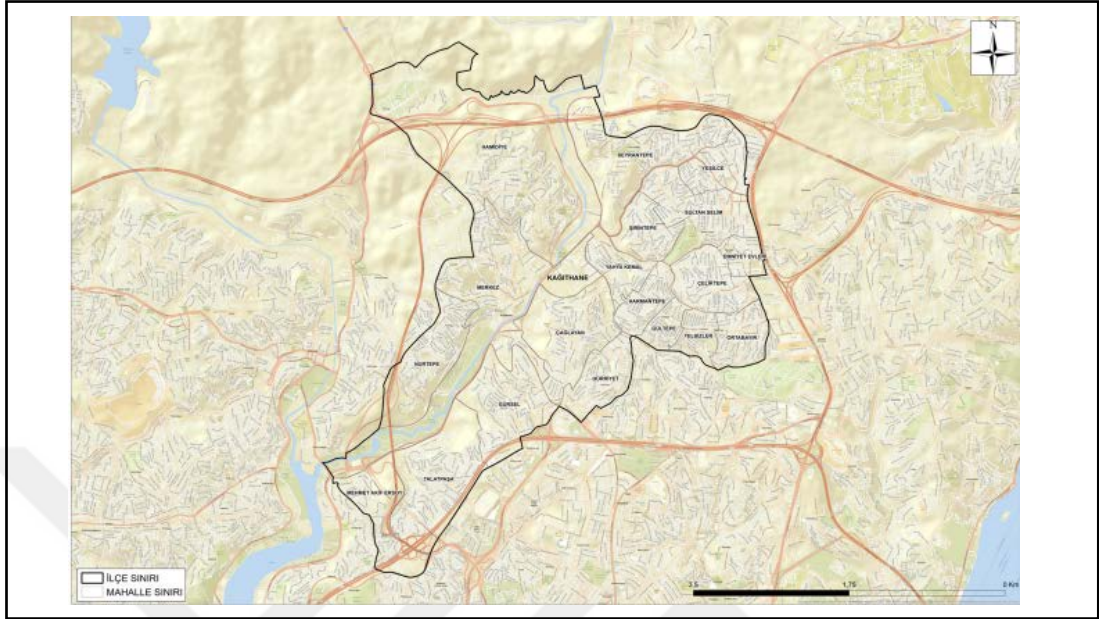
Ülkemizin nüfus bakımından en yoğun şehirlerinden birisi olan İstanbul ili aynı zamanda ülkemizin en önemli ekonomik, kültürel ve sosyal merkezlerinden birisidir. AFAD tarafından oluşturulan deprem tehlike haritasına göre İstanbul İli orta riskli olarak nitelendirilmektedir. Fakat yoğun ve çarpık kentleşme, çoğu yapının mühendislik hizmeti görmemiş olması bu şehir için deprem riskini oldukça yükseltmektedir. İstanbul'da kayıtlı olarak yaklaşık 1 milyon 530 bin yapı bulunmakta ve bu yapılarda 16 milyon kişi yaşamaktadır. Büyüklüğü 7 ve üzeri olan yıkıcı bir depremin yapı ve insan yoğunluğu fazla olan bu şehrimizde neden olacağı düşünülen can ve mal kaybı oldukça yüksektir. Bu nedenle yapıların deprem riski tespitinin mümkün olduğunca hızlı bir şekilde yapılması gerekliliği oluşmaktadır.



Şekil 3.1: Türkiye deprem tehlike haritası.

Çalışmanın gerçekleştirildiği Kağıthane ilçesi İstanbul'un nüfus ve yapı olarak yoğun bölgelerinden birisidir. Kağıthane ilçesinde kayıtlı olarak yaklaşık 450 bin insan yaşamakta ve 14,83 km² ilçe alanında yaklaşık 30 bin adet yapı bulunmaktadır. İlçedeki yapıların %40'ı 1980 yılı öncesinde, %41'i 1980-2000 yılları arasında, %19'u 2000 yılı sonrasında inşa edilmiştir. İlçedeki yapıların %48,68'i 1-4 katlı, %49,88'i 5-8 katlı, %1,44'ü 9-19 katlıdır. İlçedeki yapıların %87,67'si betonarme, %11,66'sı

yığıma yapılardan oluşmaktadır. Yapı kat adetleri ve yapısal sistem türleri ilçeye bağlı mahallelerde de homojen dağılım göstermektedir.



Şekil 3.2: İstanbul İli Kağıthane İlçesi haritası.

Yapılan bu çalışmada İstanbul İli Kağıthane İlçesi Emniyetevler mahallesi ve Çeliktepe mahallesinde 247DY-2C ve 247DY-3B paftalarda 8724, 8725, 8740, 8817, 9515, 9516, 9529, 9531, 9532 ve 9539 numaralı adalarda toplam 100 adet betonarme yapı hızlı değerlendirme yöntemlerinden sokak taraması yöntemi olan RBTEİE-2019, FEMA P-154, Sucuoğlu Aşama 1 Yöntemi (2003) ve Aydınoğlu Yöntemi (2004) ile incelenmiştir. 50 adet yapı birinci derece değerlendirme yöntemlerinden Sucuoğlu Aşama 2 Yöntemi (2003) ve Yakut Yöntemi (2004) ile değerlendirilmiştir. 6 adet yapı RYTEİE-2019 Detaylı Değerlendirme Yöntemi ile incelenmiştir. Bölge tarihi geçmişi uzun bir yerleşim yeri olduğundan mevcut yapıların yapısal özellikleri de çeşitlilik göstermektedir.



Şekil 3.3: İstanbul Kağıthane Emniyetevler mahallesi uydu görüntüsü.

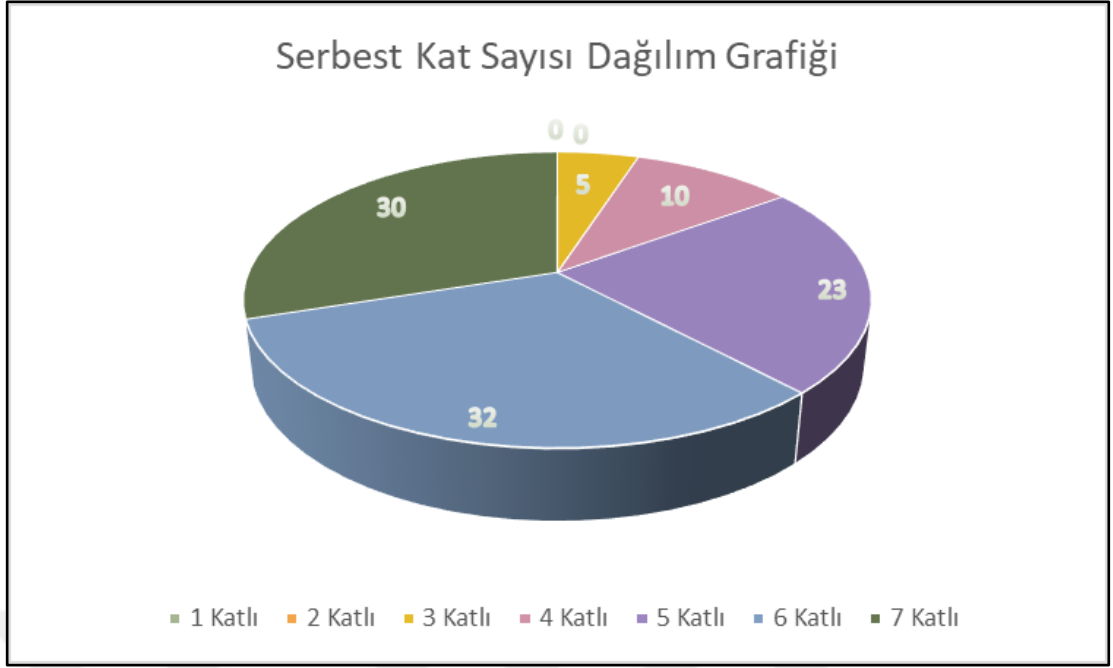
Bu çalışmada mevcut yapıların tahmini yaşı, yapısal sistem türü, görsel kalitesi, yumuşak kat/zayıf kat varlığı, Düşeyde düzensizlik varlığı, ağır çıkma varlığı, planda düzensizlik varlığı, kısa kolon varlığı, yapı nizamı incelenmiş ve elde edilen istatistikler grafikler ile görselleştirilmiştir. %61'i 6-7 katlı, %30'u 4-5 katlı, %9'u 2-3 katlı betonarme yapılardan oluşmaktadır.

3.1. Serbest Kat Sayısı

Mevcut betonarme yapıların serbest kat sayıları deprem riski üzerinde önemli bir etken olmaktadır. Serbest kat sayısı, hızlı değerlendirme yöntemlerinde risk tespiti yapabilmek için önemli bir parametre olarak kullanılmaktadır.

Ülkemizde yapıların yönetmelik ve şartnameler ile yapılan hesaplarda uygun görülen kat sayılarına inşaa aşamasında uyulmadığı ve projelerine göre daha fazla kata sahip oldukları görülmektedir. Bu nedenle yapı risk analizleri için yapı projelerine bağlı kalınmadan yerinde gözlem yapılması bir gereklilik olmaktadır.

Bu çalışma kapsamında yapılan incelemelerde yapı kat sayıları incelenmiş ve kat sayılarının dağılımı Şekil 3.4 'te gösterilmiştir.



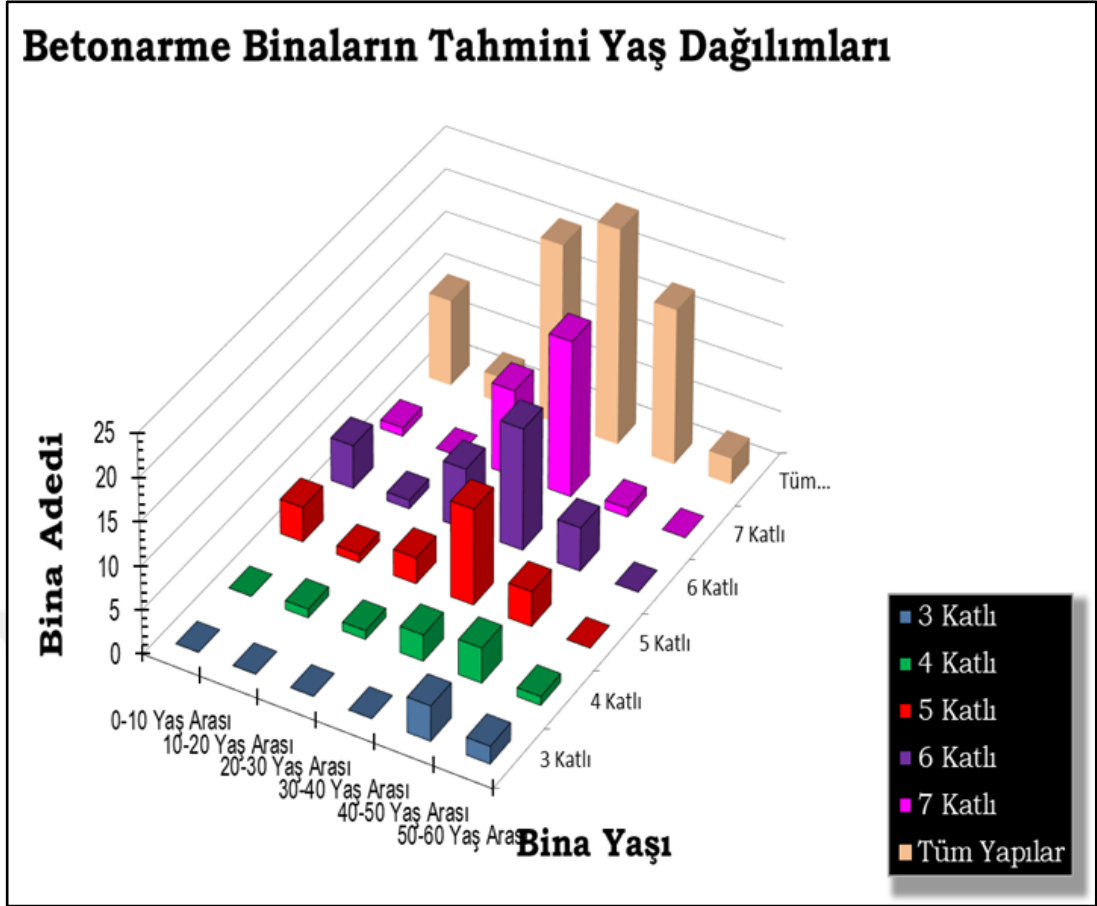
Şekil 3.4: İncelenen yapılarda serbest kat sayısı dağılım grafiği.

Elde edilen veriler ışığında incelenen 100 adet mevcut betonarme yapılar arasında 1 ve 2 katlı yapı olmadığı, yapıların %5'inin 3 katlı, %10'unun 4 katlı, %23'ünün 5 katlı, %32'sinin 6 katlı, %30'unun 7 katlı olduğu görülmüştür.

3.2. Tahmini Yaş

Deprem riski analizlerinde yapıların ekonomik olması da göz önünde bulundurulmuş bir etken olmaktadır. Yapının deprem sırasında hiçbir hasar almayacak şekilde tasarlanması yapılacak işin ekonomik boyutunu oldukça arttırmaktadır. Bu nedenle deprem güvenliği dikkate alınırken yapılan tasarımlarda yapıların deprem sırasında hasar alabilmesi ama göçmemesi dikkate alınmaktadır. Bu durum da yapılar için “ekonomik ömür” kavramını ortaya çıkarmaktadır.

Ülkemizdeki yapılar bölgesel olarak yoğun ve kontrolsüz olarak inşa edilmiştir. Bu durumdan kaynaklı olarak risk tespiti yapılacak yapı sayısının fazla olması bölgesel deprem riski tespitlerinin çok uzun sürede tamamlanabilmesine neden olmaktadır. Hızlı değerlendirme yöntemlerinin geliştirilmesini gerekli kılan bu durumda yapıların ekonomik ömrü gibi etkenler de incelemeleri hızlandırmaktadır. Ekonomik ömrünü tamamlamış yapılar dönüşüm için öncelikli kabul edilmektedir.



Şekil 3.5: İncelenen yapılarda tahmini yaş dağılım grafiği.

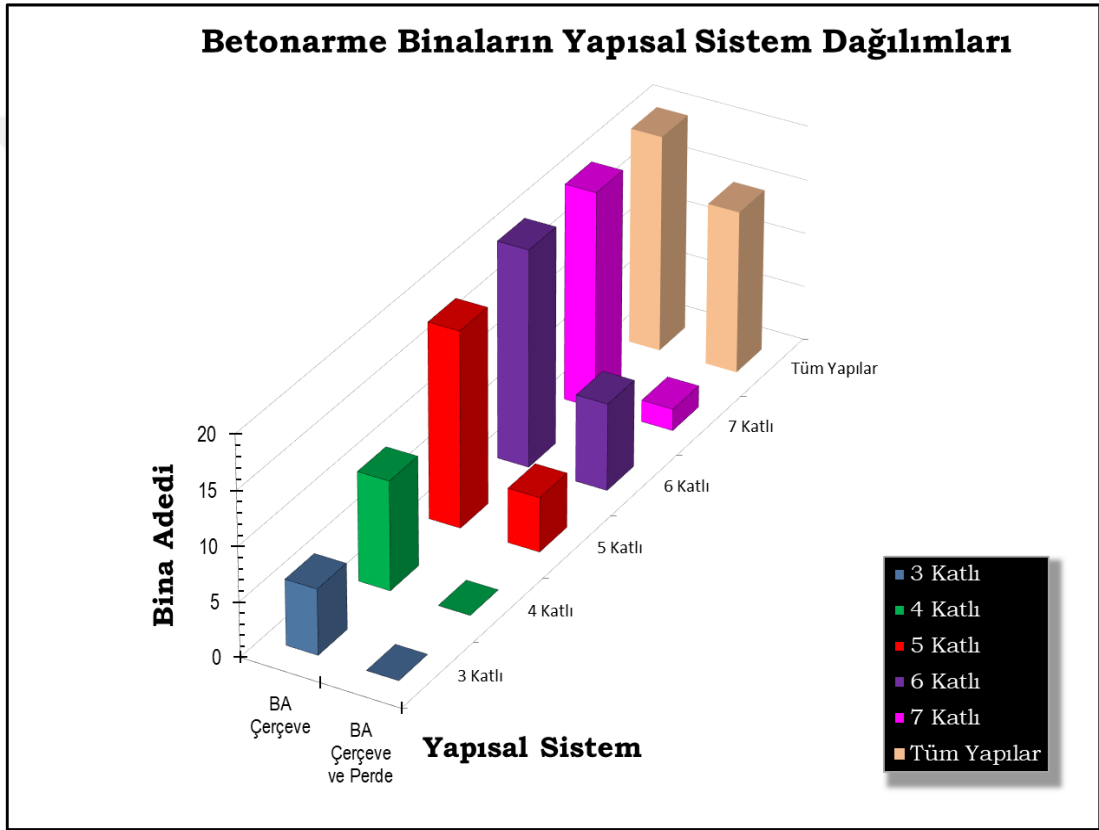
İncelenen yapıların inşa yılları 1970 ile 2021 arasında çeşitlilik göstermektedir. Yapıların kat sayıları da çeşitlilik göstermektedir. Yapıların %10'u 0-10 yaş arasında, %3'ü 10-20 yaş arasında, %21'i 20-30 yaş arasında, %45'si 30-40 yaş arasında, %18'i 40-50 yaş arasında, %3'ü 50-60 yaş arasındadır. Elde edilen veriler Şekil 3.5 ile gösterilmiştir.

3.3. Yapısal Sistem Türü

Yapıların deprem gibi doğal afetler karşısında zarar görmemesi için en önemli etken yapısal tasarımı yani yapısal sistemi olmaktadır. Tüm dünyada ve ülkemizde yapıların tasarımı ve deprem riski karşısında zarar görmemesi için birçok şartname ve yönetmelik geliştirilip yürürlüğe girmektedir. Yönetmelikler deprem riski gibi faktörleri azaltmak üzerine geliştirilen standartlara göre tasarım ve uygulama yapılmasını sağlamaktadır.

Mevcut yapıların önceki yönetmeliklere göre yapılmış olması ya da tasarım projesine uyulmadan yapılmış olması sık karşılaşılan bir durumdur. Bu nedenle

mevcut betonarme yapıların yerinde gözlem ile incelenmesi gerekmektedir. Bu duruma karşın mevcut yapıların geliştirilmiş deprem yönetmeliğindeki birtakım standartlara göre inşa edilmiş olması hızlı değerlendirme açısından bir etken olmaktadır. Bu nedenle yapısal sistem türü hızlı değerlendirme yöntemlerinde deprem riskinin belirlenmesi açısından önemli bir etken olmaktadır. Ülkemizde yaygın olarak yığma, betonarme çerçeve, betonarme çerçeve ve perde sistemine sahip yapılar bulunmaktadır. Bu çalışma sonucu incelenen yapıların yapısal sistem çeşitleri ve dağılımı Şekil 3.6 'da gösterilmiştir.



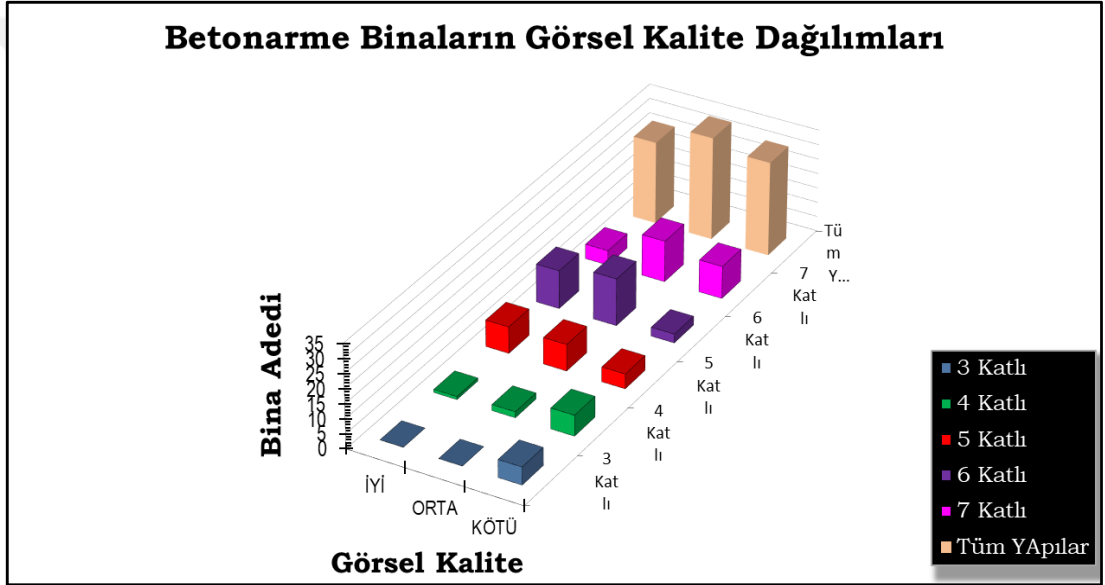
Şekil 3.6: İncelenen yapılarda yapısal sistem dağılım grafiği.

