

T.C.
GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MEVCUT BETONARME YAPILARIN DEPREM RİSKLERİNİN
ULUSAL YÖNTEMLERLE BELİRLENMESİ: ADAPAZARI ÖRNEĞİ

HATİCE ÜMRAN AYDIN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
DEPREM VE YAPI MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI

GEBZE
2023

T.C.
GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MEVCUT BETONARME YAPILARIN DEPREM
RİSKLERİNİN ULUSAL YÖNTEMLERLE
BELİRLENMESİ: ADAPAZARI ÖRNEĞİ

HATİCE ÜMRAN AYDIN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
DEPREM VE YAPI MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI

DANIŞMANI
DR. ÖĞR. ÜYESİ ÜLGEN MERT TUĞSAL

GEBZE
2023

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

DETERMINATION OF EARTHQUAKE
RISKS OF EXISTING REINFORCED
CONCRETE STRUCTURES BY NATIONAL
METHODS: THE CASE OF ADAPAZARI

HATİCE ÜMRAN AYDIN
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

2023



YÜKSEK LİSANS JÜRİ ONAY FORMU

GTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 07/02/2023 tarih ve 2023/11 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından 17/02/2023 tarihinde tez savunma sınavı yapılan Hatice Ümran Aydın'ın 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 Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun

...../...../..... tarih ve/..... sayılı kararı.

ÖZET

Türkiye, aktif deprem kuşakları üzerinde bulunan bir ülkedir. Bu sebepten oluşan deprem riski, mevcut yapı stokumuzun depreme karşı yeterli kapasiteye sahip olup olmadığını sorgulatmaktadır.

Mevcut yapıların deprem performanslarının değerlendirilmesi ile ilgili ilk yöntem Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (2007)'te yayınlanmış olsa da bu yöntem oldukça uzun süren ve maliyetli bir yöntemdir. Dolayısıyla incelenmesi gereken yapı stoku düşünüldüğünde daha pratik ve daha az maliyetli bir yöntem ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Bu sebepten 2013 yılında Riskli Yapıların Tespit Esasları-2013 yayınlanmış, 2018 yılında deprem yönetmeliğinin değişmesi sonrasında da Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar-2019 olarak güncellenmiştir. Fakat RYTE-2013 yayınlanmadan öncesinde de ülkemizdeki araştırmacılar mevcut yapıların deprem güvenirliliğinin tespit edilebilmesi amacıyla birçok yöntem geliştirmişlerdir.

Bu çalışmada Sakarya ili, Adapazarı ilçesinde bulunan, az katlı betonarme yapılardan oluşan bir yapı topluluğu seçilmiştir. Seçilen 89 yapı, birinci derece değerlendirme yöntemlerinden RYTEİE-2019 Ek-2 Ek-A'da tanımlanan basitleştirilmiş değerlendirme yöntemi, Sucuoğlu-Yazgan Yöntemi 1.Aşama, (2003) ve Aydınoglu Yöntemi, (2003) kullanılarak analiz edilmiştir. Sonrasında 89 yapı arasından projesi bulunan 40 yapı ikinci derece değerlendirme yöntemlerinden Yakut Yöntemi, (2004) ve P25 Yöntemi ile analiz edilmiştir. Son aşamada ise 10 adet yapı RYTEİE-2019'da bulunan detaylı hesap yöntemine göre değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada ülkemizde geliştirilmiş olan hızlı değerlendirme yöntemlerinin birbirleri ile ne kadar tutarlı sonuçlar verdiği incelenmiştir. Ayrıca birinci ve ikinci derece yöntemlerin sonuçları RYTEİE-2019 detaylı inceleme sonuçları ile karşılaştırıldığında hangi yöntemlerin sonuçlarının daha doğru olduğu ve daha uygulanabilir olduğu da incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mevcut Betonarme Binalar, P25 Yöntemi, Birinci Derece Hızlı Değerlendirme Yöntemleri, RYTEİE-2019, Aydınoglu Yöntemi, Sucuoğlu-Yazgan Yöntemi.

SUMMARY

Turkey is a country located on active seismic zones. For this reason, the earthquake risk makes us question whether our existing building stock has sufficient capacity against earthquakes.

Although the first method for evaluating the earthquake performance of existing structures was published in the DBYBHY (2007), this method is a very long and costly method. Therefore, considering the building stock that needs to be examined, the need for a more practical and less costly method arise. For this reason, Risky Buildings Detection Principles-2013 was published in 2013, and after the change in the earthquake regulation in 2018, it was updated as Risky Structures Detection Principles-2019. However, even before RYTE-2013 was published, researchers in our country developed many methods to determine the earthquake reliability of existing structures.

In this study, a building group consisting of low-rise reinforced concrete structures located in Adapazari district of Sakarya province was selected. Selected 89 structures were analyzed using the simplified evaluation method, Sucuoğlu-Yazgan Method 1st Stage, (2003) and Aydınoğlu Method, (2003) defined in RYTEIE-2019 Annex-2 Annex-A, one of the first-degree evaluation methods. Afterwards, 40 buildings with a project among 89 buildings were analyzed with the Yakut Method, (2004) and P25 Method, (2007), which are second-degree evaluation methods. In the last stage, 10 buildings were evaluated according to the detailed calculation method in RYTEIE-2019.

Key Words: Existing Reinforced Concrete Buildings, P25 Method, First Order Rapid Assessment Methods, RYTEİE-2019, Aydınoğlu Method, Sucuoglu-Yazgan Method.

TEŞEKKÜR

GTÜ Deprem ve Yapı Anabilim Dalı'nda yüksek lisansıma başladığım ilk günden itibaren desteğini esirgemeyen, akademik kişiliği ve insaniyetinden çok şey öğrendiğim değerli hocam Dr. Ülgen MERT TUĞSAL'a; tüm yüksek lisans sürecimde motivasyonumu her kaybettiğimde beni destekleyen, bana hep inanan sevgili aileme; tezimi yazarken büyük, küçük yardımlarından ve desteklerinden ötürü tüm iş arkadaşlarıma ve anlayışlarından ötürü müdürlerime teşekkürü borç bilirim.