Mevcut yapıların yapısal sistemleri betonarme çerçeve ile betonarme çerçeve ve perde türlerinden oluşmaktadır. İncelenen yapıların %85'inin yapısal sistemi betonarme çerçeve, %15'i betonarme çerçeve ve perdeden oluşmaktadır.

3.4. Görsel Kalite

Deprem riski analizlerinde malzeme dayanımları en önemli hususlardan birisi olmaktadır. Uygulama sırasında malzeme özelliklerine dikkat edilse de yapı ömrü boyunca yapı malzemelerinin maruz kaldığı dış etkenler malzeme özelliklerini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu nedenle hızlı değerlendirme yöntemleri ile deprem riski tespiti için inceleme yapılırken yapının bakımlı olup olmadığı ve dış etkenlere ne derece maruz kaldıkları dikkate alınmaktadır.

Yapılan çalışmada mevcut betonarme yapıların görsel kaliteleri incelenmiştir. İnceleme sonucu tespit edilen veriler Şekil 3.7 'de gösterilmiştir.



Şekil 3.7: İncelenen yapılarda görsel kalite dağılım grafiği.

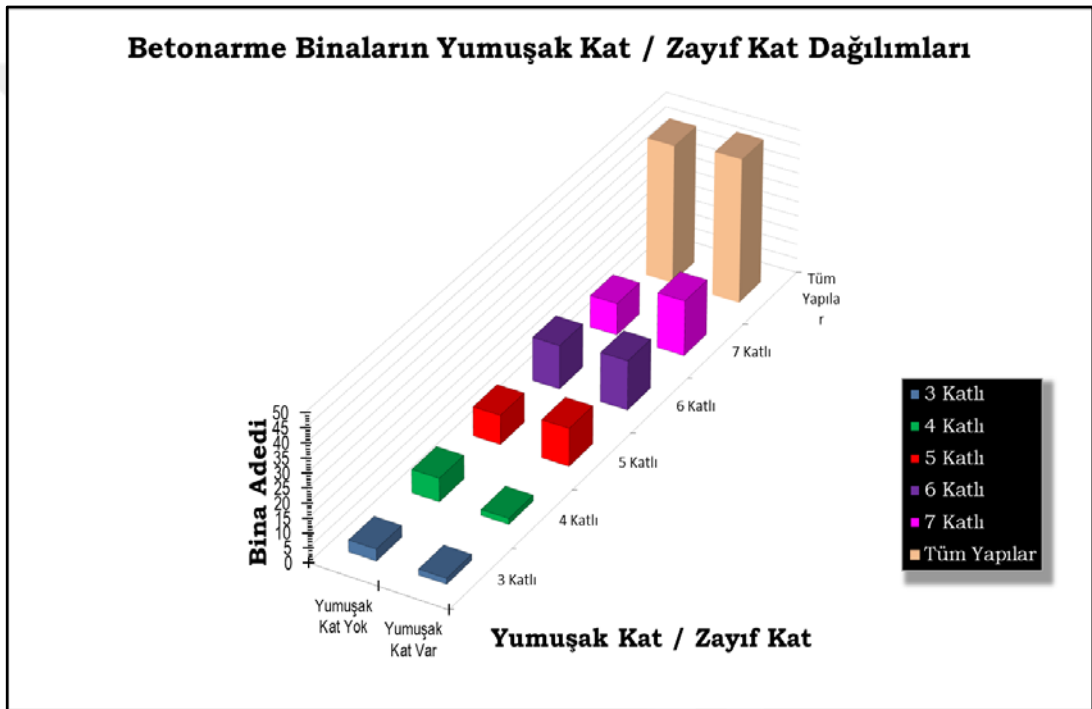
Elde edilen verilere göre yapıların %28'inin görsel kalitesinin iyi, %40'ının görsel kalitesinin orta, %32'sinin görsel kalitesinin kötü olduğu tespit edilmiştir.

3.5. Yumuşak Kat / Zayıf Kat

Yapı içerisinde bir veya birkaç katın kat yüksekliklerinin farklı olması veyahut bir veya birkaç katın rijitliklerinin diğer katlardan farklı olması zayıf kat / yumuşak kat varlığı oluşturmaktadır. Yapı içerisinde zayıf kat / yumuşak kat varlığı yapının deprem kuvveti gibi yanal kuvvetler karşısında hassas ve kırılabilir olmasına neden olmaktadır.

Deprem riski tespiti için yapılan analizlerde yumuşak kat / zayıf kat varlığının deprem riskini arttırdığı tespit edilmiştir. Bu nedenle deprem riskini hızlı değerlendirme yöntemlerinde yumuşak kat / zayıf kat olma durumu önemli bir etken olarak kabul edilmektedir.

Yapılan bu çalışmada yapılan inceleme kapsamında mevcut betonarme yapıların bünyesinde yumuşak kat / zayıf kat olması durumu da dikkate alınmaktadır. İnceleme sonucunda elde edilen veriler analiz edilmiş ve bünyesinde yumuşak kat / zayıf kat barındıran mevcut betonarme yapılar tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen veriler Şekil 3.8 'de gösterilmektedir.



Şekil 3.8: İncelenen yapılarda yumuşak kat/zayıf kat dağılım grafiği.

Yapılan çalışma sonucunda incelenen mevcut yapıların %47'sinde yumuşak kat olmadığı, %53'ünde yumuşak kat olduğu görülmüştür.

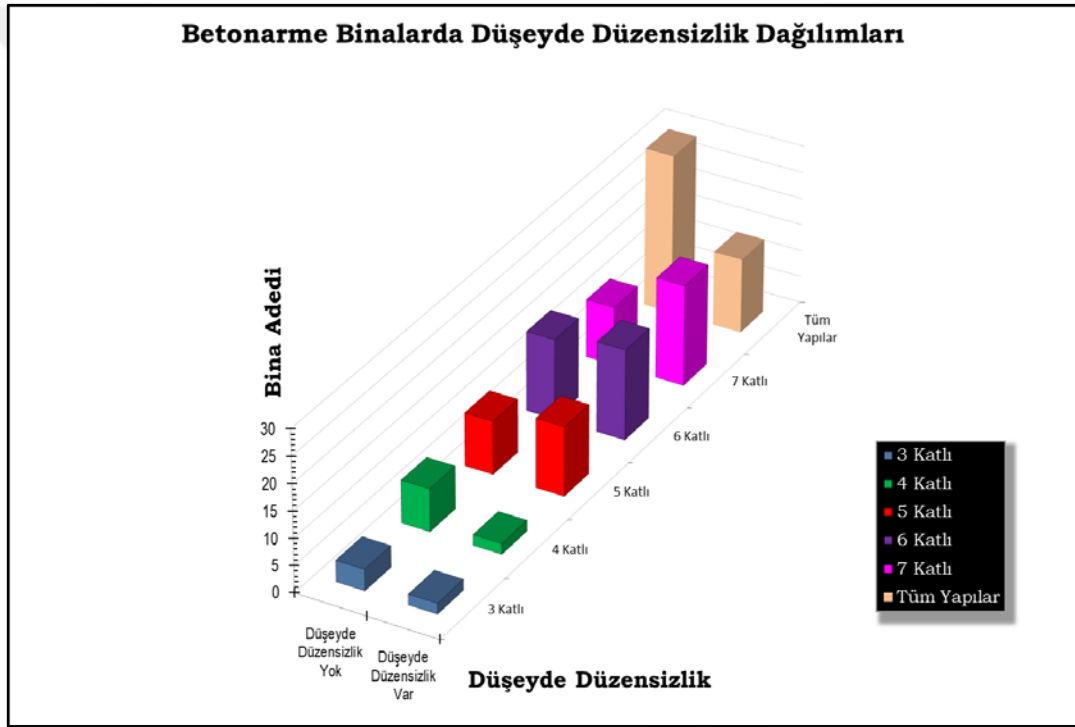
3.6. Düşeyde Düzensizlik

Yapısal tasarım üzerine yapılan çalışmalarda yapıların taşıyıcı sistemlerinin düşey yönde süreklilik ve dengeli bir dağılım göstermesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Düşey yönde süreklilik olmaması yapıda deprem kuvvetleri gibi yatay kuvvetlere karşı zayıflık oluşmasına neden olmaktadır. Bu nedenle deprem etkilerine

karşı yapılarda zayıf yön oluşmaması için düşey süreksizlik olmaması bir gereklilik olmaktadır.

Yapıların tasarım aşamasında bu hususlara dikkat edilerek tasarlanması gerekmektedir. Ayrıca tasarım aşamasında dikkat edilse de uygulama aşamasında veya kullanım aşamasında yapısal sistemde değişiklik yapılması düşeyde süreksizlik oluşmasına neden olmaktadır. Bu nedenle mevcut yapıların risk analizi yapılırken düşeyde düzensizlik önemli bir etken olarak incelemelerde yerini almaktadır.

Yapılan bu çalışmada deprem riskinin tespit edilmesi amacıyla yapılardaki düşeyde düzensizlik durumu incelenmiştir. Elde edilen veriler Şekil 3.9'da gösterilmektedir.



Şekil 3.9: İncelenen yapılarda düşeyde düzensizlik dağılım grafiği.

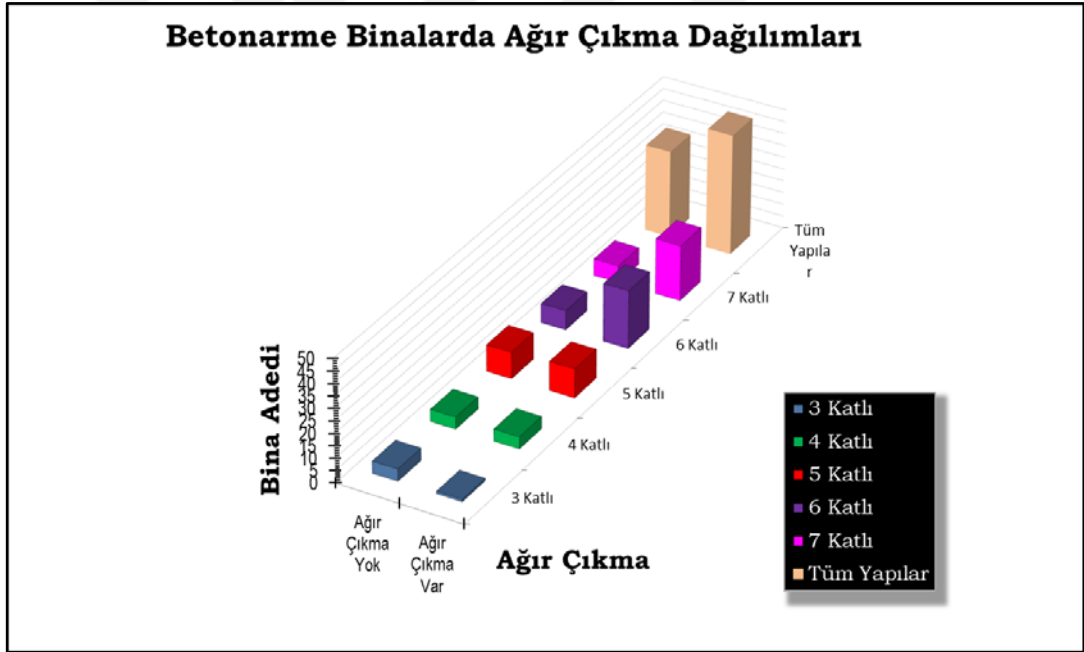
Yapılan inceleme sonucunda mevcut betonarme yapıların %86'sında düşeyde düzensizlik olmadığı, %14'ünde düşeyde düzensizlik olduğu görülmüştür.

3.7. Ağır Çıkma

Yapılarda uygulamasını sıklıkla gördüğümüz çıkmalar, deprem yönetmeliğinde belirlenen ölçüleri aşması durumunda ağır çıkma olarak nitelendirilmektedir. Yapı kullanım alanını arttırmak için tasarımcılar ve kullanıcılar yapıda çıkma uygulamasını tercih etmektedir. Bu durum ülkemizde sıklıkla karşılaşılan bir durumdur.

Yapıda ağır çıkma olması yapıda çerçeve süreksizliği oluşturmaktadır. Ayrıca yatay ve düşey düzensizlik olması yapı kütle merkezini ve rijitliğini de etkileyerek yapıda yatay deprem kuvvetlerine karşı zayıf nokta oluşmasına sebep olmaktadır.

Yapıların deprem riski değerlendirilirken yapıda ağır çıkma olma durumu önem arz etmektedir. Bu nedenle hızlı değerlendirme yöntemlerinde de mevcut yapıların deprem riski değerlendirmesi yapılırken ağır çıkma olması durumu da incelenmektedir.



Şekil 3.10: İncelenen yapılarda ağır çıkma dağılım grafiği.

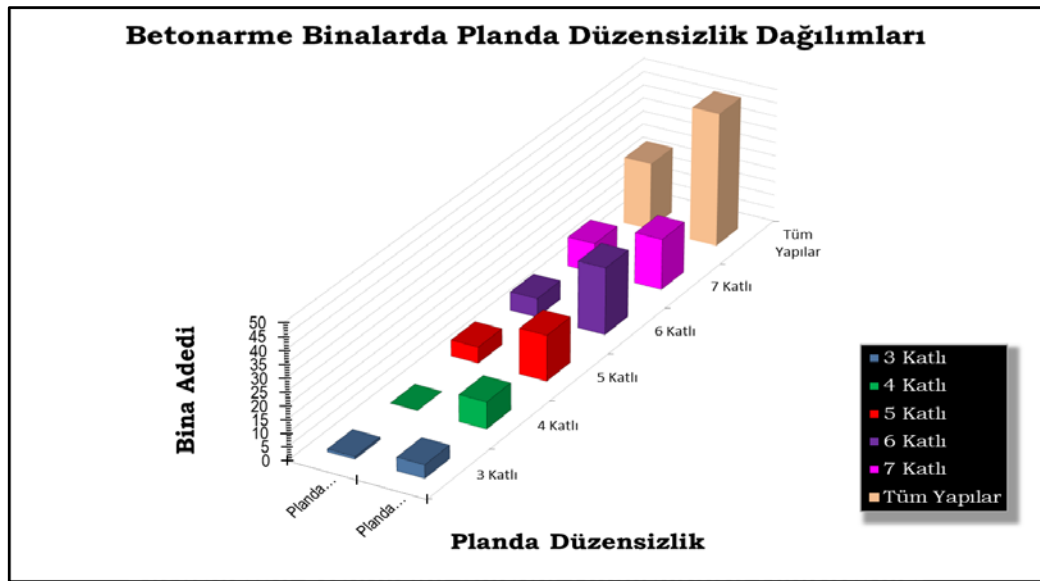
Yapılan çalışmada mevcut betonarme yapılarda ağır çıkma olup olmadığı incelenmiştir. İnceleme sonucunda mevcut betonarme yapıların %35'inde ağır çıkma olmadığı, %65'inde ağır çıkma olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen veriler Şekil 3.10'da gösterilmektedir.

3.8. Planda Düzensizlik

Yapılarda planda düzensizlik olması durumu deprem riski değerlendirmelerinde burulma düzensizliği anlamına gelmektedir. Olası deprem kuvvetlerine karşı yapı davranışının güvenli tarafta kalması için yapının kütle merkezi ile rijitlik merkezinin olabildiğince yakın olması gerekmektedir. Bu gerekliliğın sağlanması için tasarımcılar yapıyı her iki doğrultuda simetrik olarak tasarlamaktadır. Bu durumun aksine yapının simetrik olmaması, geometrik olmaması gibi durumlar yapının kütle ve rijitlik merkezlerinin birbirlerinden uzaklaşmasına ve yapıda burulma düzensizliği meydana gelmesine neden olmaktadır.

Deprem riski analizi yapılırken yapılarda burulma düzensizliği olma durumu önemli bir parametre olarak kabul edilmektedir. Deprem riskinin hızlı tespit edilmesi için uygulanan hızlı değerlendirme yöntemlerinde de burulma düzensizliğinin en büyük göstergesi olan planda düzensizlik önemli bir etken kabul edilmektedir.

Yapılarda planda düzensizlik olma sebeplerinden en büyüğü yapıların oturduğu arsa şekline göre en yüksek oturma alanının elde edilmeye çalışılmasıdır. Deprem etkisi altında yapı davranışında zayıflık ve göçme riski oluşturacak bu etken ülkemizde sıklıkla görülmektedir. Bu çalışma kapsamında inceleme yapılan mevcut betonarme yapılarda planda düzensizlik olma durumu incelenmiş ve inceleme yapılan bölgedeki yapıların çoğunda bu düzensizliğin var olduğu görülmektedir. İnceleme sonucunda elde edilen veriler Şekil 3.11’de görülmektedir.



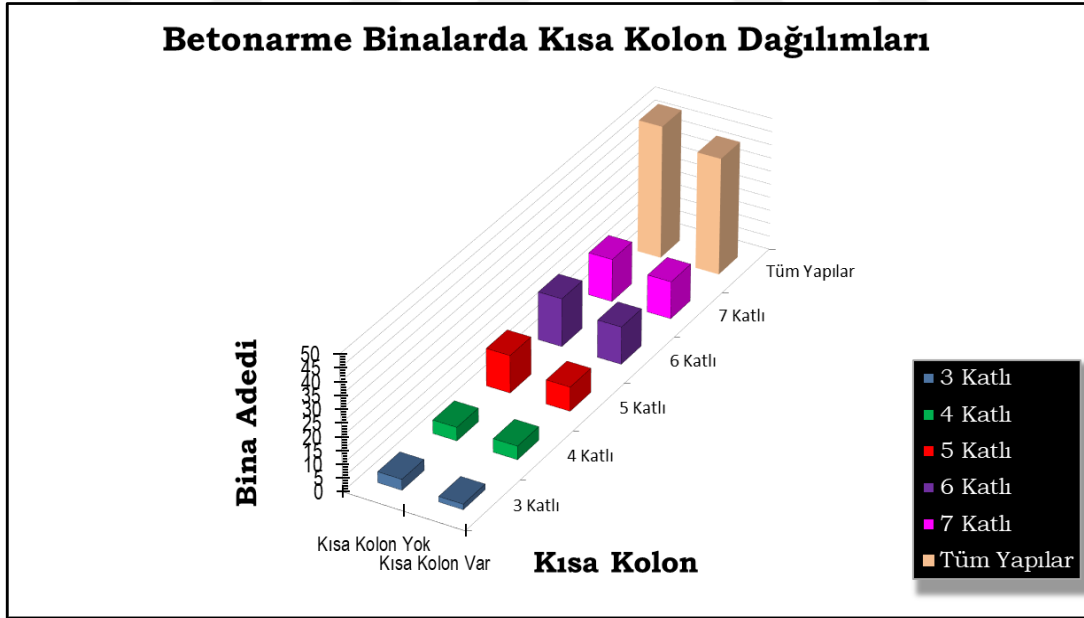
Şekil 3.11: İncelenen yapılarda planda düzensizlik dağılım grafiği.

Araştırma sürecinde yapıların planlarında düzensizlik durumu da incelenmiştir. Elde edilen verilere göre mevcut betonarme yapıların %25’inde planda düzensizlik olmadığı, %75’inde planda düzensizlik olduğu görülmüştür.

3.9. Kısa Kolon

Yapılarda kolon çevresindeki duvarların ya da dolguların kolon yüksekliğince sürekli olmaması kısa kolon oluşumuna sebep olmaktadır. Kısa kolon olması durumu etkili kolon boyunun kısılması ve kesme dayanımının düşmesi anlamına gelmektedir. Bu durumda tasarım aşamasında kolon için yapılan dayanım hesaplamaları, uygulama sırasında yapılan değişiklikler nedeniyle kısa kolon etkisi oluşması durumunda geçerliliğini kaybetmektedir. Kısa kolon etkisi oluşması durumunda yapıya etkiyecek yatay deprem kuvvetleri karşısında etkili kolon uzunluğu değeri azalmış olmakta, kolon üzerinde hesaplanandan yüksek kesme kuvveti etkisi oluşmakta ve yapıda zayıf nokta oluşmasına neden olmaktadır.

Yapılan bu çalışmada incelenen mevcut betonarme yapılarda kısa kolon olma durumu incelenmiştir. Elde edilen veriler Şekil 3.12’de gösterilmektedir.



Şekil 3.12: İncelenen yapılarda kısa kolon dağılım grafiği.

İnceleme sürecinde mevcut betonarme yapılarda kısa kolon etkisi olup olmama durumları incelenmiştir. İnceleme sonucunda yapıların %56’sında kısa kolon etkisi olmadığı, %44’ünde kısa kolon etkisi olduğu görülmektedir.

3.10. Yapı Nizamı

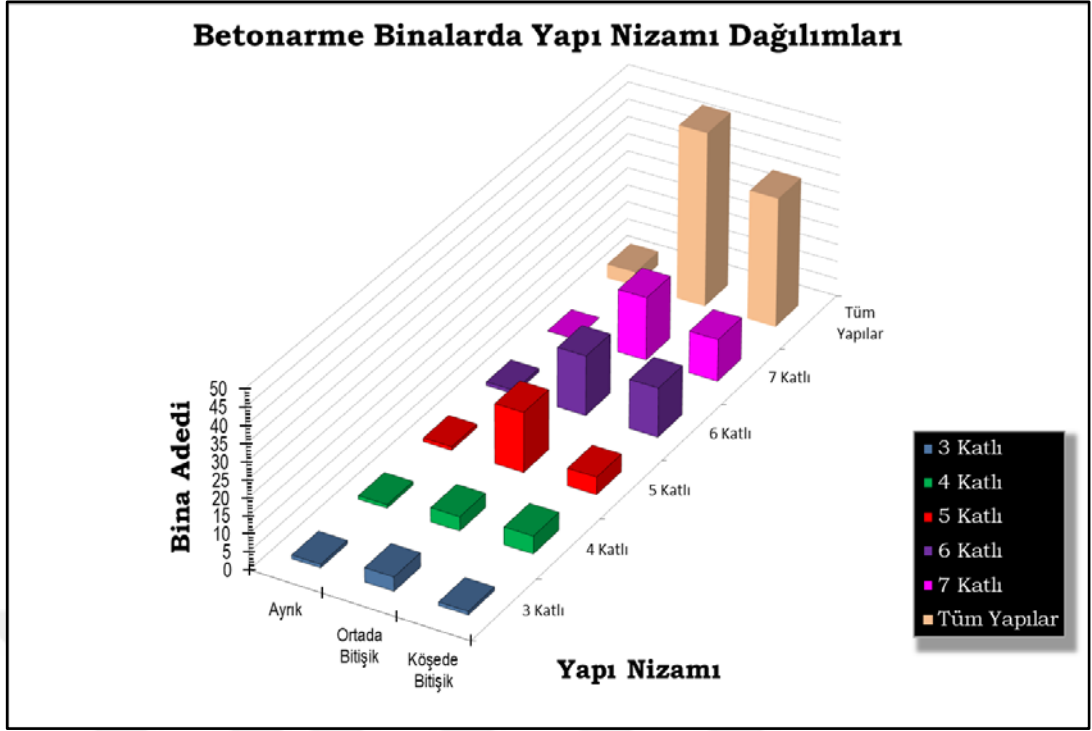
Yüksekliği, planı ve mimari yapısı farklı her yapı farklı titreşim periyodu değerine sahip olmaktadır. Farklı mimari yapıya ve titreşim periyoduna sahip olan yapılar deprem anında da farklı salınım hareketlerinde bulunmaktadır. Deprem anında salınım yapan yapıların bitişik olması veya iki yapı arasındaki mesafenin yeterli olmaması durumunda yapılar çarpışma ihtimaline sahip olmaktadır. Çarpışma durumunda yapılar zeminden gelen yatay deprem kuvvetleri haricinde çarpıştığı yapı ile temas ettiği noktada da yatay kuvvete maruz kalmaktadır.

Deprem riski açısından her yapı kendi içinde çeşitli hesaplamalar ile tasarlanırken yapılarda deprem anında çarpışma olma durumu ve bu durumun yaratacağı etki dışı etken olarak nitelenmekte ve tasarım aşamasında öngörülememektedir. Dünyada ve ülkemizde bu durumun görülme sebebi yapının oturduğu arsa alanından maksimum seviyede faydalanmaktır.

Bitişik yapılarda yapının ortada veya köşede bitişik olması ile komşu yapıyla kat seviyelerinin aynı/farklı olması durumu da önemli bir etkidir. Kat seviyelerinin aynı olması durumunda iki yapı için de yapısal elemanlara kuvvet uygulanması ve karşılanması durumu gerçekleşirken kat seviyelerinin farklı olması durumunda yapının döşemesi ile komşu yapının dolgu duvarının çarpışması sonucu farklı değerlerde kuvvet uygulanması nedeniyle ciddi hasar alma ihtimali yüksek olmaktadır. Yapıların ortada veya köşede olması durumu da önemli bir etkidir. Ortada bitişik yapılarda yapıya gelen kuvvet diğer bitişik yapıya aktarılabilirken köşede bitişik yapılarda gelen tüm kuvvet köşede olan yapıya etkiyerek daha fazla zarar görmesine neden olabilmektedir.

Deprem riski değerlendirilirken hızlı değerlendirme yöntemlerinde mevcut betonarme yapıların yapı nizamı ve kat seviyelerinin aynı/farklı olması durumu önemli bir etken olarak ele alınmaktadır.

Yapılan bu çalışmada mevcut betonarme yapıların nizamları da incelenmiştir. İnceleme sonucunda elde edilen verilere göre yapıların %4'ünün ayırık, %59'unun ortada bitişik, %37'sinin köşede bitişik olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen veriler Şekil 3.13'te gösterilmiştir.



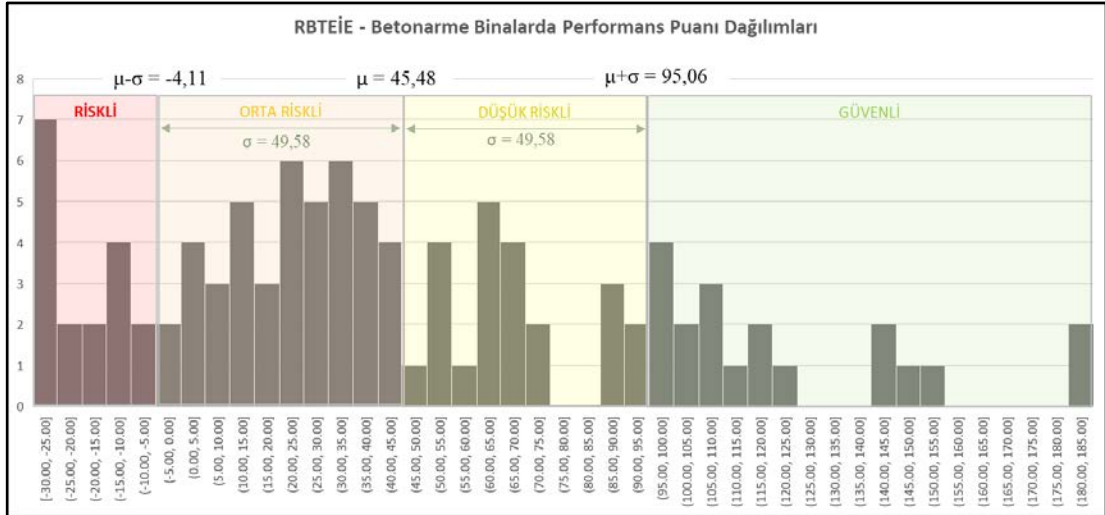
Şekil 3.13: İncelenen yapılarda yapı nizamı dağılım grafiği.

4. MEVCUT BETONARME YAPILARIN İNCELENMESİ

4.1. Sokak Taraması Yöntemleri ile Analiz ve Karşılaştırma

Çalışma kapsamında ilk aşamada 6306 sayılı kanun ile çıkarılmış Riskli Binaların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar'da (RYTEİE-2019) sunulmuş olan RYTEİE-2019 Sokak Taraması Yöntemi, Amerika'da Applied Technology Council (ATC) tarafından geliştirilen FEMA P-154 Sokak Taraması Yöntemi, Haluk Sucuoğlu ve Ufuk Yazgan tarafından geliştirilen Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 1 Yöntemi, (2003) ve Mehmet Nuray Aydınöğlu tarafından geliştirilen Aydınöğlu Yöntemi, (2003) ile değerlendirilen farklı yıllarda inşa edilmiş 100 adet mevcut betonarme yapının deprem risk durumları karşılaştırılmıştır.

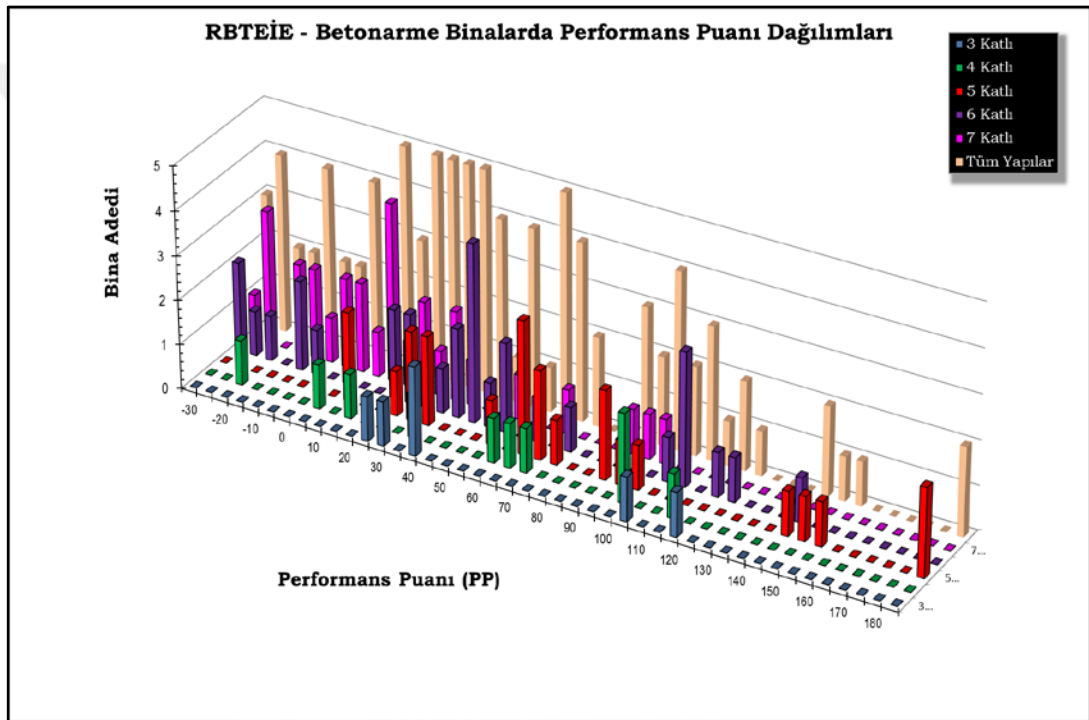
100 adet bina için elde edilen yapısal puanlar grafik halinde Şekil 4.1 'de sunulmuştur. RYTEİE-2019'da puanlamaya istinaden herhangi bir gruplandırma yapılmadığı için bu çalışmada karşılaştırma yapabilmek adına yapısal puanlar göz önüne alınarak istatistiksel bir çalışma yapılarak mevcut betonarme yapılar "Riskli", "Orta Riskli", "Düşük Riskli" ve "Güvenli" olarak sınıflandırılmıştır.



Şekil 4.1: İncelenen yapılarda RYTEİE-2019 performans puanı dağılım grafiği.

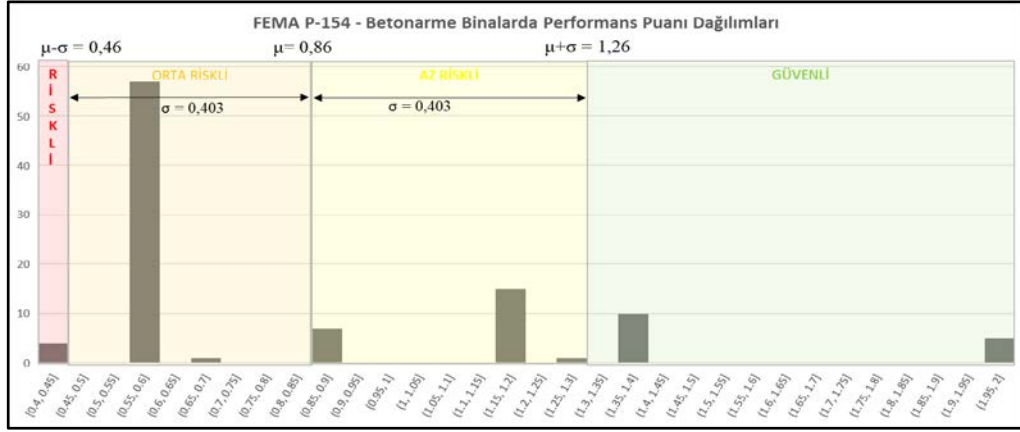
Yapılan istatistiksel çalışmada performans puanlarına ait ortalama ve standart sapma değerleri dikkate alınmıştır. Buna göre 17 adet "Riskli", 41 adet "Orta Riskli", 23 adet "Düşük Riskli", 19 adet "Güvenli" yapı tespit edilmiştir. Yapılan

değerlendirme sonucunda incelenen 3 katlı betonarme yapıların 3 adedi (%60) “Orta Riskli”, 2 adedi (%40) “Güvenli” olarak; 4 katlı yapıların 1 adedi (%10) “Riskli”, 3 adedi (%30) “Orta Riskli”, 3 adedi (%30) “Düşük Riskli”, 3 adedi (%30) “Güvenli” olarak; 5 katlı yapıların 7 adedi (%30) “Orta Riskli”, 10 adedi (%43) “Düşük Riskli”, 6 adedi (%26) “Güvenli” olarak; 6 katlı yapıların 7 adedi (%22) “Riskli”, 13 adedi (%41) “Orta Riskli”, 5 adedi (%15) “Düşük Riskli”, 7 adedi (%22) “Güvenli” olarak; 7 katlı yapıların 9 adedi (%30) “Riskli”, 15 adedi (%50) “Orta Riskli”, 5 adedi (%17) “Düşük Riskli”, 1 adedi (%3) “Güvenli” olarak tespit edilmiştir. Elde edilen veriler Şekil 4.2’de gösterilmektedir.



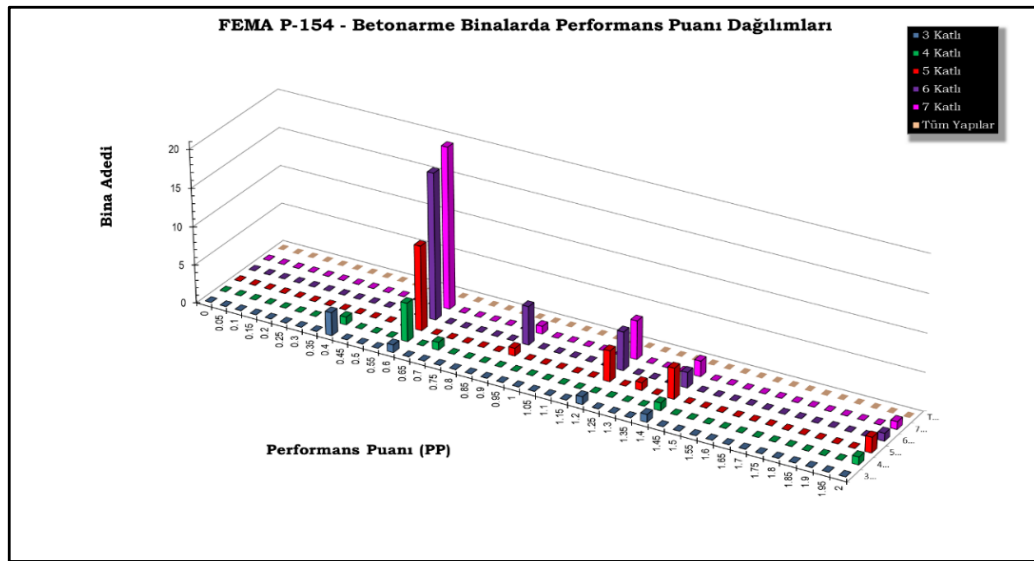
Şekil 4.2: İncelenen yapılarda RYTEİE-2019 kat bazında performans puanı dağılım grafiği.

Çalışmanın devamında 100 adet bina için bir diğer sokak taraması yöntemi olan FEMA P-154 ile elde edilen yapısal puanlar grafik halinde Şekil 4.3 ‘te sunulmuştur. Benzer şekilde bu yöntemde de puanlamaya istinaden herhangi bir gruplandırma yapılmadığı için bu çalışmada da karşılaştırma yapabilmek adına performans puanlarına ait ortalama ve standart sapma değerleri kullanılarak mevcut betonarme yapılar “Riskli”, “Orta Riskli”, “Düşük Riskli” ve “Güvenli” olarak sınıflandırılmıştır.



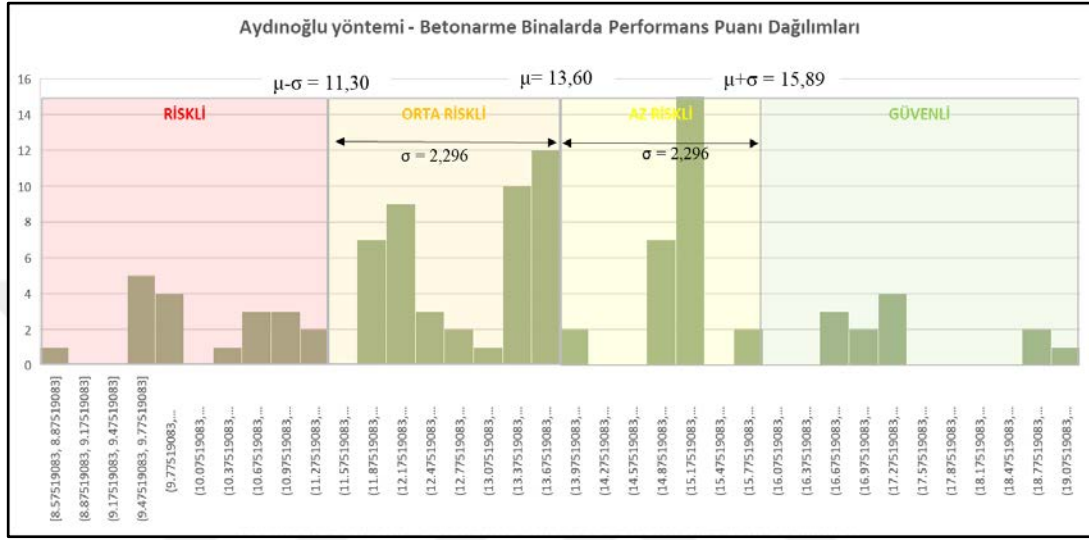
Şekil 4.3: İncelenen yapılarda FEMA P-154 performans puanı dağılım grafiği.

Bu çalışmaya göre 5 adet “Riskli”, 57 adet “Orta Riskli”, 22 adet “Düşük Riskli”, 16 adet “Güvenli” yapı tespit edilmiştir. Yapılan değerlendirme sonucunda incelenen 3 katlı betonarme yapıların 2 adedi (%40) “Riskli”, 1 adedi (%20) “Orta Riskli”, 1 adedi (%20) “Düşük Riskli”, 1 adedi (%20) “Güvenli” olarak; 4 katlı yapıların 2 adedi (%20) “Riskli”, 6 adedi (%60) “Orta Riskli”, 2 adedi (%20) “Güvenli” olarak; 5 katlı yapıların 11 adedi (%48) “Orta Riskli”, 5 adedi (%22) “Düşük Riskli”, 7 adedi (%30) “Güvenli” olarak; 6 katlı yapıların 19 adedi (%59) “Orta Riskli”, 10 adedi (%31) “Düşük Riskli”, 3 adedi (%10) “Güvenli” olarak; 7 katlı yapıların 21 adedi (%70) “Orta Riskli”, 6 adedi (%20) “Düşük Riskli”, 3 adedi (%10) “Güvenli” olarak tespit edilmiştir.



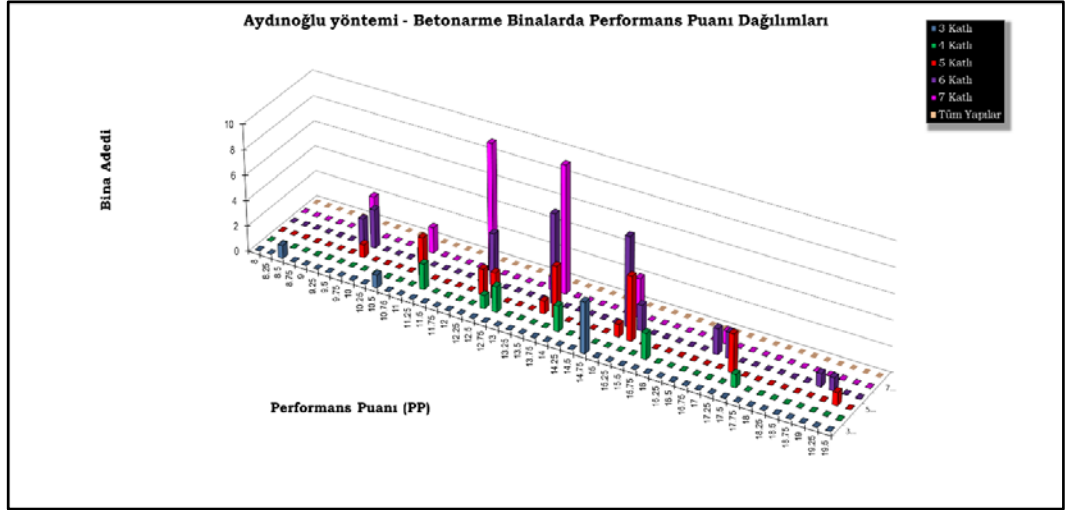
Şekil 4.4: İncelenen yapılarda FEMA P-154 kat bazında performans puanı dağılım grafiği.

Aydınöglü Yöntemi, (2003)'e göre elde edilen yapısal puanlar grafik halinde Şekil 4.5'te sunulmuştur. Performans puanlarına ait ortalama ve standart sapma değerleri benzer şekilde bu yöntemde de kullanılarak karşılaştırma yapabilmek adına mevcut betonarme yapılar "Riskli", "Orta Riskli", "Düşük Riskli" ve "Güvenli" olarak sınıflandırılmıştır.