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	v
SUMMARY	vi
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xv
TABLolar DİZİNİ	xvii
1. GİRİŞ	1
1.1. Tezin Amacı, Katkısı ve İçeriği	2
1.2. Literatür Araştırması	3
2. YÖNTEMLER	7
2.1. 1.Derece Hızlı Değerlendirme Yöntemleri	7
2.1.1. Sucuoğlu – Yazgan 1. Aşama Yöntemi, (2003)	7
2.1.1.1. İnceleme Aşamaları	7
2.1.1.2. Değerlendirme Aşamaları	9
2.1.2. Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar Ek-A	9
2.1.2.1. İnceleme Aşamaları	10
2.1.2.2. Değerlendirme Aşamaları	14
2.1.3. Aydınoglu Yöntemi, (2003)	16
2.1.3.1. İnceleme Aşamaları	16
2.1.3.2. Değerlendirme Aşamaları	19
2.2. 2.Derece Hızlı Değerlendirme Yöntemleri	19
2.2.1. P25 Yöntemi, (2007)	19
2.2.1.1. İnceleme Aşamaları	20
2.2.1.1.1. Kritik Kat Seçimi	20
2.2.1.1.2. C_A - Enkesit Alanı Endeksi Bileşkesinin Hesaplanması	21
2.2.1.1.3. C_I - Atalet Momenti Endeksi Bileşkesinin Hesaplanması	22
2.2.1.1.4. P_0 – Taşıyıcı Sistem Puanı	22

2.2.1.1.5. P_1 – Temel Yapısal Puan	23
2.2.1.1.6. P_2 – Kısa Kolon Puanı	25
2.2.1.1.7. P_3 – “Yumuşak Kat” ve “Zayıf Kat” Puanı	25
2.2.1.1.8. P_4 – Çıkmalar ve Çerçeve Süreksizliği Puanı	26
2.2.1.1.9. P_5 – Çarpışma Puanı	26
2.2.1.1.10. P_6 – Sıvılaşma Potansiyeli Puanı	27
2.2.1.1.11. P_7 – Toprak Hareketleri Puanı	27
2.2.1.1.12. α – Düzeltme Çarpanı	28
2.2.1.1.13. β – Düzeltme Çarpanı	28
2.2.1.1.14. $P_{\text{sonuç}}$ Puanı	29
2.2.1.2. Değerlendirme Aşamaları	29
2.2.2. Yakut Yöntemi, (2004)	30
2.2.2.1. İnceleme Aşamaları	30
2.2.2.1.1. Yapının Kesme Kuvveti Kapasitesinin Hesaplanması	30
2.2.2.1.2. V_y (Dolgu duvarsız) ve V_{yw} (Dolgu duvarlı) Yapının Akma Dayanımının Hesaplanması	31
2.2.2.1.3. Temel Kapasite İndeksi (BCPI) Hesaplanması	31
2.2.2.1.4. C_A (Yapısal Düzensizlik Katsayısı) Hesaplanması	32
2.2.2.1.5. C_M (Yapı Görsel Kalitesi Katsayısı) Hesaplanması	32
2.2.2.2. Değerlendirme Aşamaları	32
2.3. Detaylı Değerlendirme Yöntemleri	33
2.3.1. Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar – 2019	33
2.3.1.1. Kapsam	34
2.3.1.2. Riskli Bina	34
2.3.1.3. Deprem Tehlikesi	34
2.3.1.3.1. Deprem Yer Hareketi Düzeyleri	34
2.3.1.3.2. Deprem Tehlike Haritaları	35
2.3.1.3.3. Zemin Sınıfları	36
2.3.1.3.4. Deprem Yer Hareketi Spektrumları	37
2.3.1.3.5. Yatay Tasarım İvme Spektrumu	38
2.3.1.4. Riskli Bina Tespit Yöntemi	39
2.3.1.5. Az Katlı Betonarme Binalar İçin Risk Tespiti	40
2.3.1.5.1. Rölöve ve Bilgi Toplama	40
2.3.1.5.2. Bina Modellemesine İlişkin Genel Kurallar	42

2.3.1.5.3. Hesap Yöntemi	43
2.3.1.5.4. Riskli Betonarme Yapının Belirlenmesi	45
3. İNCELENEN YAPI STOKUNUN ÖZELLİKLERİ	46
3.1. Serbest Kat Sayısı	48
3.2. Yapı Tahmini Yaşı	49
3.3. Yapı Görsel Kalitesi	50
3.4. Kısa Kolon	51
3.5. Yumuşak / Zayıf Kat	52
3.6. Ağır Çıkma	53
3.7. Yapı Nizamı	53
4. MEVCUT BETONARME YAPILARIN İNCELENMESİ	55
4.1. Birinci Derece Değerlendirme Yöntemleri ile Analiz	55
4.1.1. Sucuoğlu-Yazgan Yöntemi 1.Aşama, (2003) Uygulama Örneği	55
4.1.2. RYTEİE-2019 Ek-2 Ek-A Yöntemi Uygulama Örneği	57
4.1.3. Aydınoglu Yöntemi Uygulama Örneği	59
4.2. İkinci Derece Değerlendirme Yöntemleri ile Analiz	61
4.2.1. P25 Yöntemi Uygulama Örneği	61
4.2.2. Yakut Yöntemi, (2004) Uygulama Örneği	68
4.3. Detaylı Değerlendirme Yöntemleri ile Analiz	72
4.3.1. Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar – 2019 Uygulama Örneği	72
5. SONUÇLAR	76
5.1. Birinci Derece Değerlendirme Yöntemleri Sonuçları	76
5.1.1. Sucuoğlu-Yazgan Yöntemi 1.Aşama, (2003) Sonuçları	76
5.1.2. RYTEİE-2019 Ek-2 Ek-A Sonuçları	78
5.1.3. Aydınoglu Yöntemi Sonuçları	81
5.2. İkinci Derece Değerlendirme Yöntemleri Sonuçları	84
5.2.1. P25 Yöntemi Sonuçları	84
5.2.2. Yakut Yöntemi, (2004) Sonuçları	88
5.3. Detaylı Değerlendirme Yöntemi Sonuçları	90
5.3.1. Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar-2019	90
5.4. Birinci Derece Değerlendirme Yöntemleri Sonuçları Karşılaştırma	90
5.5. Birinci, İkinci Derece ve Detaylı Değerlendirme Yöntemlerinin Karşılaştırılması	94

KAYNAKLAR	97
ÖZGEÇMİŞ	100
EKLER	101



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler ve</u> <u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklamalar</u>
δ/h	: Etkin görelî kat ötelenmesi oranı, vektörel
$(\delta/h)_{\text{sınır}}$	: Etkin görelî kat ötelenmesi oranının sınır değeri
u_n	: Tepe yer değıştirmesi istemi
DGTY	: Deprem Güvenliğı Tarama Yöntemi
PGV	: En büyük yer ivmesi (g)
PP	: Performans puanı
RYTEİE	: Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar
TBDY	: Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğı
TP	: Taban puanı
YASS	: Yer altı su seviyesi
YSP	: Yapısal sistem puanı
A_c	: Kritik kattaki kolonların enkesit alanları toplamı (m ²)
A_e	: Efektif kat alanı (m ²)
A_{sx}	: Kritik katta x doğrultusundaki perde elemanların alanları toplamı (m ²)
A_{sy}	: Kritik katta y doğrultusundaki perde elemanların alanları toplamı (m ²)
A_{tf}	: İnceleme kat alanı (m ²)
A_w	: Boşluk içermeyen dolgu duvar alanları toplamı (m ²)
A_{wx}	: Kritik katta x doğrultusundaki dolgu duvarların alanları toplamı (m ²)
A_{wy}	: Kritik katta y doğrultusundaki dolgu duvarların alanları toplamı (m ²)
BCPI	: Temel kapasite indeksi
C_A	: Enkesit alanı endeksi bileşkesi
C_A	: Yapısal düzensizlik katsayısı
C_{AF}	: Düşeyde düzensizlik katsayısı
C_{AP}	: Ağır çıkma varlığı katsayısı

C_{AS}	: Yumuşak kat varlığı katsayısı
C_{ASC}	: Kısa kolon varlığı katsayısı
C_c	: Kapasite azaltma katsayısı
C_d	: Aydınöğlü Yöntemi'nde ampirik katsayı
C_I	: Atalet momenti endeksi bileşkesi
C_M	: Yapı görsel kalitesi katsayısı
CPI	: Kapasite endeksi puanı
D_c	: Bina görelî öteleme oranı kapasitesi
D_{co}	: Baz öteleme oranı kapasitesi
D_d	: Bina görelî kat öteleme oranı istemi
$DD2$	: 50 yılda aşılma olasılığı %10 (tekrarlanma periyodu 475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi
E_m	: Dolgu duvar malzemesinin elastisite modülü
E_c	: Betonun elastisite modülü
f_{ck}	: Beton karakteristik basınç dayanımı (MPa)
f_{ctk}	: Beton karakteristik çekme dayanımı (MPa)
$F_{\text{çap}}$	: Karot çapı için düzeltme faktörü
F_{hasar}	: Karot alma işleminde verilen hasar için düzeltme faktörü
$F_{l/d}$	: l/d Karot boy/çap oranı
g	: Yerçekimi ivmesi (9.81 m/s^2)
F_{nem}	: Karot nem muhtevası için düzeltme faktörü
h_i	: Kritik katın kat yüksekliği (m)
h_{i+1}	: Kritik katın bir üst katının kat yüksekliği (m)
H_n	: Toplam yapı yüksekliği
I	: Bina önem katsayısı
I_b	: Kritik katta en çok tekrar eden kirişin atalet momenti (m^4)
I_{cx}	: Kritik kattaki kolonların x yönündeki ataletleri toplamı (m^4)
I_{cy}	: Kritik kattaki kolonların y yönündeki ataletleri toplamı (m^4)
I_{sx}	: Kritik katta x doğrultusundaki perde elemanların ataletleri toplamı (m^4)
I_{sy}	: Kritik katta y doğrultusundaki perde elemanların ataletleri toplamı (m^4)

I_{wx}	: Kritik katta x doğrultusundaki dolgu duvarların ataletleri toplamı (m^4)
I_{wy}	: Kritik katta y doğrultusundaki dolgu duvarların ataletleri toplamı (m^4)
I_x	: Yapının x yönündeki atalet momenti (m^4)
I_y	: Yapının y yönündeki atalet momenti (m^4)
m	: Etki / kapasite oranı
$m_{sınır}$	: Etki / kapasite oranı sınır değeri
m_t	: Yapı kütlesi (t)
n	: Hareketli yük çarpanı
n	: Yapı kat sayısı
O_i	: Olumsuzluk parametre değerleri
OP_i	: Olumsuzluk parametre puanı
$S_{ae}(T)$	: Elastik spektral ivme (m/sn^2)
s	: Enine donatı aralığı (cm)
S_{DS}	: Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı
S_{de}	: Elastik spektral yer değiştirme (m)
S_{di}	: Elastik olmayan spektral yer değiştirme (m)
S_{D1}	: 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı
S_s	: Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı
S_1	: 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı
T	: Yapı periyodu (sn)
V_{ci}	: İncelenen taşıyıcı elemanın kesme dayanımı (kN)
V_{code}	: Mevcut deprem yönetmeliğine göre hesaplanan taban kesme kuvveti (kN)
V_y	: Yapının akma dayanım kapasitesi (kN)
V_{yw}	: Dolgu duvarların yatay yük taşıma gücüne katkısı (kN)
V_e	: Düşey yükler ve deprem etkileri altında hesaplanan kesme kuvveti (kN)
V_r	: Kolon, kiriş veya perde kesitinin kesme dayanımı (kN)

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil No:</u>	<u>Sayfa</u>
2.1: Yumuşak/zayıf katın tespiti.	11
2.2: Düşey düzensizlik tespiti.	12
2.3: Ağır çıkma tespiti.	12
2.4: Planda düzensizlik tespiti.	12
2.5: Kısa kolon tespiti.	13
2.6: Yapı nizamı tespiti.	13
2.7: Bitişik binalarda döşeme seviyesi tespiti.	14
2.8: Betonarme binalar için veri toplama formu.	15
2.9: Efektif kat alanı.	20
2.10: β düzeltme çarpanı.	29
2.11: Türkiye Deprem Tehlike Haritası.	36
2.12: Yatay elastik spektral ivme spektrum eğrisi.	39
2.13: M22-M33 etkileşim diyagramı.	44
3.1: Türkiye Deprem Tehlike Haritası.	46
3.2: Adapazarı ilçe haritası.	47
3.3: Serbest kat sayısı dağılım grafiği.	48
3.4: Yapı kat sayısı dağılım haritası.	49
3.5: Yapı tahmini yaş dağılım grafiği.	50
3.6: Yumuşak/zayıf kat varlığı dağılım grafiği.	52
4.1: Türkiye Deprem Haritası çıktıları.	72
4.2: RYTEİE-2019 Yöntemi ile analiz edilen yapının kritik kat planı.	73
4.3: RYTEİE-2019 Yöntemi ile analiz edilen yapının 3D görseli.	74
4.4: RYTEİE-2019 Yöntemi ile analiz edilen yapının malzeme özellikleri.	74
4.5: RYTEİE-2019 Yöntemi ile analiz edilen yapının sonuçları.	75
5.1: Sucuoğlu-Yazgan Yöntemi performans puanları.	76
5.2: Sucuoğlu-Yazgan Yöntemi performans puanı dağılım grafiği.	77
5.3: Sucuoğlu-Yazgan Yöntemi değerlendirme haritası.	78
5.4: RYTEİE Ek-A Yöntemi performans puanları.	79
5.5: RYTEİE Ek-A Yöntemi performans puanı dağılım grafiği.	80

5.6: RYTEİE Ek-A Yöntemi değerlendirme haritası.	81
5.7: Aydınöğlu Yöntemi can güvenliğı performans puanları.	82
5.8: Aydınöğlu Yöntemi göçme kontrolü performans puanları.	82
5.9: Aydınöğlu Yöntemi performans puanı dağılım grafiğı.	83
5.10: Aydınöğlu Yöntemi değerlendirme haritası.	84