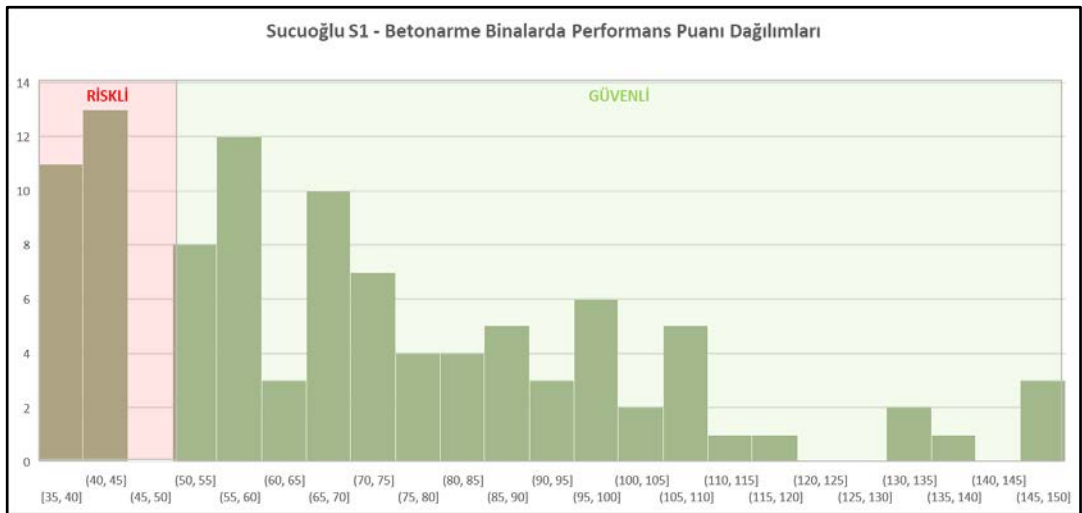
Şekil 4.5: İncelenen yapılarda Aydınöglü yöntemi performans puanı dağılım grafiği.

Bu çalışmaya göre 17 adet "Riskli", 33 adet "Orta Riskli", 38 adet "Düşük Riskli", 12 adet "Güvenli" yapı tespit edilmiştir. Yapılan değerlendirme sonucunda incelenen 3 katlı betonarme yapıların 1 adedi (%20) "Riskli", 4 adedi (%80) "Düşük Riskli" olarak; 4 katlı yapıların 5 adedi (%50) "Orta Riskli", 4 adedi (%40) "Düşük Riskli", 1 adedi (%10) "Güvenli" olarak; 5 katlı yapıların 4 adedi (%17) "Riskli", 4 adedi (%17) "Orta Riskli", 11 adedi (%48) "Düşük Riskli", 4 adedi (%17) "Güvenli" olarak; 6 katlı yapıların 6 adedi (%19) "Riskli", 4 adedi (%12) "Orta Riskli", 16 adedi (%50) "Düşük Riskli", 4 adedi (%19) "Güvenli" olarak; 7 katlı yapıların 5 adedi (%17) "Riskli", 21 adedi (%70) "Orta Riskli", 3 adedi (%10) "Düşük Riskli", 1 adedi (%3) "Güvenli" olarak tespit edilmiştir. Elde edilen veriler Şekil 4.6 'da gösterilmektedir.



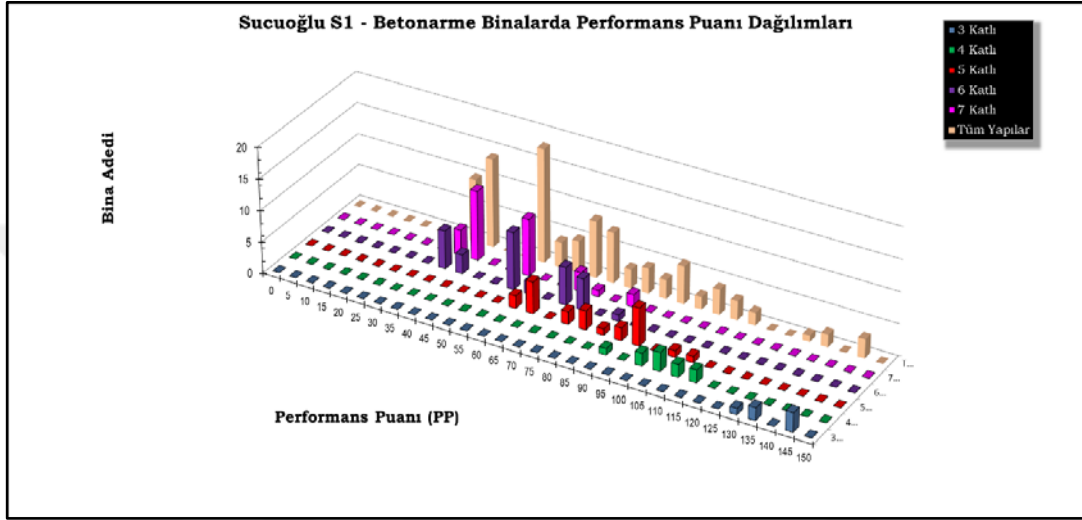
Şekil 4.6: İncelenen yapılarda Aydınöğlü yöntemi kat bazında performans puanı dağılım grafiği.

Sokak taraması yöntemleri ile yapılan incelemelerin son aşamasında 100 adet bina için bir diğer sokak taraması yöntemi olan Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 1 Yöntemi, (2003) ile elde edilen yapısal puanlar grafik halinde Şekil 4.7 'de sunulmuştur. İncelemede baz alınan diğer sokak taraması yöntemlerinden farklı olarak bu yöntemde yapıların iki farklı sınır durum için performans puanlarına ait değerler sunulmuştur. Performans puanı 50'nin altında olan yapılar "Riskli", 50 ve üzerinde olan yapılar "Güvenli" olarak nitelendirilmektedir.



Şekil 4.7: İncelenen yapılarda Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 1 yöntemi performans puanı dağılım grafiği.

Bu çalışmaya göre 24 adet “Riskli”, 76 adet “Güvenli” yapı tespit edilmiştir. Yapılan değerlendirme sonucunda incelenen 3 katlı betonarme yapıların tamamı “Güvenli” olarak; 4 katlı yapıların tamamı “Güvenli” olarak; 5 katlı yapıların tamamı “Güvenli” olarak; 6 katlı yapıların 9 adedi (%28) “Riskli”, 23 adedi (%72) “Güvenli” olarak; 7 katlı yapıların 15 adedi (%50) “Riskli”, 15 adedi (%50) “Güvenli” olarak tespit edilmiştir. Elde edilen veriler Şekil 4.8 ’de gösterilmektedir.



Şekil 4.8: İncelenen yapılarda Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 1 yöntemi kat bazında performans puanı dağılım grafiği.

Çalışma kapsamında elde edilen verilere göre RYTEİE-2019 sokak taraması yöntemi sonuçlarına bakıldığında “Riskli” olarak nitelendirilen hiçbir yapı RYTEİE detaylı değerlendirme yönteminde “Güvenli” olarak nitelendirilmemiştir. Çalışma sonucunda sokak taraması yöntemleri ile deprem riski değerlendirmesi yapılan ve “Güvenli” olarak nitelendirilen yapılar RYTEİE-2019 detaylı değerlendirme yöntemi ile incelendiğinde “Riskli” olarak tespit edilebilmiştir. Bu durumda sokak taraması yöntemleri ile yapılan deprem riski değerlendirmelerinde “Riskli” olarak nitelendirilen yapıların deprem riski taşıdığı, “Güvenli” olarak nitelendirilen yapıların ise detaylı değerlendirmeye tabi tutulması gerekliliği fikri desteklenmektedir.

RYTEİE-2019 sokak taraması yöntemi ile yapılan deprem riski değerlendirmesinde bir adet “Güvenli” çıkan yapının RYTEİE-2019 detaylı değerlendirme yönteminde “Riskli” olarak nitelendirildiği görülmüştür. Bu durum detaylı incelendiğinde mevcut betonarme yapının yapısal sistemi içerisinde perde taşıyıcı sistem elemanları barındırdığı tespit edilmiştir. RYTEİE-2019 sokak taraması

yöntemine göre yapısal sistemi çerçeve ve perde sistem olduğu için mevcut betonarme yapının değerlendirme aşamasında yapısal sistemi sebebiyle artı yapı puanı aldığı görülmüştür. Perde kolonların yapısal sistem içerisinde bulunmasının deprem riski açısından statik olarak yapı dayanımını arttırdığı bilinmektedir. Fakat yapılan detaylı değerlendirmede yapı riskli çıkmıştır. RYTEİE-2019 sokak taraması yöntemine dönülerek yapısal sistem puanı etkisi ortadan kaldırıldığında yapı “Riskli” olarak nitelendirilmektedir.

Elde edilen bu sonuçla birlikte eski yapılarda mühendislik hizmeti alınmamış olabileceğinin veyahut yapı inşa aşamasında kontrollerin yapılmamış olabileceğinin göz önüne alınmamış olmasının bu yapıda deprem riski tespitinin hatalı yapılmasına neden olduğu tespit edilmiştir. Görsel inceleme ile tespit edilmesi güç olan bir parametrenin yapı puanı üzerindeki büyük etkisi değerlendirme sonuçlarının hatalı elde edilmesine neden olabilmektedir.

Çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar irdelendiğinde Aydınoglu Yöntemi, (2003) diğer sokak taraması ve detaylı değerlendirme yöntemleri ile kıyaslandığında tutarlı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. RYTEİE-2019 sokak taraması yöntemi ile Aydınoglu Yöntemi, (2003) kıyaslandığında RYTEİE-2019 sokak taraması yönteminin daha az vakit harcanarak uygulanabildiği görülmüştür. Aydınoglu Yöntemi, (2003) RYTEİE-2019 detaylı değerlendirme yöntemi ile yakın sonuçlar vermiştir.

Yapılan bu çalışmada incelenen FEMA P-154 sokak taraması yönteminde ülkemizde bulunan mevcut betonarme yapılarla ilgili puanlama yapılabilen az sayıda parametre bulunmaktadır. FEMA P-154 sokak taraması yöntemi birçok yapısal parametreyi incelese de bu parametrelerin veya olumsuzlukların sadece mevcut olup olmamasını değerlendirmekte ve mevcut olması halinde Seviye 2 değerlendirmesine yönlendirmektedir. Bu durumda puanlanan mevcut parametreler değerlendirme aşamasında yetersiz kalmakta ve puanlama aşamasında bir puan aralığında yığılmaya neden olmaktadır. Bu durumda incelemenin sağlıklı yapılabilmesi için Seviye 2 değerlendirmesinin yapılması zorunluluğu oluşmaktadır. İkinci bir değerlendirmenin yapılması vakit ve emek gerektireceğinden, ayrıca detaylı risk değerlendirmesi ile tutarlı sonuçlar veren daha pratik yöntemler bulunduğundan FEMA P-154 yönteminin ülkemizde bulunan mevcut betonarme yapıların deprem riski değerlendirmesinde kullanışlı bir yöntem olmadığı tespit edilmiştir.

Yapılan bu çalışmada kullanılan diğer bir yöntem olan Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 1 Yöntemi, (2003) kapsamında dikkate alınan parametrelerin RYTEİE-2019 sokak taraması yöntemi ile benzerlik gösterdiği gözlenmiştir. Aydınoglu Yöntemi, (2003)'nin değerlendirmede dikkate aldığı parametreler de benzer olmasına karşın hesap adımlarının değerlendirme sürecini uzattığı gözlenmiştir. Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 1 Yöntemi, (2003) ise RYTEİE-2019 gibi yapı taban puanı ve olumsuzluk puanları tayin ederek yapı puanı belirlemektedir. İnceleme aşamalarının benzer olduğu saptanırken Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 1 Yöntemi'nin mevcut betonarme yapıların deprem riski değerlendirmesinde belirlediği "Riskli" ve "Güvenli" sınıflandırmasının yetersiz olduğu düşünülmektedir. Bu durumda "Riskli" yapı oranı az "Güvenli" yapı oranı fazla olmakta ve "Güvenli" olarak nitelendirilen yapıların detaylı değerlendirmeye tabi tutulması gerektiği için de bu durum genel deprem riski değerlendirmesinde vakit ve emek kazancı sağlamamaktadır.

RYTEİE-2019 sokak taraması yönteminin diğer sokak taraması yöntemleri içerisinde geliştirilen en yeni yöntem olduğu ve RYTEİE-2019 sokak taraması yönteminin geliştirilmesi aşamasında daha önceki yıllarda geliştirilen yöntemlerden faydalandığı bilinmektedir. Bu çalışma kapsamında, geliştirilen yöntemlerin kullanımı sırasında karşılaşılan olumsuzluklar ve eksiklikler dikkate alınarak bu eksikliklerin azaltılması ve yöntemlerin standartlaştırılması için geliştirilen RYTEİE-2019 sokak taraması yönteminin güvenli bir deprem riski değerlendirmesi yöntemi olduğu kanısına varılmıştır.

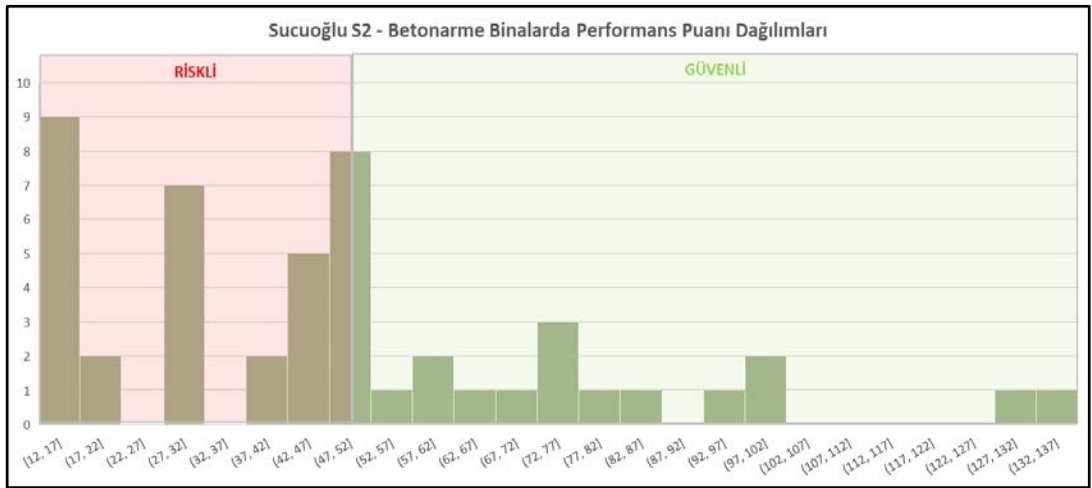
Sokak yöntemleri ile yapılan değerlendirme sonucunda RYTEİE-2019 yöntemi ile yapılan değerlendirmede yapısal risk dağılımlarının diğer yöntemlere göre daha homojen olduğu gözlenmiştir. Bu yöntemin risk değerlendirmesi yaparken daha detaylı veri topladığı ve hasar skorlarını daha uygun şekilde verdiği düşünülmektedir. Bu durumun aksine FEMA P-154 yönteminde binaların performans puanları dağılımında yığılma olduğu gözlenmiştir. Bu yöntemin yapı içindeki düzensizliklerden ziyade yapısal sisteme odaklandığı görülmüştür. Ülkemiz yapılarının yapısal sistemi çoğunlukla aynı olduğundan ve bu çalışma da mevcut yapılara yönelik gerçekleştirildiğinden FEMA P-154 yöntemi genellikle yapısal skorları yakın vermekte ve buna bağlı olarak yapısal puanlarda yığılmaya sebep olmaktadır. Diğer yöntemlerde riskli olarak sonuç alınan yapılar için Sucuoğlu ve Yakut yöntemi çoğunlukla güvenli sonuç vermiştir. Aydınoglu yöntemi genel olarak güvenilir sonuçlar vermekle birlikte diğer yöntemlerle az da olsa sapmalar

görülmesinin nedeninin yapısal düzensizlik katsayılarının sonucu yeteri kadar değiştirmemesi olarak düşünülmektedir. Sucuoğlu yönteminin diğer yöntemlere kıyasla farklı sonuç vermesinin sebebinin olumsuzluk puanlarının yetersiz olması ve sınır puanının düşük olması olduğu düşünülmektedir.

4.2. Birinci Derece Değerlendirme Yöntemleri ile Analiz ve Karşılaştırma

Çalışmanın ikinci aşamasında yerel yönetimden elde edilen yapı bilgileri içerisinde birinci derece değerlendirme için yeterli bilgi sahibi olunan 50 adet mevcut betonarme yapı Sucuoğlu ve Yazgan tarafından geliştirilen Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 2, (2003) birinci derece hızlı değerlendirme yöntemi ve Ahmet Yakut tarafından geliştirilen Yakut, (2004) birinci derece hızlı değerlendirme yöntemi ile incelenmiştir.

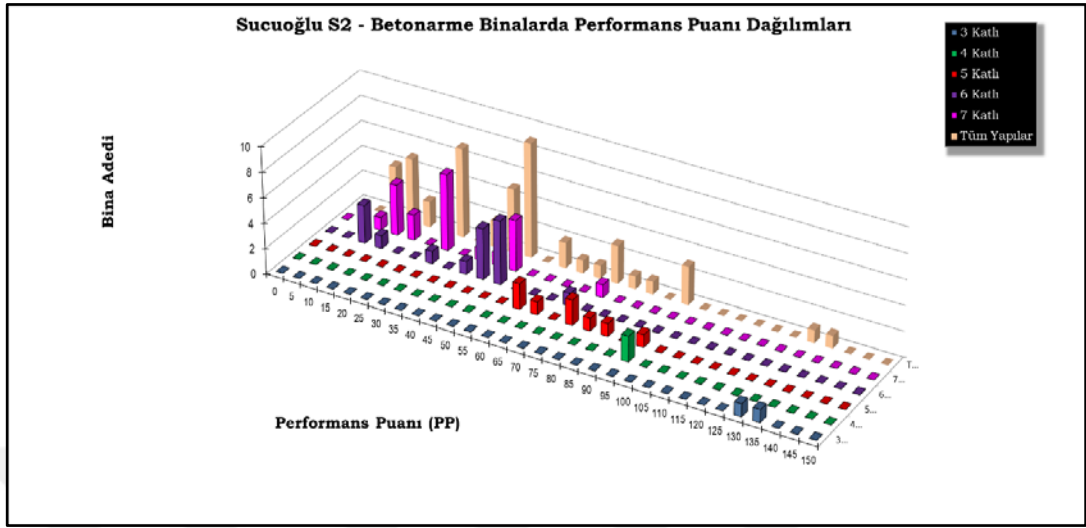
Çalışmanın bu aşamasında kullanılan Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 2, (2003) yöntemi ile incelenen mevcut betonarme yapılar yöntemde belirtildiği üzere puanı 50 değerinin altında olanlar “Riskli”, 50 ve üzeri olanlar “Güvenli olarak nitelendirilmiştir. Elde edilen veriler Şekil 4.9 ‘da gösterilmektedir.



Şekil 4.9: İncelenen yapılarda Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 2 yöntemi performans puanı dağılım grafiği.

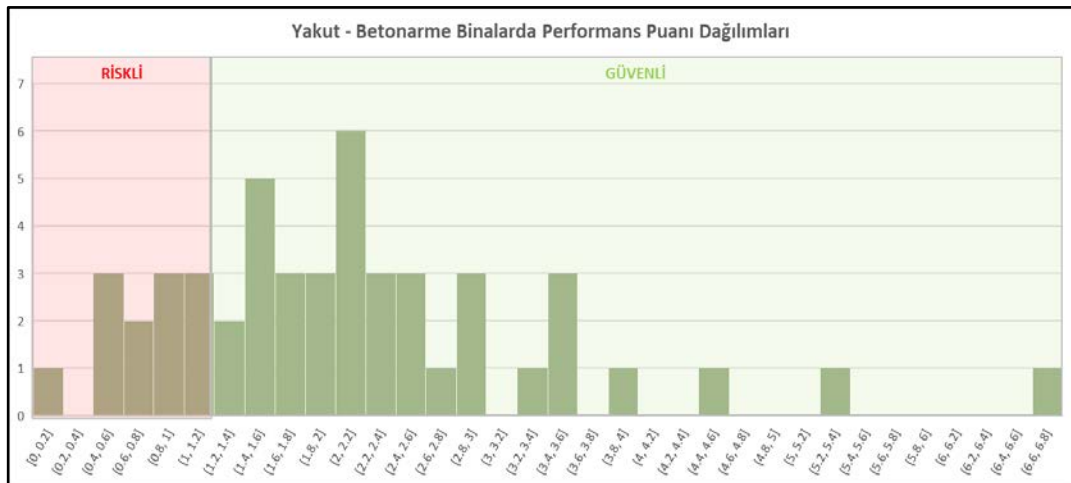
Bu çalışmaya göre 26 adet “Riskli”, 24 adet “Güvenli” yapı tespit edilmiştir. Yapılan değerlendirme sonucunda incelenen 3 katlı betonarme yapıların tamamı “Güvenli” olarak; 4 katlı yapıların tamamı “Güvenli” olarak; 5 katlı yapıların tamamı “Güvenli” olarak; 6 katlı yapıların 10 adedi (%63) “Riskli”, 6 adedi (%37) “Güvenli”

olarak; 7 katlı yapıların 15 adedi (%75) “Riskli”, 5 adedi (%25) “Güvenli” olarak tespit edilmiştir. Elde edilen veriler Şekil 4.10 'da gösterilmektedir.



Şekil 4.10: İncelenen yapılarda Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 1 yöntemi kat bazında performans puanı dağılım grafiği.

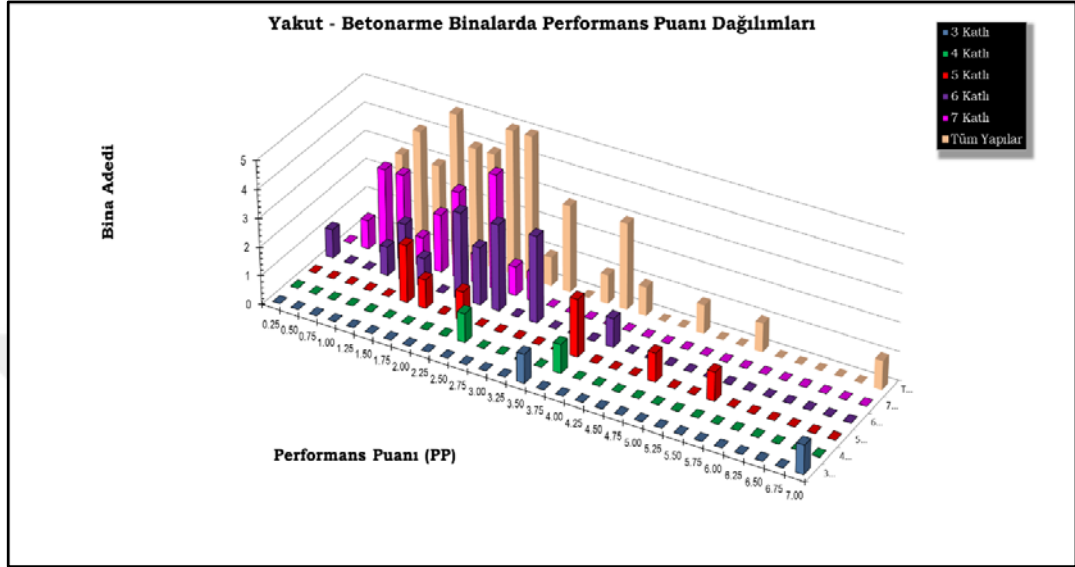
Çalışmanın bu aşamasında kullanılan Yakut Yöntemi, (2004) yöntemi ile incelenen mevcut betonarme yapılar yöntemde belirtildiği üzere puanı 1,2 değerinin altında olanlar “Riskli”, 1,2 ve üzeri olanlar “Güvenli olarak nitelendirilmiştir. Elde edilen veriler Şekil 4.11 'de gösterilmektedir.



Şekil 4.11: İncelenen yapılarda Yakut yöntemi performans puanı dağılım grafiği.

Bu çalışmaya göre 12 adet “Riskli”, 38 adet “Güvenli” yapı tespit edilmiştir. Yapılan değerlendirme sonucunda incelenen 3 katlı betonarme yapıların tamamı

“Güvenli” olarak; 4 katlı yapıların tamamı “Güvenli” olarak; 5 katlı yapıların tamamı “Güvenli” olarak; 6 katlı yapıların 3 adedi (%19) “Riskli”, 13 adedi (%81) “Güvenli” olarak; 7 katlı yapıların 8 adedi (%40) “Riskli”, 12 adedi (%60) “Güvenli” olarak tespit edilmiştir. Elde edilen veriler Şekil 4.12’de gösterilmektedir.



Şekil 4.12: İncelenen yapılarda Yakut yöntemi kat bazında performans puanı dağılım grafiği.

Yapılan bu çalışma kapsamında incelenen Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 2, (2003) yöntemi ile yapılan deprem riski değerlendirmelerinden ve diğer yöntemlerden elde edilen sonuçlar kıyaslandığında Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 1, (2003) yöntemine ek olarak dikkate alınan parametrelerin değerlendirme aşamasında olumlu sonuç verdiği görülmüştür. Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 2, (2003) yönteminde Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 1, (2003) yöntemine göre incelemede hesaba katılan planda düzensizlik, çerçeve süreksizliği ve güçlü yön dayanım indeksi parametrelerinin değerlendirme için önemli ve yöntemin sokak taraması aşamasına göre sonuç güvenilirliğini arttırdığı gözlenmiştir. Bu durumda deprem riski değerlendirmesi için hesaba katılan ek parametrelerin yöntemin deprem riskini doğru tespit etme oranını arttırdığı tespit edilmiştir. Fakat Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 2, (2003) yöntemi birinci derece değerlendirme yöntemi olmasına karşın bazı sokak taraması yöntemlerine göre deprem riskini doğru tespit edebilme oranı düşük kalmıştır. Bu durumun nedeninin mevcut yapıların deprem riski değerlendirmesinde Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 1, (2003) ve Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 2, (2003) yöntemlerinde ortak olarak hesaba katılan

olumsuzluk parametre puanlarının düşük olması olduğu kanısına varılmıştır. Bu parametrelere örnek olarak bina görsel kalitesi olumsuzluk parametresi için RYTEİE-2019 azami puan olarak “-60” vermekte iken Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 1, (2003) ve Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 2, (2003) yöntemleri azmi olarak “-15” puan vermektedir. Deprem riski değerlendirmesinde Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 1, (2003) ve Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 2, (2003) yöntemleri değerlendirmelerinde doğruluk oranının yeterli olmamasının sebebi olarak olumsuzluk parametre puanlarının düşük olması kanısına varılmasının bir diğer sebebi ise bu iki yöntemde yapı taban puanı RYTEİE-2019 yöntemine göre daha düşük değerlere sahip iken değerlendirmelerin devamında yapı puanına etkiyen olumsuzluk parametre puanlarının sonucu değiştirmesidir.

Bu çalışma içerisinde birinci derece değerlendirme yöntemlerinden birisi olan Yakut Yöntemi, (2004) ile yapılan değerlendirme sonucunda “Güvenli” yapı oranının yüksek olduğu, sokak taraması, birinci derece değerlendirme ve detaylı değerlendirme yöntemlerinden elde edilen sonuçlar ile kıyaslandığında doğruluk oranının düşük olduğu görülmüştür. Yakut Yöntemi, (2004) ile yapılan değerlendirmede yapısal malzeme özellikleri, yapısal eleman boyutları ve yapı olumsuzluk parametreleri dikkate alınmaktadır. Yakut Yöntemi’nin deprem riski değerlendirmesi konusunda güvenilir ve detaylı bir inceleme yapmakta olduğu fakat yapı bütünlüğü ve olumsuzluk parametreleri konusuna yeterince değinmediği düşünülmektedir. Geliştirilmiş sokak taraması ve detaylı değerlendirme yöntemleri dikkate alındığında yapı olumsuzluk parametrelerinin deprem riski oluşumunda önemli etkenler olduğu görülmektedir. Örneğin yapı nizamı olumsuzluk parametresi diğer yöntemlerde dikkate alınırken Yakut Yöntemi’nde dikkate alınmamaktadır. Bu olumsuzluk parametresi yapı elemanları ve yapısal sistem ile değerlendirilemez iken deprem riskini arttıran bir parametre olarak kabul görmektedir. Yakut Yöntemi, (2004) ile diğer yöntemler ile kıyaslandığında bu yöntemin daha detaylı hazırlık ve hesaplamalar üzerine geliştirildiği görülmektedir. Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 2, (2003) yöntemi ile kıyaslandığında Yakut Yöntemi’nin sonuçlarının daha az doğruluk oranına sahip olduğu görülmüştür. Bu durumun temel sebebi olarak Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 2, (2003) yönteminin yapı olumsuzluk parametreleri daha fazla dikkate alması olduğu düşünülmektedir.

Yapılan bu çalışmada elde edilen verilere göre deprem riski değerlendirmesi konusunda birinci derece değerlendirme yöntemleri ve sokak taraması yöntemleri kıyaslandığında geliştirilen sokak taraması yöntemlerinin birinci derece değerlendirme

yöntemlerinden daha güvenilir sonuçlar verebildiği görülmüştür. Yakın zamanda geliştirilen sokak taraması yöntemlerinin daha önceden geliştirilen birinci derece değerlendirme yöntemleri ve sokak taraması yöntemlerinin üzerinde çalışılarak geliştirildiği bilinmektedir. Ayrıca birinci derece değerlendirme yöntemlerinin bina içerisinde inceleme ve yapı üzerinde deneysel çalışmalar gerektirmesi ve bu durumun vakit ve emek gerektirdiği de göz önüne alındığında, güncel sokak taraması yöntemlerinin deprem riskini tespit etme konusunda daha hızlı ve pratik olduğu düşünülmektedir. Bu durumda mevcut yapıların deprem riskinin tespit edilmesi için RYTEİE-2019 sokak taraması yönteminin eksikliklerinin tespit edilerek yöntemin geliştirilmesinin daha yararlı olacağı kanısına varılmıştır. Bu nedenle ileriki çalışmalarda günümüzde üzerinde çalışılmakta olan RYTEİE-2021 sokak taraması yöntemi dikkate alınarak incelemeler yapılmasının uygun olacağı düşünülmektedir.

Birinci derece değerlendirme yöntemleri ile yapılan analizler sonucunda Sucuoğlu ve Yazgan yönteminde Yakut yöntemine kıyasla bina stokundaki riskli yapı oranının daha fazla olduğu gözlenmiştir. Yakut yöntemi birinci derece değerlendirme yöntemleri arasında başarılı hesaplar yaparken inceleme aşamasında mevcut yapılardan istenen özelliklerin tespiti uğraştırıcı ve vakit alıcıdır. Yakut yöntemi sonucunda değerlendirilen yapı puanlarına göre yapıların Riskli/Güvenli çıkma durumunda güvenli tarafta yığılma olmasının nedeninin yöntemde göz önüne alınan sınır puanının düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.3. İkinci Derece Değerlendirme Yöntemleri ile Analiz ve Karşılaştırma

Çalışmanın son bölümünde sokak taraması ve birinci derece değerlendirme yöntemlerinden elde edilen sonuçların doğruluğunun irdelenebilmesi için inceleme yapılan mevcut betonarme yapı stokunun içinden seçilen 6 adet yapının deprem risk durumu RYTEİE-2019 bünyesinde bulunan detaylı değerlendirme yöntemi ile analiz edilmiştir. Bu çalışma ile elde edilen sonuçlarla sokak taraması ve birinci derece değerlendirme yöntemleri kullanılarak elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

RYTEİE-2019 detaylı değerlendirme yöntemi ile yapılan inceleme aşamaları Bölüm 2.3 'te anlatıldığı şekilde uygulanmıştır. İnceleme için öncelikle yapıların RYTEİE-2019'da belirtildiği gibi bina kullanım amacı belirlenerek hesaplamalarda dikkate alınacak deprem yer hareketi düzeyi "DD-2" olarak belirlenmiştir.

Çalışma devamında hesaplamalarda kullanılacak zemin sınıfı, yerel yönetim tarafından daha önce bölgede yapılan çalışmalar değerlendirilerek “ZB” olarak belirlenmiştir. Deprem analizi için kullanılacak olan deprem etkileri bölüm 2.3’te anlatılan şekilde elde edilen yatay ivme spektrumu ve deprem yer hareketi düzeyi ile belirlenmektedir.

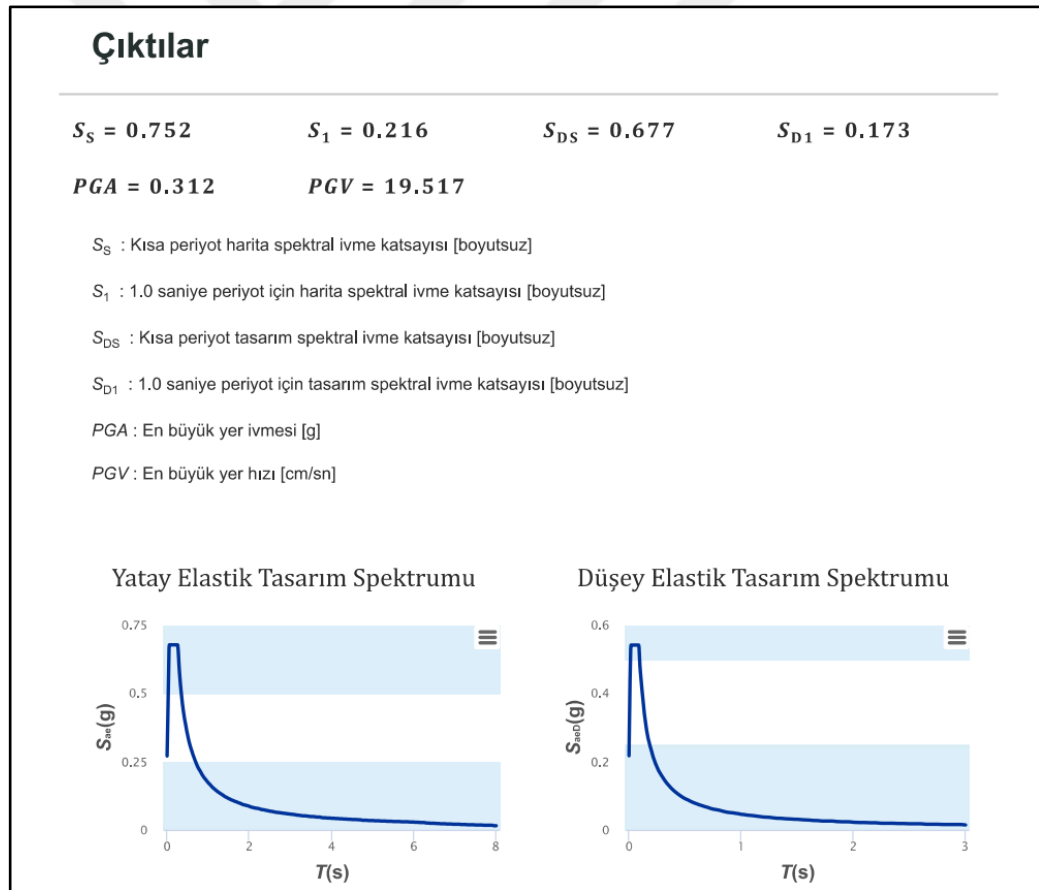
Yatay ivme spektrumunun elde edilebilmesi AFAD tarafından kullanıma sunulan Türkiye Deprem Tehlike Haritaları kullanılmıştır. Veri girişi için yapının konumu, RYTEİE-2019 ile belirlenen deprem yer hareketi düzeyi ve yerel yöntemlerin yaptığı çalışmalardan elde edilen zemin sınıfı kullanılmıştır. Yapılan veri girişleri Şekil 4.13 ve Şekil 4.14’te gösterilmektedir. Türkiye Deprem Tehlike Haritaları’ndan elde edilen ivme katsayıları, en büyük yer hızı ve en büyük yer ivmesi Şekil 4.15’te gösterilmektedir.

Kullanıcı Girdileri		
Rapor Başlığı:	8725-18	
Deprem Yer Hareketi Düzeyi:	DD-2	50 yılda aşılma olasılığı %10 (tekrarlanma periyodu 475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi
Yerel Zemin Sınıfı	ZB	Az ayrılmış, orta sağlam kayalar
Enlem:	41.086228°	
Boylam	29.003443°	

Şekil 4.13: RYTEİE-2019 detaylı değerlendirme TDTH veri girişi.



Şekil 4.14: RYTEİE-2019 detaylı değerlendirme TDTH yapı konumu.



Şekil 4.15: RYTEİE-2019 detaylı değerlendirme TDTH çıktıları.

Detaylı deprem risk değerlendirmesi yapılacak olan yapılarda yapısal sistem ile ilgili bilgi toplama çalışması yapılmıştır. Yerel yönetimlerden elde edilen yapı

projeleri ile RYTEİE-2019 kapsamında belirtilen inceleme standartlarına göre mevcut yapı durumu karşılaştırılmış, mevcut yapıda farklılık olma durumuna göre ise bilgi düzeyi katsayısı, mevcut donatı ve beton dayanımı tespit edilmiştir (Şekil 4.16).

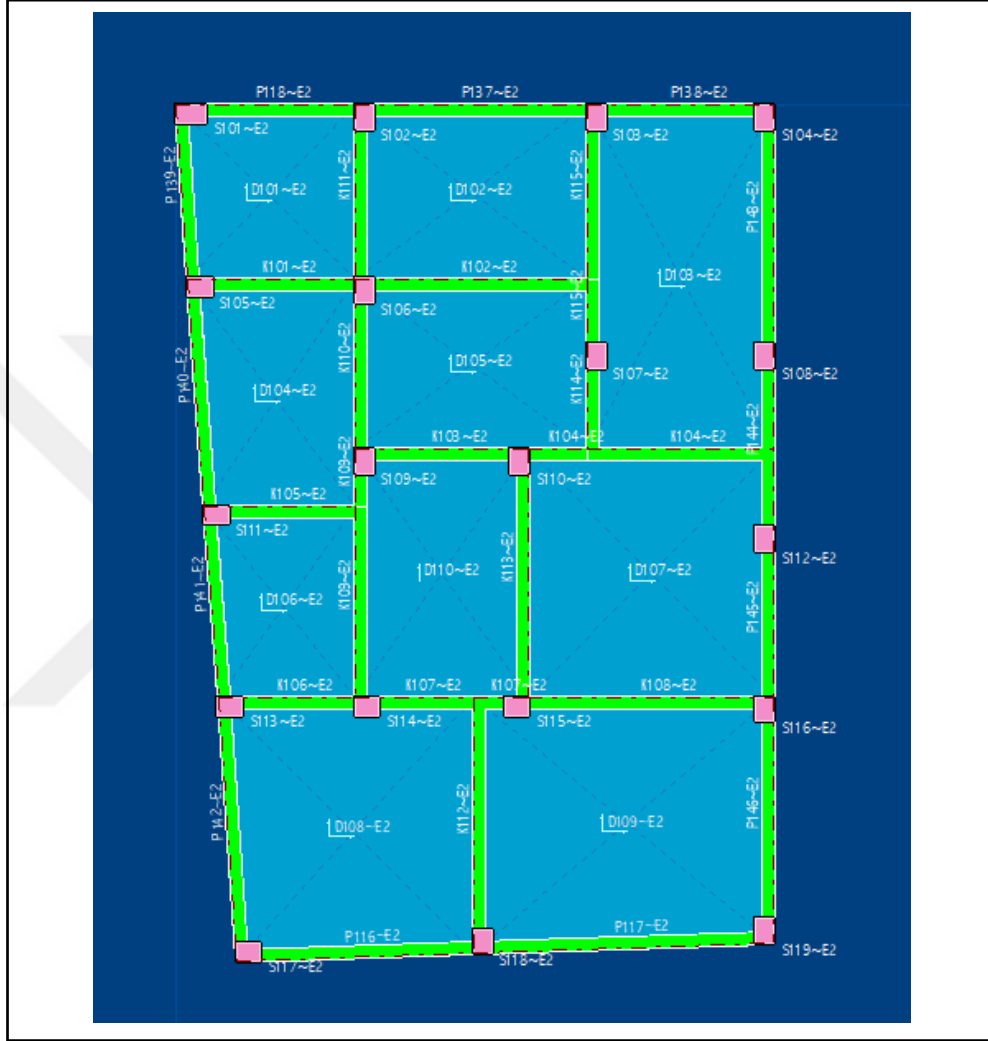
Şekil 4.16: RYTEİE-2019 detaylı değerlendirme veri girişi 1.

Yerinde yapılan incelemeler ile elde edilen yapı bilgileri ile RYTEİE-2019 detaylı değerlendirme yönteminin yönergeleri izlenerek yapı modellemesi ve deprem risk analizi yapılmıştır. Öncelikle elde edilen yapı malzemesi dayanımları ile malzeme tanımlamaları yapılmaktadır (Şekil 4.17).

Şekil 4.17: RYTEİE-2019 detaylı değerlendirme veri girişi 2.