TABLÖLAR DİZİNİ

<u>Tablo No:</u>	<u>Sayfa</u>
2.1: Sucuoğlu-Yazgan 1.Aşama değerlendirme tablosu.	9
2.2: Deprem Tehlike Bölgeleri.	10
2.3: Taban ve yapısal sistem puan tablosu.	11
2.4: Olumsuzluk parametre değerleri (Oi).	14
2.5: Olumsuzluk parametre puanları (OPi).	15
2.6: C_d katsayıları.	17
2.7: Baz öteleme oranı kapasiteleri.	18
2.8: Yapısal düzensizlik katsayıları.	24
2.9: Kısa kolon puanları.	25
2.10: Çıkmalar ve çerçeve süreksizliği puanları.	26
2.11: Çarpışma puanları.	27
2.12: Sıvılaşma potansiyeli puanları.	27
2.13: Toprak hareketi puanları.	28
2.14: Ağırlık katsayıları (w).	28
2.15: Yakut Yöntemi düzensizlik katsayıları.	32
2.16: Yakut Yöntemi yapı görsel kalitesi değerleri.	32
2.17: Deprem yer hareketi düzeyleri.	35
2.18: Zemin tipi tespiti.	37
2.19: Zemin etki katsayıları.	37
2.20: Zemin etki katsayıları.	38
2.21: Yöntem seçimi.	39
2.22: Bilgi düzeyi katsayıları.	40
2.23: Dayanım düzeltme faktörleri.	41
2.24: Kolon sınıflandırma tablosu.	43
2.25: Kolonlar için sınır değerler.	44
2.26: Perde ve kolon eksenel basınç gerilme ortalamasına bağlı kat kesme kuvveti oranı sınır değerleri.	45
4.1: Sucuoğlu-Yazgan 1.Aşama değerlendirme tablosu.	56
4.2: : RYTEİE Ek-A Yöntemi değerlendirme tablosu.	58

4.3: Aydınoğlu Yöntemi değerlendirme tablosu.	60
4.4: Kolon ve perde eleman boyutları, alanları ve atalet momentleri.	62
4.5: X yönündeki dolgu duvarların boyutları, alanları ve atalet momentleri.	62
4.6: Y yönündeki dolgu duvarların boyutları, alanları ve atalet momentleri.	63
4.7: Yapının efektif kat alanı ve atalet moment değerleri.	63
4.8: Yapısal düzensizlik katsayıları.	65
4.9: X yönündeki dolgu duvarların boyutları, alanları ve atalet momentleri.	66
4.10: Y yönündeki dolgu duvarların boyutları, alanları ve atalet momentleri.	66
4.11: $P_{\text{sonuç}}$ puanının hesaplanması.	68
4.12: Kolon V_c değerleri.	69
4.13: Perde V_c değerleri.	70
5.1: P25 Yöntemi sonuçlar.	85
5.2: P25 Yöntemi zemin verileri değiştirilmiş sonuçlar.	87
5.3: Yakut Yöntemi sonuçlar.	89
5.4: Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar -2019 sonuçlar.	90
5.5: Birinci derece yöntemler sonuçlar.	91
5.6: Birinci derece yöntemler sonuçlar-2.	93
5.7: Birinci, ikinci derece ve detaylı değerlendirme yöntemlerinin sonuçları.	94

1. GİRİŞ

Türkiye, deprem riskinin en fazla olduğu ülkelerden biridir. Yeryüzündeki depremlerin %17'sinin gerçekleştiği Alp-Himalaya Deprem Kuşağı üzerinde bulunmaktadır. Bununla birlikte Güneydoğu Anadolu Deprem Kuşağı, Kuzey Anadolu Deprem Kuşağı ve Batı Anadolu Deprem Kuşağı da ülkemizdeki deprem kuşaklarıdır. Ülkemizin yüz ölçümünün %42'si, dolayısıyla birçok büyük şehrimizin merkezi de birinci derece deprem kuşağı üzerindedir. Ülkemizdeki yıkıcı deprem riskinin bu denli fazla olması yapı stokumuzun deprem güvenirliliğini sorgulatmaktadır. Geçmiş yıllarda deprem yönetmeliklerinin çok daha yüzeysel olması, yapıların hazırlanan projeye uygun imal edilmemesi, eski ve büyük depremlere maruz kalan yapılarda malzemenin yorulmuş olması gibi sebepler göz önünde bulundurulduğunda mevcut yapı stokumuzun ciddi bir kısmının depreme karşı yeterli kapasiteye sahip olmadığı, büyük depremlerin ciddi mal ve can kayıplarına yol açacağı göz ardı edilemeyecek bir gerçektir.

Mevcut yapıların deprem performanslarının değerlendirilmesi konusundan ilk olarak Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (2007)'te bahsedilmiştir. Fakat bu yöntem hem gerekli parametrelerin tespiti açısından ekonomik değildir hem de yöntemin bir yapıya uygulanması oldukça fazla zaman almaktadır. Bu sebepten 16/5/2012 tarihinde 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun kapsamında riskli yapıların tespit edilmesine ilişkin esaslar (RYTE-2013) yayınlanmıştır. 18/3/2018 tarihinde Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği Resmî Gazete'de yayımlandıktan sonra Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar-2019 olarak revize edilmiştir. Resmi olarak yayınlanan yöntemler DBYBHY, RYTE-2013, TBDY-2018, RYTEİE-2019 bahsedilen yöntemler olsa da ülkemizdeki araştırmacılar mevcut yapıların deprem performanslarının hızlı değerlendirilmesi ile ilgili birçok çalışma yapmış ve farklı yöntemler geliştirmişlerdir.

“Yatay Yük Parametresi ile Ötelenmelerin Karşılaştırılması” [Özer vd., 1993], “Hasar Kontrol İndeksleri” [Tezcan ve Akbaş, 1996], “Görelî Kat Öteleme Spektrumu” [Gülkan ve Sözen, 1997], “Kolon ve Duvar İndeksleri” [Hassan ve Sözen, 1997], [Gülkan vd., 2005], İstatiksel Değerlendirmelere Dayalı Yaklaşım” [Pay ve Özcebe, 2001], “Orta Yükseklikteki Binalarda Basitleştirilmiş Dayanım Belirleme

Yöntemi” [Sucuoğlu ve Günay, 2003], “Sismik İndeks Yöntemi” [İlki vd., 2003], “Sokak Taraması Yöntemi” [Sucuoğlu, 2004], “Sıfır Can Kaybı Yaklaşımı” [Tezcan vd., 2005], “Kapasite İndeksi Yöntemi” [Yakut vd., 2005], “P25 Puanlama Yöntemi” [Bal, 2007], RYTEİE 2019 Hızlı Değerlendirme Yöntemi ve Sokak Taraması Yöntemi” bu yöntemlerden bazılarıdır.

Bahsedilen yöntemlerin bazıları birinci derece olarak sınıflandırılan, yapının içine girilmeden belirli parametrelerin tespiti ile yapının bir sonuç puanı aldığı yöntemlerdir. Bu yöntemler tek bir yapının risk durumunun tespiti için değil, belirli bir yapı topluluğunun risk durumunun tespit etmek ve detaylı inceleme için öncelik belirlemek için kullanılır.

Birinci derece yöntemlerden daha fazla parametreye ihtiyaç duyan, daha detaylı analiz yapılan ve daha kesin bir sonuç verdiği kabul edilen yöntemler ise ikinci derece yöntemlerdir. Bu yöntemler ile yapıların tekil olarak risk durumuna karar verilebilir.

Üçüncü derece (detaylı) değerlendirme yöntemleri ise ikinci derece yöntemlere göre daha fazla parametre gerektiren, daha kesin sonuç veren ve ikinci derece yöntemlerde olduğu gibi yapının tekil olarak risk durumuna karar verebildiğimiz yöntemlerdir.

Sonuç olarak yukarıda bahsedilen yöntemlerden herhangi biri ile analiz edilen yapının sonucunun “riskli” çıkması öncelikli olarak dönüşüme alınması gerektiğini ifade etmektedir. Aksi durum, yani “güvenli” sonucunun elde edilmesi ise tam olarak güvenli olduğu anlamına gelmez. Yalnızca dönüşüm için öncelikli değildir. Ülkemizde mühendislik hizmeti almamış, almış olsa da eski tarihlerde denetim yetersizliği sebebiyle projesine uygun imal edilmemiş birçok yapı bulunduğu göz önünde tutulursa hızlı değerlendirme yöntemlerinin geliştirilmesinin oldukça önemlidir.

1.1. Tezin Amacı, Katkısı ve İçeriği

Bu tez çalışmasında amaç öncelikle bir yapı grubunun farklı hızlı değerlendirme yöntemleri ile değerlendirilmesi ve risk sıralaması yapılmasıdır. Bununla birlikte hızlı değerlendirme yöntemlerinin birbirleri ile uyumu dolayısıyla doğruluklarının tespit edilmesi de elde edilmesi istenen sonuçlar arasındadır. Yöntemlerin verdikleri sonuçlar ve uygulama kolaylığı/zorluğu kıyaslanacaktır.

Tezin ilk kısmında 89 adet betonarme yapı birinci derece değerlendirme yöntemlerinden olan; Haluk Sucuoğlu ve Utku Yazgan tarafından geliştirilen Sucuoğlu-Yazgan Yöntemi 1.Aşama, (2003), M.Nuray Aydınoğlu tarafından geliştirilen Aydınoğlu Yöntemi, (2003) ve RYTEİE 2019'un Ek-A kısmında bulunan sokak taraması yöntemiyle analiz edilmiş, sonuçları karşılaştırılmıştır. İkinci kısımda ise ilgili belediyesinden mimari ve betonarme projesi bulunabilen 40 adet betonarme yapı ikinci derece değerlendirme yöntemlerinden olan; F.Gülten Gülay, Semih Tezcan ve İhsan Engin Bal tarafından geliştirilen P25 Yöntemi ve Ahmet Yakut tarafından geliştirilen Yakut Yöntemi, (2004) ile analiz edilmiş ve sonuçları karşılaştırılmıştır. Üçüncü ve son aşamada ise 10 adet betonarme yapı RYTEİE-2019 4.bölümde bulunan (Az katlı betonarme binalar için risk tespiti) yönteme göre detaylı olarak analiz edilmiştir.

Sonuç olarak öncelikle birinci derece yöntemler, sonrasında ikinci derece yöntemler ile elde edilen sonuçlar kendi içlerinde karşılaştırılmış ve değerlendirilmiştir. Sonraki aşamada birinci derece, ikinci derece ve üçüncü derece yöntemlerden elde edilen tüm sonuçlar karşılaştırılmış, yöntemlerin sonuçlarının tutarlı olup olmadığı incelenmiştir.

1.2. Literatür Araştırması

Ülkemizin büyük bir kısmı aktif deprem kuşakları üzerindedir. Buna rağmen mühendislik hizmeti görmemiş, görse de hazırlanan projesine uygun imal edilmemiş birçok yapı bulunmaktadır. Bu durum yapıların depreme karşı risk ihtimalini arttırmaktadır. Bu sebepten mevcut yapı stokumuzun taranması ve gerekli olan yapılarda iyileştirme veya yıkım yapılması gerekmektedir.

Yapıların risk durumlarının tespit edilebilmesi için TBDY-2018'de Bölüm 15/ Deprem Etkisi Altında Mevcut Bina Taşıyıcı Sistemlerinin Değerlendirilmesi ve Güçlendirme Tasarımı İçin Özel Kurallar 'da bir yöntem bulunsa da bu yöntem hem çok maliyetli hem de çok zaman gerektiren bir yöntemdir.

Ülkemizdeki araştırmacılar yukarıda belirtilen sebeplerden ötürü daha az zaman ve maliyet gerektiren çözümler geliştirmişlerdir.

“Yatay Yük Parametresi ile Ötelenmelerin Karşılaştırılması” [Özer vd., 1993], “Hasar Kontrol İndeksleri” [Tezcan ve Akbaş, 1996], “Görelî Kat Öteleme

Spektrumu” [Gülkan ve Sözen, 1997], “Kolon ve Duvar İndeksleri” [Hassan ve Sözen, 1997], [Gülkan vd., 2005], İstatiksel Değerlendirmelere Dayalı Yaklaşım” [Pay ve Özcebe, 2001], “Orta Yükseklikteki Binalarda Basitleştirilmiş Dayanım Belirleme Yöntemi” [Sucuoğlu ve Günay, 2003], “Sismik İndeks Yöntemi” [İlki vd., 2003], “Sokak Taraması Yöntemi” [Sucuoğlu, 2004], “Sıfır Can Kaybı Yaklaşımı” [Tezcan vd., 2005], “Kapasite İndeksi Yöntemi” [Yakut vd., 2005], “P25 Puanlama Yöntemi” [Bal, 2007], RYTEİE 2019 Hızlı Değerlendirme Yöntemi ve Sokak Taraması Yöntemi” bu yöntemlerden bazılarıdır.

7 tane betonarme yapıyı önce P25 Yöntemi ve Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi (DGTY) ile incelemiş sonrasında 7 yapıdan seçilen 1 yapıyı DBYBHY-2007’de bulunan doğrusal elastik eşdeğer deprem yükü yöntemi ile deprem risklerini değerlendirmiştir. Sonuç olarak P25 ve DGTY’nin birbirleriyle tutarlı sonuçlar verdiğini söylemiştir [Hour, 2011].