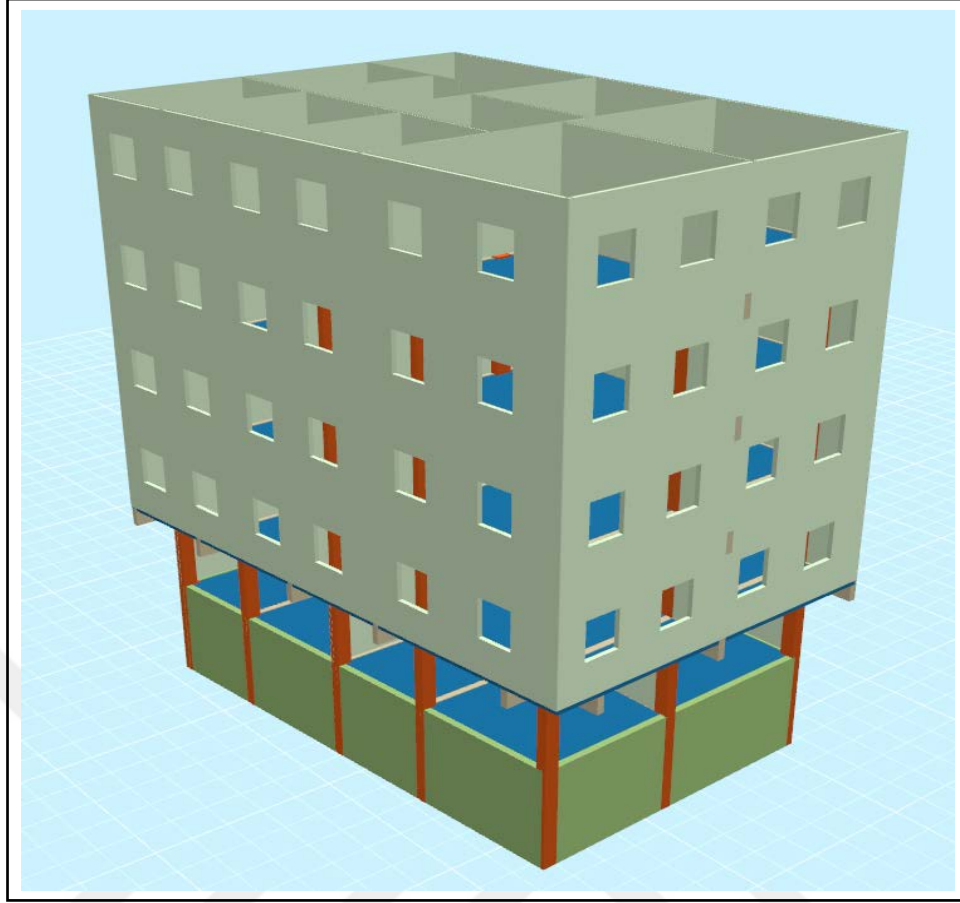
Çalışmanın devamında mevcut yapı projeleri ve yerinde yapılan inceleme sonucu elde edilen veriler ile sonlu elemanlar metodu kullanılarak yapı modellemesi

yapılmaktadır. Modellemede kolonlar ve kirişler çubuk eleman olarak tasarlanmıştır. Eleman birleşimleri rijit kabul edilmiştir. Döşemeler kabuk sonlu eleman ve rijit diyafram olarak modellenerek kolon ve kirişlere yük aktarımı rijit olarak tasarlanmıştır.



Şekil 4.18: RYTEİE-2019 detaylı değerlendirme yapı modellemesi 1.

Mevcut yapı modellemesi yapılırken tespit edilen malzeme dayanımları ve yapı elemanlarının özellikleri ile bodrum katlar, kritik kat ve normal katlar belirlenmiş olup modelleme yapılırken bodrum kat, kritik kat modellenmiştir. Normal katlar kat yükseklikleri dikkate alınarak kritik kat yapı kat sayısı kadar kopyalanmıştır. Yapı modellemesi yapılırken yapı elemanlarının kütleleri katlara TS 498'e göre dağıtılmıştır.



Şekil 4.19: RYTEİE-2019 detaylı değerlendirme yapı modellemesi 2.

Bu çalışmada seçilen 6 adet mevcut betonarme yapının deprem riskini tespit edebilmek için doğrusal elastik hesap ve mod birleştirme yöntemi ile analiz yapabilen Sta4cad yazılımı kullanılmıştır. (Şekil 4.19). RYTEİE-2019'a göre yapılan deprem risk analizine göre elde edilen sonuçlardan bir tanesi Şekil 4.20'de gösterilmektedir.

YAPI GENEL RİSK DURUMU	
Kat	Kat Risk durumu
1	Kat Riskli çıkmıştır ✗
2	Kat Riskli çıkmıştır ✗
3	Kat Riskli çıkmıştır ✗
4	Kat Riskli çıkmıştır ✗
5	Kat Risksiz çıkmıştır ✓
6	Kat Risksiz çıkmıştır ✓
7	Kat Risksiz çıkmıştır ✓

YAPI RİSKLİ ÇIKMIŞTIR ✗

KOLON-KIRIS DENGELENMİS PLASTİK KAPASİTEYE GÖRE KOLON KESME KUVVETİ RBTY2019-ek D
RBTY2019 kolon deprem kesme kuvveti
/ClipboardPicture/ 360/ 4464/ 11/

Şekil 4.20: RYTEİE-2019 detaylı değerlendirme veri çıktıları.

5. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

İnceleme konusu mevcut betonarme yapılar İstanbul'un nüfus ve yapı olarak yoğun bölgelerinden birisi olan ve yapıların yapısal özellikleri çeşitlilik gösteren Kağıthane ilçesinden seçilmiştir. Yapı kat adetleri ve yapısal sistem türleri ilçeye bağlı mahallelerde de homojen dağılım göstermekte olup, bina stoku içinden seçilen toplam 100 adet betonarme yapı hızlı değerlendirme yöntemlerinden sokak taraması yöntemi olan RBTEİE-2019, FEMA P-154, Sucuoğlu Aşama 1 Yöntemi (2003) ve Aydınoğlu Yöntemi (2004) ile incelenmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında projeleri ve malzeme bilgileri temin edilebilen 50 adet yapı birinci derece değerlendirme yöntemlerinden Sucuoğlu Aşama 2 Yöntemi (2003) ve Yakut Yöntemi (2004) ile değerlendirilmiştir. Son aşamada ise bina stokunda yer alan 6 adet yapı RYTEİE-2019 Detaylı Değerlendirme Yöntemi ile incelenmiştir.

Yapılan bu çalışma kapsamında mevcut betonarme binaların deprem performanslarını belirlemek için öncelikle 4 adet sokak taraması yöntemi kullanılmış ve elde edilen sonuçlar aşağıda değerlendirilmiştir:

- RYTEİE-2019 sokak taraması yöntemi sonuçlarına bakıldığında “Riskli” olarak nitelendirilen hiçbir yapı RYTEİE detaylı değerlendirme yönteminde “Güvenli” olarak nitelendirilmemiş, “Güvenli” olarak nitelendirilen yapılar RYTEİE-2019 detaylı değerlendirme yöntemi ile incelendiğinde “Riskli” olarak tespit edilebilmiştir. Bu durumda sokak taraması yöntemleri ile yapılan deprem riski değerlendirmelerinde “Riskli” olarak nitelendirilen yapıların deprem riski taşıdığı, “Güvenli” olarak nitelendirilen yapıların ise detaylı değerlendirmeye tabi tutulması gerekliliği fikri desteklenmektedir.
- RYTEİE-2019 sokak taraması yöntemi ile yapılan deprem riski değerlendirmesinde bir adet “Güvenli” çıkan yapının RYTEİE-2019 detaylı değerlendirme yönteminde “Riskli” olarak nitelendirildiği görülmüştür. Bu durum detaylı incelendiğinde mevcut betonarme yapının yapısal sistemi içerisinde perde taşıyıcı sistem elemanları barındırdığı ve RYTEİE-2019 sokak taraması yöntemine göre yapısal sistemi çerçeve ve perde sistem olduğu için mevcut betonarme yapının değerlendirme aşamasında yapısal sistemi sebebiyle artı yapı puanı aldığı görülmüştür. Elde edilen bu sonuçla birlikte eski yapılarda

mühendislik hizmeti alınmamış olabileceğinin veyahut yapı inşa aşamasında kontrollerin yapılmamış olabileceğinin göz önüne alınmamış olmasının bu yapıda deprem riski tespitinin hatalı yapılmasına neden olduğu tespit edilmiştir. Görsel inceleme ile tespit edilmesi güç olan bir parametrenin yapı puanı üzerindeki büyük etkisi değerlendirme sonuçlarının hatalı elde edilmesine neden olabilmektedir.

- Aydınöğlu Yönteminin, (2003) diğer sokak taraması ve detaylı değerlendirme yöntemleri ile kıyaslandığında tutarlı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. RYTEİE-2019 sokak taraması yöntemi ile Aydınöğlu Yöntemi, (2003) kıyaslandığında RYTEİE-2019 sokak taraması yönteminin daha az vakit harcanarak uygulanabildiği görölmüştür.
- FEMA P-154 sokak taraması yönteminin yapı içindeki düzensizliklerden ziyade yapısal sisteme odaklandığı görölmüştür ayrıca bu yöntemde ölkemizde bulunan mevcut betonarme yapılarla ilgili puanlama yapılabilen az sayıda parametre bulunmaktadır. Ölkemiz yapılarının yapısal sistemi çoğunlukla aynı olduğundan ve bu çalışma da mevcut yapılara yönelik gerçekleştirildiğinden FEMA P-154 yöntemi genellikle yapısal skorları yakın vermekte ve buna bağlı olarak yapısal puanlarda yığılmaya sebep olmaktadır. FEMA P-154 yöntemi birçok yapısal parametreyi incelese de bu parametrelerin veya olumsuzlukların sadece mevcut olup olmasını değerlendirmekte ve mevcut olması halinde Seviye 2 değerlendirmesine yönlendirmektedir. İkinci bir değerlendirmenin yapılması vakit ve emek gerektireceğinden, ayrıca detaylı risk değerlendirmesi ile tutarlı sonuçlar veren daha pratik yöntemler bulunduğundan FEMA P-154 yönteminin ölkemizde bulunan mevcut betonarme yapıların deprem riski değerlendirmesinde kullanışlı bir yöntem olmadığı tespit edilmiştir.
- Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 1 Yönteminin, (2003) RYTEİE-2019 ile inceleme aşamalarının benzer olduğu saptanırken Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 1 Yöntemi'nin mevcut betonarme yapıların deprem riski değerlendirmesinde belirlediği "Riskli" ve "Güvenli" sınıflandırmasının yetersiz olduğu düşünölmektedir. Bu durumda "Riskli" yapı oranı az "Güvenli" yapı oranı fazla olmakta ve "Güvenli" olarak nitelendirilen yapıların detaylı değerlendirmeye tabi tutulması gerektiği için de bu durum genel deprem riski değerlendirmesinde vakit ve emek kazancı sağlamamaktadır.

- Sokak tarama yöntemleri ile yapılan değerlendirme sonucunda RYTEİE-2019 yöntemi ile yapılan değerlendirmede yapısal risk dağılımlarının diğer yöntemlere göre daha homojen olduğu gözlenmiştir. Bu yöntemin risk değerlendirmesi yaparken daha detaylı veri topladığı ve hasar skorlarını daha uygun şekilde verdiği düşünülmektedir. Bu durumun aksine FEMA P-154 yönteminde binaların performans puanları dağılımında yığılma olduğu gözlenmiştir.
- Diğer yöntemlerde riskli olarak sonuç alınan yapılar için Sucuoğlu ve Yazgan yöntemi çoğunlukla güvenli sonuç vermiştir. Aydınoglu yöntemi genel olarak güvenilir sonuçlar vermekle birlikte diğer yöntemlerle az da olsa sapmalar görülmesinin nedeninin yapısal düzensizlik katsayılarının sonucu yeteri kadar değiştirmemesi olarak düşünülmektedir. Sucuoğlu yönteminin diğer yöntemlere kıyasla farklı sonuç vermesinin sebebinin olumsuzluk puanlarının yetersiz olması ve sınır puanının düşük olması olduğu düşünülmektedir.
- Yapılan çalışma sonucunda 100 adet betonarme yapı için sokak taraması yöntemleri ile elde edilen deprem riski değerleri Tablo 5.1’de gösterilmiştir.

Tablo 5.1: Sokak taraması yöntemleri ile elde edilen deprem riski değerleri.

ADA	PARSEL	RYTEİE-2019 SOKAK TARAMASI YÖNTEMİ	RİSK YÜZDEKİLERİ	FEMA P-154	AYDINOĞLU YÖNTEMİ, (2003)	SUCUOĞLU VE YAZGAN AŞAMA 1 YÖNTEMİ, (2003)
8724	1	Düşük Riskli	67.26%	Düşük Riskli	Güvenli	GÜVENLİ
8724	2	Düşük Riskli	39.46%	Düşük Riskli	Düşük Riskli	GÜVENLİ
8724	3	Güvenli	35.21%	Orta Riskli	Orta Riskli	GÜVENLİ
8724	4	Güvenli	76.23%	Düşük Riskli	Düşük Riskli	GÜVENLİ
8724	5	Düşük Riskli	21.13%	Orta Riskli	Düşük Riskli	GÜVENLİ
8724	6	Orta Riskli	6.10%	Riskli	Düşük Riskli	GÜVENLİ
8724	7	Düşük Riskli	16.43%	Orta Riskli	Düşük Riskli	GÜVENLİ
8724	8	Orta Riskli	38.12%	Orta Riskli	Güvenli	GÜVENLİ
8724	9	Düşük Riskli	49.33%	Düşük Riskli	Orta Riskli	GÜVENLİ
8724	10	Orta Riskli	42.60%	Düşük Riskli	Orta Riskli	GÜVENLİ
8724	11	Düşük Riskli	18.78%	Orta Riskli	Orta Riskli	GÜVENLİ
8725	3	Riskli	12.56%	Orta Riskli	Riskli	RİSKLİ
8725	8	Orta Riskli	32.74%	Orta Riskli	Orta Riskli	RİSKLİ
8725	9	Orta Riskli	32.74%	Orta Riskli	Orta Riskli	RİSKLİ
8725	10	Orta Riskli	23.94%	Riskli	Riskli	GÜVENLİ
8725	12	Güvenli	70.85%	Orta Riskli	Düşük Riskli	GÜVENLİ
8725	13	Düşük Riskli	59.64%	Orta Riskli	Düşük Riskli	GÜVENLİ
8725	14	Düşük Riskli	57.40%	Orta Riskli	Düşük Riskli	GÜVENLİ
8725	15	Orta Riskli	38.25%	Orta Riskli	Orta Riskli	RİSKLİ
8725	16	Orta Riskli	35.87%	Orta Riskli	Orta Riskli	GÜVENLİ
8725	18	Düşük Riskli	50.67%	Orta Riskli	Güvenli	GÜVENLİ
8725	19	Güvenli	79.82%	Güvenli	Güvenli	GÜVENLİ
8725	20	Düşük Riskli	66.37%	Güvenli	Orta Riskli	RİSKLİ
8725	21	Riskli	14.56%	Orta Riskli	Riskli	RİSKLİ
8725	22	Güvenli	31.00%	Orta Riskli	Riskli	GÜVENLİ
8740	1	Orta Riskli	34.98%	Orta Riskli	Orta Riskli	GÜVENLİ
8740	2	Orta Riskli	46.19%	Düşük Riskli	Düşük Riskli	GÜVENLİ
8740	3	Orta Riskli	37.22%	Orta Riskli	Düşük Riskli	GÜVENLİ
8740	4	Riskli	21.52%	Orta Riskli	Riskli	RİSKLİ
8740	5	Riskli	21.52%	Orta Riskli	Riskli	RİSKLİ
8740	6	Riskli	23.77%	Orta Riskli	Orta Riskli	RİSKLİ
8740	7	Orta Riskli	28.25%	Orta Riskli	Düşük Riskli	RİSKLİ
8817	1	Riskli	17.94%	Orta Riskli	Orta Riskli	RİSKLİ
8817	2	Orta Riskli	46.19%	Düşük Riskli	Düşük Riskli	GÜVENLİ
8817	3	Orta Riskli	46.19%	Düşük Riskli	Düşük Riskli	GÜVENLİ
8817	4	Orta Riskli	32.74%	Düşük Riskli	Orta Riskli	RİSKLİ
8817	5	Orta Riskli	32.74%	Düşük Riskli	Orta Riskli	RİSKLİ
8817	6	Orta Riskli	46.19%	Düşük Riskli	Düşük Riskli	GÜVENLİ
8817	7	Riskli	13.45%	Düşük Riskli	Riskli	RİSKLİ
9515	1	Orta Riskli	13.45%	Düşük Riskli	Düşük Riskli	GÜVENLİ
9515	2	Güvenli	91.93%	Güvenli	Güvenli	GÜVENLİ
9515	3	Orta Riskli	34.57%	Güvenli	Düşük Riskli	GÜVENLİ
9515	4	Düşük Riskli	49.33%	Güvenli	Düşük Riskli	GÜVENLİ
9515	5	Orta Riskli	34.57%	Riskli	Düşük Riskli	GÜVENLİ
9515	6	Orta Riskli	34.57%	Riskli	Düşük Riskli	GÜVENLİ
9515	7	Düşük Riskli	51.57%	Güvenli	Güvenli	GÜVENLİ
9515	8	Orta Riskli	35.87%	Orta Riskli	Düşük Riskli	GÜVENLİ
9515	9	Güvenli	73.99%	Orta Riskli	Güvenli	GÜVENLİ
9515	10	Güvenli	79.82%	Orta Riskli	Güvenli	GÜVENLİ
9515	11	Güvenli	55.16%	Orta Riskli	Düşük Riskli	GÜVENLİ
9516	1	Güvenli	80.72%	Düşük Riskli	Güvenli	GÜVENLİ
9516	2	Güvenli	42.25%	Güvenli	Orta Riskli	GÜVENLİ
9516	5	Orta Riskli	33.63%	Orta Riskli	Orta Riskli	GÜVENLİ
9516	6	Güvenli	93.27%	Güvenli	Düşük Riskli	GÜVENLİ
9516	7	Orta Riskli	38.97%	Güvenli	Düşük Riskli	GÜVENLİ
9516	8	Orta Riskli	43.95%	Düşük Riskli	Düşük Riskli	GÜVENLİ
9516	9	Güvenli	31.00%	Düşük Riskli	Düşük Riskli	GÜVENLİ
9516	10	Güvenli	73.99%	Güvenli	Düşük Riskli	GÜVENLİ
9529	1	Riskli	14.08%	Riskli	Orta Riskli	GÜVENLİ
9529	2	Orta Riskli	24.66%	Orta Riskli	Orta Riskli	GÜVENLİ
9529	3	Orta Riskli	33.63%	Orta Riskli	Orta Riskli	GÜVENLİ
9529	4	Orta Riskli	26.01%	Orta Riskli	Riskli	GÜVENLİ
9529	5	Riskli	20.18%	Orta Riskli	Riskli	GÜVENLİ
9529	6	Orta Riskli	24.66%	Orta Riskli	Orta Riskli	GÜVENLİ
9529	8	Düşük Riskli	41.70%	Güvenli	Düşük Riskli	GÜVENLİ
9529	9	Güvenli	71.75%	Düşük Riskli	Düşük Riskli	GÜVENLİ
9532	1	Riskli	14.80%	Orta Riskli	Riskli	RİSKLİ
9532	2	Düşük Riskli	50.67%	Orta Riskli	Riskli	RİSKLİ
9532	3	Düşük Riskli	39.46%	Güvenli	Düşük Riskli	GÜVENLİ
9532	4	Düşük Riskli	50.67%	Orta Riskli	Riskli	RİSKLİ
9532	5	Orta Riskli	23.77%	Orta Riskli	Riskli	GÜVENLİ
9532	6	Orta Riskli	23.77%	Orta Riskli	Riskli	GÜVENLİ
9532	7	Orta Riskli	39.46%	Güvenli	Orta Riskli	GÜVENLİ
9532	8	Düşük Riskli	39.46%	Orta Riskli	Düşük Riskli	GÜVENLİ
9532	9	Düşük Riskli	43.95%	Orta Riskli	Düşük Riskli	GÜVENLİ
9532	10	Düşük Riskli	48.43%	Orta Riskli	Düşük Riskli	GÜVENLİ
9532	11	Riskli	17.04%	Orta Riskli	Orta Riskli	RİSKLİ
9531	1	Riskli	23.77%	Orta Riskli	Orta Riskli	RİSKLİ
9531	2	Riskli	14.80%	Orta Riskli	Orta Riskli	RİSKLİ
9531	3	Düşük Riskli	41.70%	Düşük Riskli	Düşük Riskli	GÜVENLİ
9531	4	Riskli	19.28%	Düşük Riskli	Orta Riskli	RİSKLİ
9531	5	Riskli	14.80%	Orta Riskli	Orta Riskli	RİSKLİ
9531	6	Orta Riskli	26.01%	Orta Riskli	Düşük Riskli	GÜVENLİ
9531	7	Orta Riskli	21.52%	Orta Riskli	Orta Riskli	GÜVENLİ
9531	8	Güvenli	91.03%	Güvenli	Düşük Riskli	GÜVENLİ
9531	10	Riskli	21.52%	Orta Riskli	Riskli	RİSKLİ
9531	12	Orta Riskli	28.25%	Orta Riskli	Orta Riskli	RİSKLİ
9531	20	Orta Riskli	14.80%	Orta Riskli	Orta Riskli	GÜVENLİ
9531	15	Orta Riskli	41.70%	Orta Riskli	Orta Riskli	GÜVENLİ
9531	17	Orta Riskli	41.70%	Orta Riskli	Düşük Riskli	GÜVENLİ
9531	18	Düşük Riskli	34.98%	Orta Riskli	Orta Riskli	GÜVENLİ
9531	19	Güvenli	36.62%	Orta Riskli	Orta Riskli	GÜVENLİ
9531	11	Riskli	12.56%	Orta Riskli	Riskli	RİSKLİ
9539	1	Orta Riskli	40.36%	Orta Riskli	Düşük Riskli	GÜVENLİ
9539	2	Düşük Riskli	53.81%	Düşük Riskli	Güvenli	GÜVENLİ
9539	3	Güvenli	73.99%	Düşük Riskli	Düşük Riskli	GÜVENLİ
9539	4	Orta Riskli	42.60%	Güvenli	Güvenli	GÜVENLİ
9539	5	Orta Riskli	35.87%	Güvenli	Orta Riskli	GÜVENLİ
9539	6	Düşük Riskli	30.00%	Orta Riskli	Orta Riskli	GÜVENLİ
9539	7	Orta Riskli	44.50%	Orta Riskli	Güvenli	GÜVENLİ

Çalışmanın ikinci aşamasında RBTEİE-2019 Sokak Taraması Yöntemi'ne göre istatistiksel olarak risk durumları belirlenen yapıların kat sayılarına göre elde ettikleri performans puanları normalize edilerek tekrar değerlendirilmiştir. Bu noktada yapılan çalışma sonucunda kat bazında maksimum ve minimum performans puanları hesaplanarak tüm yapı stokuna ait normalize ortalama performans puanı %29,85 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen ortalama performans puanlarının bir önceki istatistiksel çalışmayla konfirme edilmesi amacıyla risk grupları tekrar oluşturulmuş ve birinci derece hızlı değerlendirme yöntemleri için hangi yapıların öncelikle değerlendirilmesi gerektiği bulgularına ulaşılmaya çalışılmıştır. Bu noktada riskli ve güvenli olarak belirlenmiş olan yapı gruplarından projesi yerel yönetimlerden temin edilebilen yapılar birinci derece değerlendirme yönteminde ele alınmıştır.