Düzce depremini yaşamış 17 betonarme yapı P25 Yöntemi ve DURTES Yöntemi ile incelenmiştir. Bu 17 yapı arasından seçilen 1 yapı da DBYBHY-2007’de bulunan doğrusal elastik eşdeğer deprem yükü yöntemine göre analiz edilmiştir. P25 Yöntemi zemin etkisini göz önünde tutulmayarak incelenmiş ve bu şekilde sonuçların DURTES Yöntemi ile uyumlu olduğu görülmüştür [Doğan, 2012].

4 farklı betonarme yapı 4 farklı yönteme (P25, RYTE-2013, Japon Sismik İndeks Yöntemi ve DBYBHY-2007) göre incelenmiştir. 4 yöntemin sonuçlarının da birbiriyle uyumlu olduğu sonucuna varılmıştır [Ebren, 2015].

Amasya ilinde bir grup binayı FEMA 154 Yöntemiyle incelemiştir. Sonrasında sınır puanının altında kalan yapılardan seçilen 4 yapıyı RYTE-2013 ile analiz etmiştir. FEMA 154 Yöntemi’nde riskli sonucunu veren yapılar RYTE-2013’e göre de riskli sonucunu verdiği için iki yöntemin birbirleri ile uyumlu olduğu sonucuna ulaşmıştır [Yeşilkaya, 2015].

P25 Yönetimi’ni geliştirerek sonuç puanının hesaplanmasında görelî kat ötelemelerini de göz önünde bulundurulduğu P25-V.ÖZKA Yöntemini geliştirmiştir. P25-V.ÖZKA Yöntemi, P25 Yöntemi, RYTE-2013 Yöntemi ve Japon Sismik İndeks Yöntemi ’ne Balıkesir ilindeki 63 tane yapıyı incelemiştir. Yöntemlerin birbirleriyle tutarlı sonuçlar verdiği sonucuna ulaşmıştır [Kaya, 2017].

Toplam 2194 adet yapının bulunduğu bir mahallede betonarme (1553 adet) ve yığma (528 adet) yapı RYTE-2013 Ek-A’da bulunan sokak taraması yöntemine göre incelenmiştir. İstatistiksel yöntemler kullanılarak 46 adet betonarme ve 26 adet yığma

yapı için ikinci aşama değerlendirme yapılacağı sonucuna ulaşılmıştır. 24 adet yığma yapı ve 36 adet betonarme RBTE-2013'te bulunan detaylı yöntemle göre analiz edilmiştir. Önceki bölümlerde açıklanan 6 farklı değerlendirme yönteminden, betonarme yapılar için Yöntem I, yığma yapılar için Yöntem VI ekonomik olması, hızlı uygulanabilir olması ve gerçeğe en yakın sonuçları vermesi sebebiyle seçilmiştir. Yöntemlerin tutarlı sonuçlar verdiği sonucu elde edilmiştir [Bahşi, 2017].

Mevcut betonarme okul binasını FEMA 154, Kanada Sismik Tarama Yöntemi, Japon Sismik İndeks Yöntemi ve P25 Yöntemi ile incelemiştir. P25 Yöntemi ile bulunduğu $P_{\text{sonuç}}$ puanıyla P25-V.ÖZKA versiyonu ile de inceleme yapmıştır. Çalışmaların sonunda yöntemlerin birbirleriyle uyumlu sonuç verdiğini görmüştür [Gülgeç, 2019].

2011 yılındaki Van depreminde ağır hasar almış veya göçmüş 50 binayı 7 farklı hızlı değerlendirme yöntemine göre incelemiştir. Yöntemlerin 3 tanesi birinci derece (RYTEİE-2019, Sucuoğlu-Yazgan Seviye 1, FEMA 154), kalan 4 yöntem ise ikinci derece (Sucuoğlu-Yazgan Seviye-2, Özcebe, Yakut, MVP) yöntemlerdir. İkinci derece yöntemlerin birinci derece yöntemlere kıyasla daha doğru sonuç verdiği, birinci derece yöntemler arasında en doğru sonucu RYTEİE-2019'da geçen yöntemin, ikinci derece yöntemler arasında ise en doğru sonucu Yakut Yöntemi, (2004) verdiği sonucunu elde etmiştir [Özdemir, 2019].

2016 yılında inşa edilmiş bir yapı, orta hasar aldığı düşünülen 1 adet müstakil yapı ve 1999 depreminde yıkılmış 1 adet betonarme yapı Kanada Sismik Tarama Yöntemi, FEMA 154, ve Japon Sismik İndeks Yönteminin 1.Aşamasına göre incelenmiştir. Deprem performansı bilinen yapılarda yapılan bu karşılaştırmada yöntemler bazı yapılarda doğru sonuç vermemiştir. Japon Sismik İndeks Yöntemi diğer yöntemlere kıyasla daha uzun sürmekle beraber daha doğru sonuç verdiği görülmüştür [Efekan, 2019].

Mevcut betonarme bir okul binası Kanada Sismik Tarama Yöntemi, FEMA 154, Japon Sismik İndeks Yöntemi ve P25 Yöntemine göre incelenmiştir. P25 Yöntemi sonucunda elde edilen $P_{\text{sonuç}}$ puanı kullanılarak, P25 Yöntemine göreli kat ötelemesi değerlerinin de katılmasıyla ortaya çıkan P25-V.ÖZKA Yöntemi'ne göre analiz yapılmıştır. Yöntemlerin hepsi benzer sonuçlar vermiştir. Belirli parametrelere göre yapılan değerlendirmenin sonucunda en avantajlı yöntemler (Değerlendirme sonucunda aynı puanı almışlardır.) P25 Yöntemi ve P25-V.ÖZKA Yöntemi olmuştur [Gülgeç, 2019].

Afyon şehrinde bulunan ve yıkım kararı alınmış 19 yapıyı, P25 Yöntemi ile değerlendirilmiştir. 12 yapıda göçme sonucu çıkmıştır. 2 yapıda detaylı inceleme yapılması gerektiği sonucu çıkarken 7 yapı ise güvenli sonucunu elde etmiştir. P25 Yöntemi'nin daha fazla yapı üzerinde çalışılarak geliştirilmesi gerektiği sonucuna varmıştır [Yeşilçayır, 2021].

İstanbul ili, Kâğıthane ilçesinde bulunan 100 adet betonarme yapıyı öncelikle 1.derece değerlendirme yöntemlerinden olan RYTEİE-2019 Sokak Taraması Yöntemi, FEMA 154 Yöntemi, Sucuoğlu-Yazgan 1.Aşama Yöntemi ve Aydınoglu Yöntemi'ne göre incelemiştir. Sonrasında 100 yapı arasından seçilen 50 adet yapıyı 2.derece değerlendirme yöntemlerinden olan Sucuoğlu-Yazgan 2.Aşama Yöntemi ve Yakut Yöntemi'ne göre incelemiştir. Son olarak da 6 adet yapıyı RYTEİE-2019'da yer alan detaylı değerlendirme yöntemine göre incelemiştir. Tüm yöntemlerin birbirleriyle büyük oranda tutarlı sonuç verdiği sonucuna ulaşmıştır [Öztürk Özdemir, 2022].