Çalışmanın üçüncü aşamasında 2 adet birinci derece hızlı değerlendirme yöntemi ve 1 adet ikinci derece hızlı değerlendirme yöntemi kullanılmış ve elde edilen sonuçlar aşağıda değerlendirilmiştir:

- Birinci derece değerlendirme yöntemleri ile yapılan analizler sonucunda Sucuoğlu ve Yazgan yönteminde Yakut yöntemine kıyasla bina stokundaki riskli yapı oranının daha fazla olduğu gözlenmiştir. Yakut yöntemi birinci derece değerlendirme yöntemleri arasında başarılı hesaplar yaparken inceleme aşamasında mevcut yapılardan istenen özelliklerin tespiti uğraştırıcı ve vakit alıcıdır. Yakut yöntemi sonucunda değerlendirilen yapı puanlarına göre yapıların Riskli/Güvenli çıkma durumunda güvenli tarafta yığılma olmasının nedeninin yöntemde göz önüne alınan sınır puanının düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.
- Birinci derece değerlendirme yöntemleri ve sokak taraması yöntemleri kıyaslandığında geliştirilen sokak taraması yöntemlerinin birinci derece değerlendirme yöntemlerinden daha güvenilir sonuçlar verebildiği görülmüştür. Ayrıca birinci derece değerlendirme yöntemlerinin bina içerisinde inceleme ve yapı üzerinde deneysel çalışmalar gerektirmesi ve bu durumun vakit ve emek gerektirdiği de göz önüne alındığında, güncel sokak taraması yöntemlerinin deprem riskini doğru tespit etme konusunda daha hızlı ve pratik olduğu düşünülmektedir. İleriki çalışmalarda günümüzde üzerinde çalışılmakta olan RYTEİE-2021 sokak taraması yöntemi dikkate alınarak incelemeler yapılmasının uygun olacağı düşünülmektedir. Sokak taraması ve birinci derece değerlendirme yöntemleri ile elde edilen veriler Tablo 5.2'de gösterilmektedir.

Tablo 5.2: Sokak taraması yöntemleri ve birinci derece değerlendirme yöntemleri ile elde edilen deprem riski değerleri.

ADA	PARSEL	RYTEİE-2019 SOKAK TARAMASI YÖNTEMİ	RİSK YÜZDELİKLERİ	FEMAP-154	AYDINOĞLU YÖNTEMİ, (2003)	SUCUOĞLU VE YAZGAN AŞAMA 1 YÖNTEMİ, (2003)	SUCUOĞLU VE YAZGAN AŞAMA 2 YÖNTEMİ, (2003)	YAKUT YÖNTEMİ, (2004)
8724	1	Düşük Riskli	67.26%	Düşük Riskli	Güvenli	GÜVENLİ	GÜVENLİ	GÜVENLİ
8724	2	Düşük Riskli	39.46%	Düşük Riskli	Düşük Riskli	GÜVENLİ	GÜVENLİ	GÜVENLİ
8724	3	Güvenli	35.21%	Orta Riskli	Orta Riskli	GÜVENLİ	GÜVENLİ	GÜVENLİ
8724	4	Güvenli	76.23%	Düşük Riskli	Düşük Riskli	GÜVENLİ	GÜVENLİ	GÜVENLİ
8724	8	Orta Riskli	38.12%	Orta Riskli	Güvenli	GÜVENLİ	RİSKLİ	RİSKLİ
8725	3	Riskli	12.56%	Orta Riskli	Riskli	RİSKLİ	RİSKLİ	GÜVENLİ
8725	9	Orta Riskli	32.74%	Orta Riskli	Orta Riskli	RİSKLİ	RİSKLİ	GÜVENLİ
8725	12	Güvenli	70.85%	Orta Riskli	Düşük Riskli	GÜVENLİ	GÜVENLİ	RİSKLİ
8725	13	Düşük Riskli	59.64%	Orta Riskli	Düşük Riskli	GÜVENLİ	GÜVENLİ	GÜVENLİ
8725	14	Düşük Riskli	57.40%	Orta Riskli	Düşük Riskli	GÜVENLİ	GÜVENLİ	RİSKLİ
8725	16	Orta Riskli	35.87%	Orta Riskli	Orta Riskli	GÜVENLİ	RİSKLİ	GÜVENLİ
8725	18	Düşük Riskli	50.67%	Orta Riskli	Güvenli	GÜVENLİ	GÜVENLİ	GÜVENLİ
8725	19	Güvenli	79.82%	Güvenli	Güvenli	GÜVENLİ	GÜVENLİ	GÜVENLİ
8725	22	Güvenli	31.00%	Orta Riskli	Riskli	GÜVENLİ	GÜVENLİ	GÜVENLİ
8740	3	Orta Riskli	37.22%	Orta Riskli	Düşük Riskli	GÜVENLİ	RİSKLİ	GÜVENLİ
8740	4	Riskli	21.52%	Orta Riskli	Riskli	RİSKLİ	RİSKLİ	GÜVENLİ
8740	5	Riskli	21.52%	Orta Riskli	Riskli	RİSKLİ	RİSKLİ	RİSKLİ
8740	7	Orta Riskli	28.25%	Orta Riskli	Düşük Riskli	RİSKLİ	RİSKLİ	GÜVENLİ
8817	1	Riskli	17.94%	Orta Riskli	Orta Riskli	RİSKLİ	RİSKLİ	GÜVENLİ
8817	4	Orta Riskli	32.74%	Düşük Riskli	Orta Riskli	RİSKLİ	RİSKLİ	GÜVENLİ
8817	5	Orta Riskli	32.74%	Düşük Riskli	Orta Riskli	RİSKLİ	RİSKLİ	RİSKLİ
8817	7	Riskli	13.45%	Düşük Riskli	Riskli	RİSKLİ	RİSKLİ	GÜVENLİ
9515	2	Güvenli	91.93%	Güvenli	Güvenli	GÜVENLİ	GÜVENLİ	GÜVENLİ
9515	4	Düşük Riskli	49.33%	Güvenli	Düşük Riskli	GÜVENLİ	GÜVENLİ	GÜVENLİ
9515	9	Güvenli	73.99%	Orta Riskli	Güvenli	GÜVENLİ	GÜVENLİ	GÜVENLİ
9515	10	Güvenli	79.82%	Orta Riskli	Güvenli	GÜVENLİ	GÜVENLİ	GÜVENLİ
9516	1	Güvenli	80.72%	Düşük Riskli	Güvenli	GÜVENLİ	GÜVENLİ	RİSKLİ
9516	2	Güvenli	42.25%	Güvenli	Orta Riskli	GÜVENLİ	GÜVENLİ	GÜVENLİ
9516	6	Güvenli	93.27%	Güvenli	Düşük Riskli	GÜVENLİ	GÜVENLİ	GÜVENLİ
9516	9	Güvenli	31.00%	Düşük Riskli	Düşük Riskli	GÜVENLİ	GÜVENLİ	GÜVENLİ
9516	10	Güvenli	73.99%	Güvenli	Düşük Riskli	GÜVENLİ	GÜVENLİ	GÜVENLİ
9529	2	Orta Riskli	24.66%	Orta Riskli	Orta Riskli	GÜVENLİ	GÜVENLİ	GÜVENLİ
9529	3	Orta Riskli	33.63%	Orta Riskli	Orta Riskli	GÜVENLİ	RİSKLİ	GÜVENLİ
9529	4	Orta Riskli	26.01%	Orta Riskli	Riskli	GÜVENLİ	GÜVENLİ	GÜVENLİ
9529	5	Riskli	20.18%	Orta Riskli	Riskli	GÜVENLİ	RİSKLİ	GÜVENLİ
9529	6	Orta Riskli	24.66%	Orta Riskli	Orta Riskli	GÜVENLİ	RİSKLİ	GÜVENLİ
9529	9	Güvenli	71.75%	Düşük Riskli	Düşük Riskli	GÜVENLİ	RİSKLİ	GÜVENLİ
9532	1	Riskli	14.80%	Orta Riskli	Riskli	RİSKLİ	RİSKLİ	GÜVENLİ
9532	2	Düşük Riskli	50.67%	Orta Riskli	Riskli	RİSKLİ	RİSKLİ	GÜVENLİ
9531	4	Riskli	19.28%	Düşük Riskli	Orta Riskli	RİSKLİ	RİSKLİ	RİSKLİ
9531	5	Riskli	14.80%	Orta Riskli	Orta Riskli	RİSKLİ	RİSKLİ	RİSKLİ
9531	10	Riskli	21.52%	Orta Riskli	Riskli	RİSKLİ	RİSKLİ	RİSKLİ
9531	12	Orta Riskli	28.25%	Orta Riskli	Orta Riskli	RİSKLİ	RİSKLİ	RİSKLİ
9531	15	Orta Riskli	41.70%	Orta Riskli	Orta Riskli	GÜVENLİ	RİSKLİ	RİSKLİ
9539	2	Düşük Riskli	53.81%	Düşük Riskli	Güvenli	GÜVENLİ	RİSKLİ	GÜVENLİ
9539	3	Güvenli	73.99%	Düşük Riskli	Düşük Riskli	GÜVENLİ	RİSKLİ	GÜVENLİ
9539	4	Orta Riskli	42.60%	Güvenli	Güvenli	GÜVENLİ	GÜVENLİ	GÜVENLİ
9539	5	Orta Riskli	35.87%	Güvenli	Orta Riskli	GÜVENLİ	RİSKLİ	GÜVENLİ
9539	6	Düşük Riskli	30.00%	Orta Riskli	Orta Riskli	GÜVENLİ	GÜVENLİ	GÜVENLİ

- RYTEİE-2019 detaylı değerlendirme ile deprem riskinin tespit edilmesi sokak taraması ve birinci derece değerlendirme yöntemlerine göre daha fazla vakit ve emek gerektirmektedir. Bu çalışma kapsamında RYTEİE-2019 Detaylı Değerlendirme Yöntemi araştırma sürecinde sokak taraması ve birinci derece değerlendirme yöntemlerinin sonuçlarını kıyaslamak için kullanılmıştır. Elde edilen veriler Şekil 5.3'te gösterilmektedir.

Tablo 5.3: Sokak taraması yöntemleri, birinci derece değerlendirme yöntemleri ve ikinci derece değerlendirme yöntemi ile elde edilen deprem riski değerleri.

ADA	PARSEL	RYTEİE-2019 SOKAK TARAMASI YÖNTEMİ	RİSK YÜZDELİKLERİ	FEMAP-154	AYDINOĞLU YÖNTEMİ, (2003)	SUCUOĞLU VE YAZGAN AŞAMA 1 YÖNTEMİ, (2003)	SUCUOĞLU VE YAZGAN AŞAMA 2 YÖNTEMİ, (2003)	YAKUT YÖNTEMİ, (2004)	RYTEİE-2019 DETAYLI DEĞERLENDİRME YÖNTEMİ
8724	3	Güvenli	35.21%	Orta Riskli	Orta Riskli	GÜVENLİ	GÜVENLİ	GÜVENLİ	RİSKSİZ
8725	3	Riskli	12.56%	Orta Riskli	Riskli	RİSKLİ	RİSKLİ	GÜVENLİ	RİSKLİ
8725	18	Düşük Riskli	50.67%	Orta Riskli	Güvenli	GÜVENLİ	GÜVENLİ	GÜVENLİ	RİSKSİZ
8817	7	Riskli	13.45%	Düşük Riskli	Riskli	RİSKLİ	RİSKLİ	GÜVENLİ	RİSKLİ
9532	1	Riskli	14.80%	Orta Riskli	Riskli	RİSKLİ	RİSKLİ	GÜVENLİ	RİSKLİ
9532	2	Düşük Riskli	50.67%	Orta Riskli	Riskli	RİSKLİ	RİSKLİ	GÜVENLİ	RİSKLİ

- Yapı stokları için deprem riskinin hızlı tespit edilebilmesinde RYTEİE-2019 detaylı değerlendirme yönteminin kullanışlı olmadığı görülmüştür. Gelecek çalışmalarda incelenen yapı sayısı artırılarak RYTEİE-2021 sokak taraması yönteminin güvenilirliğinin daha fazla sayıda karşılaştırma ile irdelenmesi önerilmektedir. İleriki süreçlerde deprem riskinin hızlı tespit edilebilmesi adına yapı stoklarının incelenmesinde sokak taraması yöntemlerinin yeterli olabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Bal İ.E., (2005), “Deprem Etkisindeki Betonarme Yapıların Göçme Riskinin Hızlı Değerlendirme Yöntemleri İle Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

FEMA P-154, (2002), Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A handbook, ATC-21, Federal Emergency Management Agency, Washington.

Gülgeç E., (2019), “Betonarme Yapıların Deprem Performanslarının Belirlenmesi İçin Kullanılan Hızlı Değerlendirme Metotlarının Karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi.

Gülkan P., Sözen M.A., (1997), “Binaların Deprem Hesabında Yerdeğiştirme Kriterinin Uygulanması” Prof. Dr. A. Rifat Yarar Sempozyumu, 10 Aralık 1997, İstanbul.

Hassan A.F., Sözen M.A., (1997), “Seismic Vulnerability Assessment of Low-Rise Buildings in Regions with Infrequent Earthquakes” ACI Structural Journal, V. 94, No.1, January-February 1997, 31-39.

İlki A., Boduroğlu H., Özdemir P., Baysan F., Demir C., Şirin S., (2003), “Mevcut ve Güçlendirilmiş Yapılar İçin Sismik İndeks Yöntemi ve Yapısal Çözümleme Sonuçlarının Karşılaştırılması” Bildiri No AT-119, Beşinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul.

Özer E., Pala S., Karadağ M., Girgin K., Orakdöğen E., (1993), “Mevcut Betonarme Binaların Deprem Güvenliklerinin Belirlenmesi” 2. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul.

Pay A.C., (2001), “A New Methodology for The Seismic Vulnerability Assessment of Existing Buildings in Turkey”, Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ankara.

Sucuoğlu H., (2004), “Yapı Stoklarının Deprem Dayanımı Değerlendirme Yöntemleri: Sokak Taraması” Onyedinci Türkiye İnşaat Mühendisliği Teknik Kongre ve Sergisi, 15-17 Nisan 2004, İstanbul.

Sucuoğlu H. ve Günay M.S., (2003), “Orta Yükseklikteki Betonarme Binalar İçin Basitleştirilmiş Deprem Dayanımı Değerlendirme Yöntemleri” Davetli Konuşma, Beşinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 26-30 Mayıs 2003, İstanbul.

Tezcan S.S., Gürsoy M., (2002), “‘Zero’ loss of life during a future earthquake”, Engineering Structures, Austria.

Tezcan S.S., Akbaş R., (1995), “Damage Control Indices for Reinforced Concrete Buildings”, Üçüncü Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı Tebliği, İnşaat Mühendisleri Odası, İ.T.Ü., 27-31 Mart 1995, İstanbul.

Tozlu Z., (2015), “Mevcut Yapıların Risk Durumunun Belirlenmesi İçin 6306 Sayılı Kanun Kapsamında Yer Alan Hızlı Değerlendirme Tekniğinin Uygulanması”, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Yakut A., Gülkan P., Bakir B.S., Yılmaz M.T., (2005), “Re-examination of Damage Distribution in Adapazari: Structural Considerations”, Engineering Structures, Elsevier Publications, 990-1001.

Yeşilkaya K., 2015, “Hızlı Gözlem Teknikleri İle Belirlenmiş Betonarme Yapıların Riskli Yapıların Tespit Esasları 2013 Yönetmeliği İle Analizi”, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi.

TSE, (2000), “Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları”, TS-500, Türk Standartları Enstitüsü.

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, (2018), Türk Standartları Enstitüsü.

Riskli Binaların Tespit Esasları (RYTE), 2019. Afet riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanunun Uygulama Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik. Türkiye Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Türkiye.

Web 1, (2018), <https://tdth.afad.gov.tr/TDTH/main.xhtml> (Erişim tarihi: 15.09.2020)

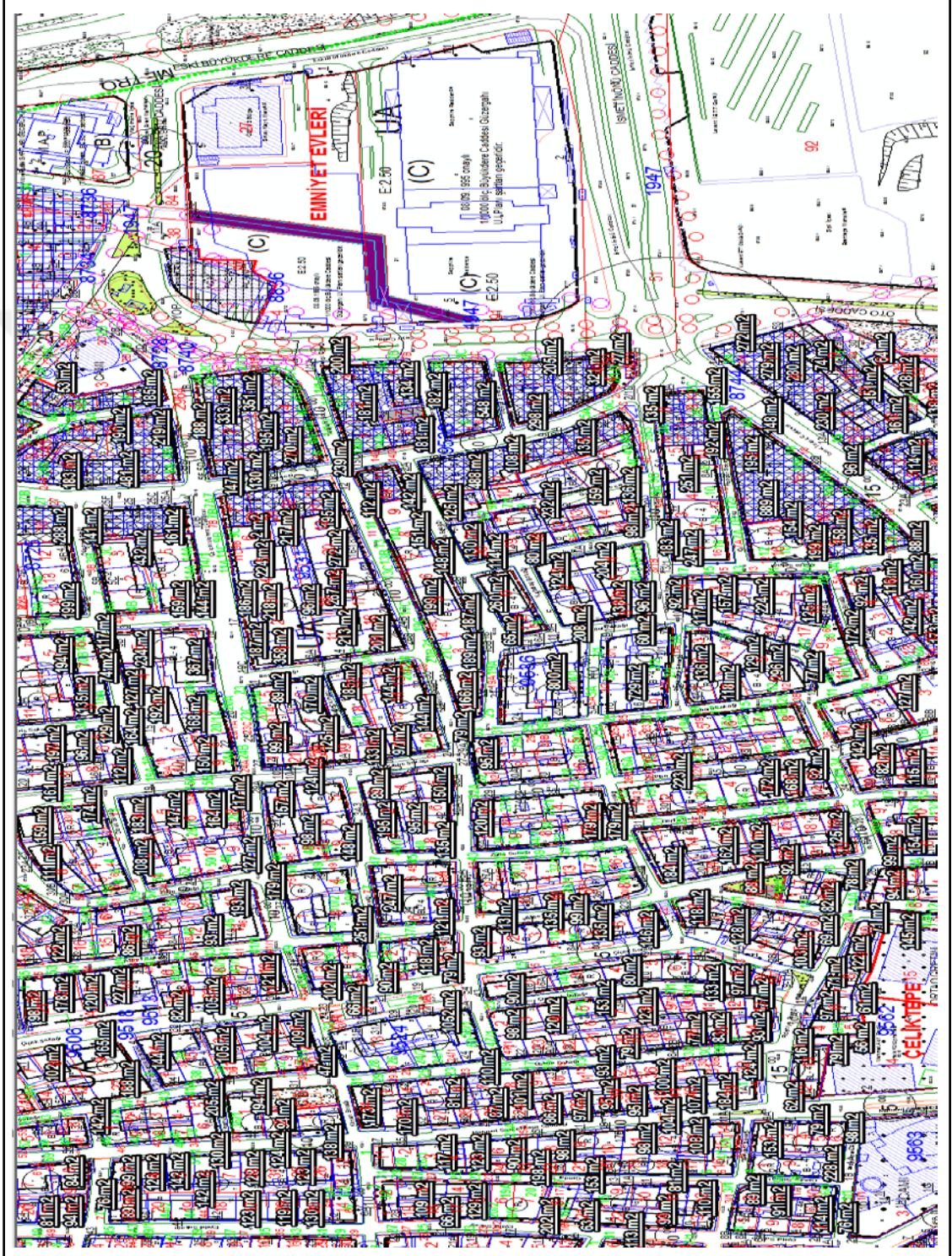
ÖZGEÇMİŞ

Büşra ÖZTÜRK ÖZDEMİR lisans eğitimini 2011 yılında başladığı Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde 2015 yılında başarıyla tamamladı. 2019 yılında yüksek lisans eğitimine Gebze Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Deprem ve Yapı Mühendisliği Anabilim Dalında başladı. 2015 yılından bu yana inşaat mühendisi olarak meslek hayatını sürdürmektedir.

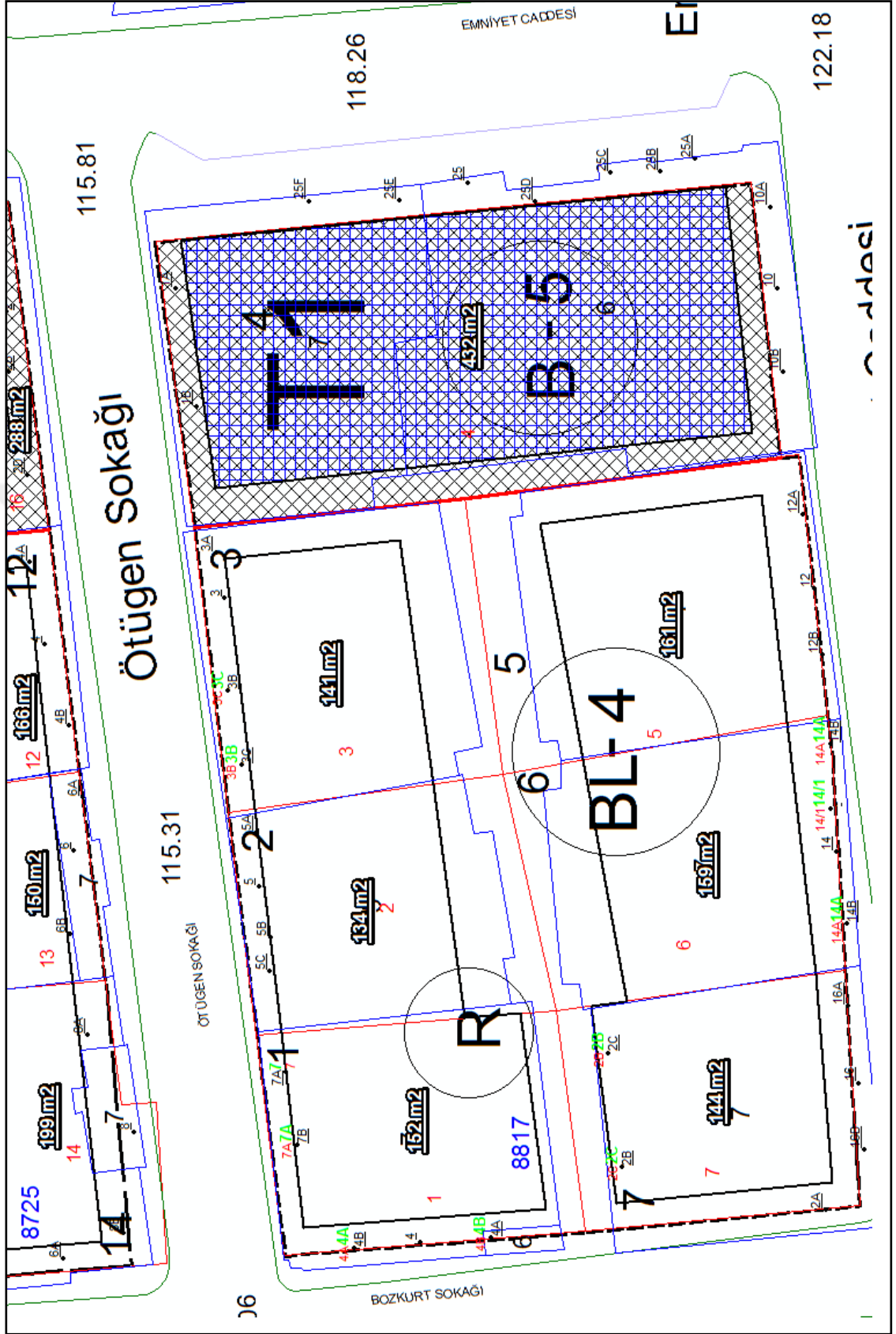


EKLER

Ek A: Araştırma Çıktıları



Şekil A1.1: İnceleme bölgesi pafta görüntüsü.



Şekil A1.2: İnceleme bölgesi örnek ada/parsel görüntüsü.



Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulaması

Kullanıcı Girdileri

Rapor Başlığı:	8817-39	
Deprem Yer Hareketi Düzeyi:	DD-2	50 yılda aşılma olasılığı %10 (tekrarlanma periyodu 475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi
Yerel Zemin Sınıfı:	ZB	Az ayrılmış, orta sağlam kayalar
Enlem:	41.085871°	
Boylam:	29.0035069°	

Şekil A1.3: Türkiye deprem tehlike haritaları bilgi girişi.

Çıktılar

$$S_S = 0.752$$

$$S_1 = 0.216$$

$$S_{DS} = 0.677$$

$$S_{D1} = 0.173$$

$$PGA = 0.312$$

$$PGV = 19.532$$

S_S : Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

S_1 : 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

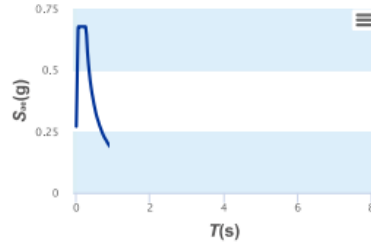
S_{DS} : Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

S_{D1} : 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

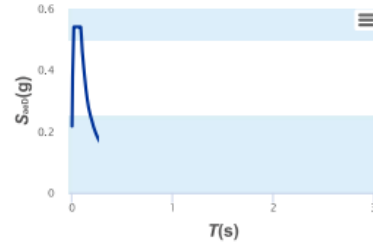
PGA : En büyük yer ivmesi [g]

PGV : En büyük yer hızı [cm/sn]

Yatay Elastik Tasarım Spektrumu



Düşey Elastik Tasarım Spektrumu



Şekil A1.4: Türkiye deprem tehlike haritaları ile elde edilen veriler.

BETONARME BİNALAR İÇİN VERİ TOPLAMA FORMU					
BİNA KİMLİK BİLGİLERİ				TARİH	1.03.2021
				SIRA	39
BİNA KİMLİK NO					
İL	İSTANBUL				
İLÇE	KAĞITHANE				
MAHALLE	EMNİYETEVLER MAHALLESİ				
CADDE / SOKAK	ÇELEBİ MEHMET CADDESİ				
DIŞ KAPI NO	16				
BİNA ADI	AKSU APT.				
PAFTA	247Dy-2C				
ADA	8817				
PARSEL	7				
UAVT BİNA KODU					
BİNANIN TAHMİNİ YAŞI	25				
COĞRAFİ KOORDİNATLARI	ENLEM:41.0858710		BOYLAM: 29.0035069		
YAPI KULLANIM TÜRÜ	<input checked="" type="checkbox"/> KONUT	<input type="checkbox"/> TİCARET	<input type="checkbox"/> SANAYİ	<input type="checkbox"/> KAMU	<input type="checkbox"/> METRUK
BİNA TEKNİK BİLGİLERİ					
YAPISAL SİSTEM TÜRÜ	<input checked="" type="checkbox"/> BA ÇERÇEVE			<input type="checkbox"/> BA ÇERÇEVEVE PERDE	
SERBEST KAT ADEDİ (n _{SK})	7				
BİNA GÖRSEL KALİTESİ	<input type="checkbox"/> İYİ		<input type="checkbox"/> ORTA	<input checked="" type="checkbox"/> KÖTÜ	
YUMUŞAK KAT / ZAYIF KAT	<input checked="" type="checkbox"/> VAR		<input type="checkbox"/> YOK		
DÜŞEYDE DÜZENSİZLİK	<input type="checkbox"/> VAR		<input checked="" type="checkbox"/> YOK		
AĞIR ÇIKMALAR	<input checked="" type="checkbox"/> VAR		<input type="checkbox"/> YOK		
PLANDA DÜZENSİZLİK	<input type="checkbox"/> VAR		<input checked="" type="checkbox"/> YOK		
KISA KOLON ETKİSİ	<input checked="" type="checkbox"/> VAR		<input type="checkbox"/> YOK		
YAPI NİZAMI	<input type="checkbox"/> AYRIK		<input type="checkbox"/> BİTİŞİK	<input checked="" type="checkbox"/> KÖŞEDE BİTİŞİK	
BİTİŞİK BİNALARLA DÖŞEME SEVİYESİ	<input checked="" type="checkbox"/> AYNI		<input type="checkbox"/> FARKLI		
TABİİ ZEMİN EĞİMİ	<input type="checkbox"/> DÜZ		<input checked="" type="checkbox"/> EĞİMLİ (EĞİM > 30°)		
ZEMİN SINIFI	<input type="checkbox"/> ZA	<input checked="" type="checkbox"/> ZB	<input type="checkbox"/> ZC	<input type="checkbox"/> ZD	<input type="checkbox"/> ZE
NOT					

Şekil A1.5: RYTEİE-2019 inceleme örneği.

RBTE YÖNTEMİ									
ZEMİN SINIFI		ZB							
S _{DS}		0.676							
TEHLİKE BÖLGESİ		IV							
KAT SAYISI	1, 2	3	4	5	6, 7	PUAN	YAPI PUANI		
TABAN PUAN	195	175	160	135	110	110	TP	110	
YAPISAL SİSTEM PUANI	100	85	75	65	55	0	YSP	0.00	
OLUMSUZLUK PUANLARI							OP	-138.00	
GÖRÜNEN KALİTE	-10	-10	-15	-25	-30	-60	PUAN	-28.00	
YUMUŞAK KAT	-10	-20	-30	-30	-30	-30			
DÜŞEYDE DÜZENSİZLİK	-5	-10	-15	-15	-15	0			
AĞIR ÇIKMA	-10	-20	-30	-30	-30	-30			
PLANDA DÜZENSİZLİK	-5	-10	-10	-10	-10	0			
KISA KOLON	-5	-5	-5	-5	-5	-5			
YAPI NİZAMI (KAT SEVİYESİ AYNI)						-10			
TABİİ ZEMİN EĞİMİ						-3			

Şekil A1.6: RYTEİE-2019 hesaplama örneği.



Şekil A1.7: İnceleme yapılan örnek yapı.

Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards															Level 1		
FEMA P-154 Data Collection Form															MODERATELY HIGH Seismicity		
PHOTOGRAPH															Address: Emniyetevler Mah. Çelebi Mehmet. No:16 Kağıthane/İSTANBUL		
															Zip:		
SKETCH															Other Identifiers: 88177		
															Building Name: AKSU APT.		
															Use:		
															Latitude: 41.0858710 Longitude: 29.0035069		
															S ₂ :		
															S ₁ :		
															Screener(s):		
															Date/Time: 28.02.2021		
															No. Stories: Above Grade: 7 Below Grade: 2 Year Built: 1996		
															Total Floor Area (sq.ft)		
															Code Year: 2007		
															Additions: <input checked="" type="checkbox"/> None <input type="checkbox"/> Yes, Year(s) Built:		
															Occupancy: <input type="checkbox"/> Assembly <input type="checkbox"/> Commercial <input type="checkbox"/> Emer. Services <input type="checkbox"/> Historic <input type="checkbox"/> Shelter		
															<input type="checkbox"/> Industrial <input type="checkbox"/> Office <input type="checkbox"/> School <input type="checkbox"/> Government		
															<input type="checkbox"/> Utility <input type="checkbox"/> Warehouse <input checked="" type="checkbox"/> Residential, # Units:		
															Soil Type: <input type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> DNK		
															Hard Rock Avg. Soil Dense Soil Stiff Soil Soft Soil Poor Soil # DNK, assume Type D		
															Geologic Hazards: Liquefaction: Yes/No/DNK Landslide: Yes/No/DNK Surf. Ru		
															Adjeency: <input checked="" type="checkbox"/> Pounding <input type="checkbox"/> Falling Hazards from Taker Adjacent		
															Irregularities: <input checked="" type="checkbox"/> Vertical (type/severity)		
															<input type="checkbox"/> Plan (type)		
															Exterior Falling Hazards: <input type="checkbox"/> Unbraced Chimney <input type="checkbox"/> Heavy Cladding or Heavy Veneer		
															<input type="checkbox"/> Parapets <input type="checkbox"/> Appendages		
															<input type="checkbox"/> Other:		
															COMMENTS:		
BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL LEVEL 1 SCORE, S_{L1}																	
FEMA BUILDING TYPE	W1	W1A	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM	MH
Do Not Know				(MRF)	(BR)	(LM)	(RC SW)	(URM INF)	(MRF)	(SW)	(URM)	(TU)		(FD)	(RD)		
Basic Score	4.1	3.7	3.2	2.3	2.2	2.9	2.2	2	1.7	2.1	1.4	1.8	1.5	1.8	1.8	1.2	2.2
Severe Vertical Irregularity, V _{L1}	-1.3	-1.3	-1.3	-1.1	-1	-1.2	-1	-0.9	-1	-1.1	-0.8	1	-0.9	-1	-1	-0.8	NA
Moderate Vertical Irregularity V _{L1}	-0.8	-0.8	-0.8	-0.7	-0.6	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.5	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.5	NA
Plan Irregularity, R ₁	-1.3	-1.2	-1.1	-0.9	-0.8	-1	-0.8	-0.7	-0.7	-0.9	-0.6	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.5	NA
Pre-Code	-0.8	-0.9	-0.9	-0.5	-0.5	-0.7	-0.6	-0.2	-0.4	-0.7	-0.1	0.4	-0.3	-0.5	-0.5	-0.1	-0.3
Post-Benchmark	1.5	1.9	2.3	1.4	1.4	1	1.9	NA	1.9	2.1	NA	2.1	2.4	2.1	2.1	NA	1.2
Soil Type A or B	0.3	0.6	0.9	0.6	0.9	0.3	0.9	0.9	0.6	0.8	0.7	0.9	0.7	0.8	0.8	0.6	0.9
Soil Type E (1-3 Stories)	0	-0.1	-0.3	-0.4	-0.5	0	-0.4	-0.5	-0.2	-0.2	-0.4	-0.5	-0.3	-0.4	-0.4	-0.3	-0.5
Soil Type E (>3 Stories)	-0.5	-0.8	-1.2	-0.7	-0.7	NA	-0.7	-0.6	-0.6	-0.8	-0.4	NA	-0.5	-0.6	-0.7	-0.3	NA
Minimum Score	1.6	1.2	0.8	0.5	0.5	0.9	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	1.4
FINAL LEVEL 1 SCORE, S _{L1} >= S _{min} : 1,2																	
EXTENT OF REVIEW					OTHER HAZARDS					ACTION REQUIRED							
Exterior: <input checked="" type="checkbox"/> Partial <input type="checkbox"/> All Sides <input type="checkbox"/> Aerial					Are There Hazards That Trigger A Detailed Structural Evaluation?					Detailed Structural Evaluation Required?							
Interior: <input type="checkbox"/> None <input type="checkbox"/> Visible <input type="checkbox"/> Entire					<input checked="" type="checkbox"/> Pounding potential (unless St, > cut-off, if know n) <input type="checkbox"/> Falling hazards from taller adjacent <input type="checkbox"/> Geologic Hazards or Soil Type F					<input type="checkbox"/> Yes, unknown n FEMA building type or other building							
Drawings Reviewed: <input type="checkbox"/> Yes <input checked="" type="checkbox"/> No										<input checked="" type="checkbox"/> Yes, score less than cut-off							
Soil Type Source:					<input type="checkbox"/> Significant damage/deterioration to structural system					<input checked="" type="checkbox"/> Yes, other hazards present							
Geologic Hazards Source:										<input type="checkbox"/> No							
Contact Person:										Detailed Nonstructural Evaluation Recommended? (check							
LEVEL 2 SCREENING PERFORMED?										<input type="checkbox"/> Yes, nonstructural hazards identified that should be evaluated							
<input type="checkbox"/> Yes, Final Level 2 Score, S _{L1}										<input type="checkbox"/> No, nonstructural hazards exist that may require mitigation, but a detailed evaluation is not necessary.							
<input checked="" type="checkbox"/> No										<input type="checkbox"/> No, no nonstructural hazards identified 0 DNK							
Nonstructural hazards? <input type="checkbox"/> Yes <input checked="" type="checkbox"/> No																	
Where information cannot be verified, screener shall note the following: EST= Estimated or unreliable data OR DNK = Do Not Know																	
Legend:			MRF= Moment-resisting frame			RC=Reinforced Concrete			URM INF= Unreinforced masonry			MH= Manufactured Housing			FD= Flexible Diaphragm		
			BR= Braced Frame			SW=Shear Wall			TU= Tilt Up			LM= Light metal			RD= Rigid Diaphragm		

Şekil A1.8: FEMA P-154 inceleme örneği.

AYDINOĞLU YÖNTEMİ	
S_1	0.216
S_s	0.751
ESTIMATION OF EARTHQUAKE DISPLACEMENT DEMAND	
T_s :	0.287616511
T_0 :	0.057523302
T :	1.05
$S_{AE} (T < T_0)$	8.525414583
$S_{AE} (T_0 < T < T_s)$	0.751
$S_{AE} (T_s < T)$	0.205714286
S_{AE}	0.205714286
S_{DE}	0.005744911
C_D	1
S_{Di}	0.005744911
U_N	0.008042876
D_D	0.000382994
ESTIMATION OF DISPLACEMENT CAPACITIES OF BUILDINGS	
D_{CO} (Life Safety)	0.008
D_{CO} (Collapse Prevention)	0.014
C_C	0.4608
D_C (Life Safety)	0.0036864
D_C (Collapse Prevention)	0.0064512
CAPACITY/DEMAND RATIO (COLLAPSE PREVENTION)	16.84412484
CAPACITY/DEMAND RATIO (LIFE SAFETY)	9.625214197

Şekil A1.9: Aydınoğlu yöntemi, (2003) ile hesaplama örneği.

SUCUOĞLU														
ZEMİN SINIFI		ZB									NRS HESABI		SI HESABI	
PGV		19.516									n_{fx}	0	A_{COL}	1
TEHLİKE BÖLGESİ		3									n_{fy}	0	A_{SW}	1
KAT SAYISI	1, 2	3	4	5	6, 7	PUAN	SEVİYE 1		A_{gf}	165	A_{MW}	25		
TABAN PUAN	160	160	130	115	95	95	YAPI PUANI	RİSK DURUMU	A_{tr}		K_j	1		
OLUMSUZLUK PUANLARI							TP	95	RİSKLİ		$A_{(COL)k}$	1.2695		
GÖRÜNEN KALİTE	-5	-10	-10	-15	-15	-15	OP	-60.00			$A_{(COL)y}$	0.9805		
YUMUŞAK KAT	0	-10	-15	-15	-20	-20	PUAN	35.00		NRR	0.151515	$A_{(SW)k}$	0	
AĞIR ÇIKMA	-5	-10	-10	-15	-15	-15				NRS	2	$A_{(SW)y}$	0	
KISA KOLON	-5	-5	-5	-5	-5	-5	SEVİYE 2				$A_{(MW)k}$	11.6698		
YAPI NİZAMI (KAT SEVİYESİ AYN)	0	-2	-3	-3	-3	-3	YAPI PUANI	RİSK DURUMU			$A_{(MW)y}$	8.36		
TABİLİ ZEMİN EĞİMİ	0	0	-2	-2	-2	-2	TP	95	RİSKLİ		A_F	165		
PLANDA DÜZENSİZLİK	0	-2	-2	-5	-5	0	OP	-80.00			A_{NX}	0.07842		
ÇERÇEVE SÜREKSİZLİĞİ (NRS)	0	0	-5	-10	-10	-20	PUAN	15.00			A_{NY}	0.056609		
GÜÇLÜ YÖN DAYANIM İNDEKSİ	-5	-5	-5	-10	-10	0					A_N	0.056609		
											SR	0.056609		
											SI	0		

Şekil A1.10: Sucuoğlu ve Yazgan Aşama 1 ve 2 yöntemi, (2003) ile hesaplama örneği.

YAKUT YÖNTEMİ													
										A_x	A_y	x yönü için	y yönü için
Uzun tarafı aynı yönde olan kolonların alanları toplamı										1.55	0.7	1.2695	0.9805
Uzun tarafı aynı yönde olan perdelerin alanları toplamı										0	0	0	0
Uzun tarafı aynı yönde olan dolgu duvar alanları toplamı										10	5.06	11.6698	8.36
KOLONLAR				PERDELER				DOLGU DUVAR					
x yönü				x yönü				x yönü					
adet	en	boy	alan	adet	en	boy	alan	adet	en	boy	alan		
4	0.25	0.6	0.6					1	0.2	50	10		
6	0.25	0.5	0.75										
1	0.5	0.4	0.2										
			1.55				0						10
y yönü				y yönü				y yönü					
adet	en	boy	alan	adet	en	boy	alan	adet	en	boy	alan		
5	0.25	0.5	0.625					1	0.2	25.3	5.06		
1	0.25	0.3	0.075										
			0.7				0						5.06
										V_s	360.75		
										V_d	316.26		
										V_{cx}	709.6505		
										V_{cy}	548.0995		
										V_{yx}	311.3961		
										V_{yy}	240.5072		
										V_{ywx}	1324.492		
										V_{ywx}	801.0494		
										mt	1376.265		
										V_{code}	365.0714		
										BCP_{lx}	3.628036		
										BCP_{ly}	2.194227		
										Cas (Yumuşak Kat)	0.135		
										Cap (Ağır Çıkma)	0.055		
										Casc (Kısa Kolon)	0.052		
										Cap (Plan ve Düşey Düzensizlik)	0		
										Ca	0.758		
										Cm	0.8669		
										BCP_{lmin}	2.194227		
										CPI	1.441849		
GÜVENLİ													

Şekil A1.11: Yakut yöntemi, (2004) ile hesaplama örneği.