2. YÖNTEMLER

2.1. 1.Derece Hızlı Değerlendirme Yöntemleri

2.1.1. Sucuoğlu – Yazgan 1. Aşama Yöntemi, (2003)

1999 yılında ülkemizde gerçekleşen ve yıkıcı bir etki yaratan Düzce depreminden sonra hasar almış yapıların incelenmesi ile geliştirilmiş bir sokak taraması yöntemidir. 2003 yılında Sucuoğlu ve Yazgan tarafından yayınlanmıştır. Tez çalışması kapsamında kullanılan diğer sokak taraması yöntemleri ile birçok açıdan benzerlik göstermektedir. 1-7 katlı betonarme yapıların değerlendirilmesinde kullanılabilen yöntemin diğer yöntemlerden ayrılan en belirgin farkı; değerlendirme aşamasında yöntem tarafından belirlenmiş bir baz puan olması ve yapıların “Riskli” veya “Güvenli” olması durumunun bu puana göre belirleniyor olmasıdır. Birçok yöntemde olduğu gibi istatistiksel bir çalışmaya ihtiyaç duyulmamaktadır.

2.1.1.1. İnceleme Aşamaları

Yapının coğrafi koordinatlarına, zemin sınıfı ve serbest kat sayısına bağlı olarak bir taban puanı belirlenir. Sonrasında yapının dışarıdan gözlemlenmesiyle elde edilen olumsuzluk puanları belirli katsayılarla çarpılarak bu taban puanından çıkartılır. Bu hesaplar sonucunda elde edilen puan 50’den büyükse yapı “Güvenli”, 50’den küçükse yapı “Riskli” kabul edilir.

Yapının coğrafi koordinatları, zemin sınıfı ve DD2 deprem düzeyi kullanılarak, Türkiye Deprem Haritaları ile PGV (en büyük yer hızı) belirlenir. Zemin sınıfı belirlenirken mümkünse yapının bulunduğu zemin incelenmekte, mümkün değilse de yakın bir bölgeden elde edilen zemin değerleri kullanılmaktadır. Belirlenen PGV değeri ve değerlendirilecek yapının serbest kat sayısı ile Tablo 1.1’e göre bir taban puanı belirlenir. Taban puanı belirlendikten sonra yapı gözlemlenerek olumsuzluk parametreleri incelenir. Sucuoğlu-Yazgan Yöntemi’ne göre olumsuzluk parametreleri; ağır çıkma / balkon, yumuşak kat, görünür yapı kalitesi (iyi, orta, kötü), kısa kolon,

yapının bitişik olması (çarpışma olasılığı) ve yapının eğimli topoğrafyada bulunması durumudur.

Yumuşak kat; yapıların genellikle zemin katlarının dükkân, restoran, satış mağazası vb. olarak kullanılması, bölme/dolgu duvarların bir kısmının kaldırılması veya hiç olmaması durumunda, zemin kat rijitliğinin bir anda azalmasıyla ortaya çıkan bir olumsuzluk parametresidir. Elastik olmayan davranışın kolonların üst uçlarında yoğunlaşmasına neden olan yumuşak katlar Sucuoğlu-Yazgan için en büyük olumsuzluk değerini veren parametredir.

Ağır çıkma / balkon; kütle merkezinin kaymasına, yatay deprem kuvvetlerinin ve eğilme momentinin artmasına sebep olan bir olumsuzluk parametresidir. Sokaktan rahatlıkla tespit edilebilen bu durum da Sucuoğlu-Yazgan tarafından olumsuzluk parametresi olarak kabul edilir.

Görünür yapı kalitesi; yapının kalitesinin sokaktan nasıl görüldüğü ile ilgili bir parametredir. Yapının iyi veya kötü görünmesi yapıya ne kadar özen gösterildiğini de göstermektedir. Dolayısıyla aslında taşıyıcı sistem kalitesini de etkileyen bir parametredir. İyi, orta veya kötü olarak seçim yapılır.

Kısa kolon; yarı gömülü bodrum katlardaki şerit pencereler, yarı dolgulu çerçeveler, asma katlar veya merdiven boşluklarındaki kirişler sebebiyle ortaya çıkar. Yüksek rijitlik ve düşük süneklığe sahip olan kısa kolonlar deprem sırasında büyük yatay kuvvete ve kesme kuvvetine maruz kalırlar. Buna karşın yalnızca serbest olan yükseklik boyunca deplasman yaparlar. Bunun sonucunda gevrek kesme kırılmaları oluşmaktadır.

Yapının komşu yapılara göre konumu; deprem sırasında yapılarda oluşan salınım hareketinden ötürü bitişik / ayrı olmaları, bitişik nizamda ise kenarda veya ortada olması ve döşeme hizalarının aynı veya farklı olması durumu yapıdaki olumsuzluk parametrelerinden biridir.

Yapının eğimli topoğrafyada bulunması; 30°'den fazla eğimli zeminde konumlanan yapılar için geçerli olan bir olumsuzluk parametresidir. Zeminde oluşabilecek bozulmalar yapı elemanlarına düzgün bir şekilde dağıtılamayacağından dikkat edilmesi gerekmektedir.

2.1.1.2. Değerlendirme Aşamaları

Değerlendirme aşamasına gelindiğinde belirlenmiş olan taban puanı ve olumsuzluk puanlarına göre Eşitlik (2.1) kullanılarak sonuç puanı hesaplanır.

$$P.S = B.S + \Sigma ((V.S) * (V.S.M)) \quad (2.1)$$

Tablo 2.1: Sucuoğlu-Yazgan 1.Aşama değerlendirme tablosu.

Kat Sayısı	Zone 1 60<PGV<80	Zone 2 40<PGV<60	Zone 3 20<PGV<40	Yumuşak Kat	Ağır Çıkma	Görüne n Kalite	Kısa Kolo n	Çarpışma	Topografi k 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

Sucuoğlu – Yazgan yönteminde kabul edilen sınır değer 50’dir. Yapının performans puanı 50 puanın altındaysa yapı “Riskli”, 50 puanın üzerindeyse “Güvenli” sonucu elde edilir.

2.1.2. Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar Ek-A

16/5/2012 tarihli 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun kapsamında riskli yapıların tespit edilmesine ilişkin esasları içerir. Yönetmeliğin Ek-A’sında bahsedilen; binaların bölgesel olarak deprem risk dağılımı belirlemek için basitleştirilmiş yöntemler tezin bu bölümünde anlatılacaktır.

Ek-A’da anlatılan yöntemler yalnızca bir yapının risk durumunu belirlemek için kullanılmamaktadır. Belirli alanlarda, öncelik gösterebilecek ve riskli olabilecek yapıların bölgesel olarak dağılımının tespit edilebilmesi amacıyla kullanılan bir yöntemdir. 1-7 katlı betonarme yapıların analizi için kullanılabilir. Yapı, zemin durumuna ve serbest kat sayısına bağlı olarak bir temel puan alır. Bu puanın üzerine yapının betonarme çerçeve veya betonarme perdeli çerçeve olması durumuna göre yapısal sistem puanı eklenir. Toplanan bu puandan, tespit edilen olumsuzluk parametre değerleri çıkarılarak nihai yapı performans puanı elde edilir. Değerlendirme aşamasında, incelenen alandaki tüm yapıların performans puanları kullanılarak elde

edilen aritmetik ortalama ve standart sapma değerlerine göre bir istatistiksel çalışma yapılır. Sonucunda yapılar riskli, orta riskli, düşük riskli ve güvenli olarak sınıflandırılır.

2.1.2.1. İnceleme Aşamaları

Performans puanının belirlenebilmesi için öncelikle taban puanı belirlenmelidir. Taban puanının belirlenmesi için tehlike bölgesi tespit edilmelidir. Tehlike bölgesi Türkiye Deprem Tehlike Haritasından alınacak S_{DS} değeri ve zemin sınıfına göre Tablo 2.2'ye göre belirlenir. S_{DS} değeri hesaplanırken DD-2 deprem yer hareketi düzeyi kullanılmalıdır. Zemin sınıfı ise yapının bulunduğu zeminde yapılan zemin etdyle belirlenmektedir. Yapının bulunduğu bölge zemin etüdü yapılması için uygun değilse yapının bulunduğu bölgede daha önceden yapılmış bir zemin etüdü veya yapının bulunduğu zemine emsal olabilecek bir zemin etdindeki zemin sınıfı değeri kabul edilecektir.

Tablo 2.2: Deprem Tehlike Bölgeleri.

Tehlike Bölgesi	S_{DS}	Zemin Sınıfı
I	$S_{DS} \geq 1.0$	ZC/ZD/ZE
II	$S_{DS} \geq 1.0$ $1.0 \geq S_{DS} \geq 0.75$	ZA/ZB ZC/ZD/ZE
III	$1.0 \geq S_{DS} \geq 0.75$ $0.75 \geq S_{DS} \geq 0.50$	ZA/ZB ZC/ZD/ZE
IV	$0.75 \geq S_{DS} \geq 0.5$ $0.50 \geq S_{DS}$	ZA/ZB Tüm Zeminler

S_{DS} değeri ve yapının bulunduğu zemin sınıfına göre tehlike bölgesi belirlenir. Tehlike bölgesi bulunduktan sonra yapının kat sayısına bağlı olarak Tablo 2.3'e göre Taban Puanı bulunur.

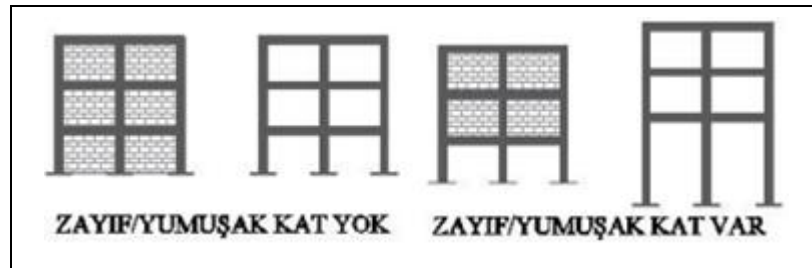
Tablo 2.3: Taban ve yapısal sistem puan tablosu.

Toplam Kat Sayısı	Taban Puanı (TP)				Yapısal Sistem Puanı(YSP)	
					Yapısal Sistem	
	Tehlike Bölgesi				BAÇ	BAÇP
	I	II	III	IV		
1 ve 2	90	120	160	195	0	700
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

Yapısal Sistem Puanı da Tablo 2.3'e göre belirlenmektedir. Betonarme çerçeve sisteme sahip yapılar için herhangi bir puan katkısı olmamasına rağmen betonarme perdeli çerçeve sisteme sahip yapılar için artı bir puan olmaktadır.

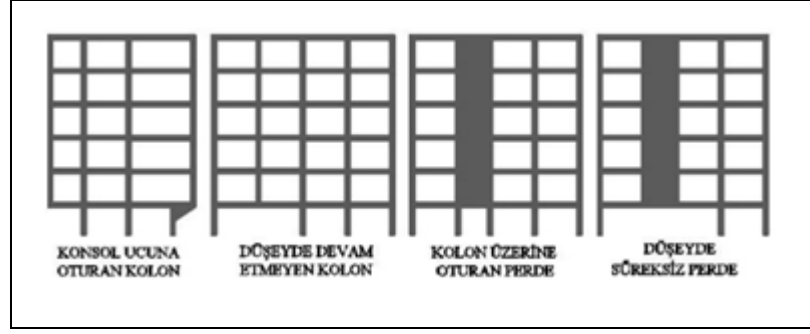
Bina görsel kalitesi; yapının dışarıdan nasıl görüldüğünü dolayısıyla yapıya gösterilen özeni yansıtır. Malzeme ve işçilik kalitesiyle ilgili fikir edinebileceğimiz bir parametredir. İyi, orta veya kötü olarak sınıflandırılır.

Yumuşak/zayıf kat; özellikle zemin katın dükkân/mağaza olması durumunda kat yüksekliklerinin diğer katlardan farklı olması veya katlar arası rijitlik farkı oluşması durumunda oluşur. Şekil 2.1'e göre tespit edilebilen bu olumsuzluk parametresi var veya yok olarak sınıflandırılır.



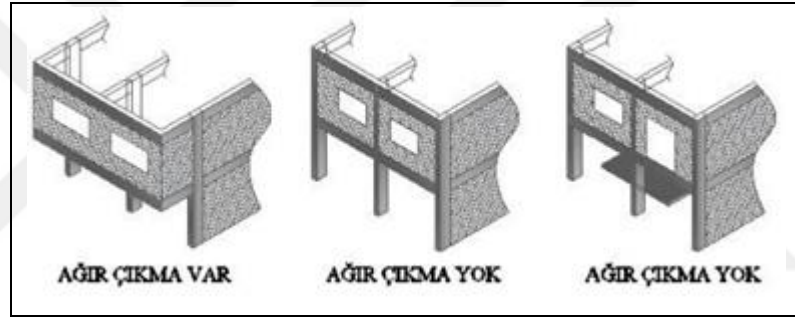
Şekil 2.1: Yumuşak/zayıf katın tespiti.

Düşeyde düzensizlik; kolon veya perdelerin düşey olarak devam etmemesi sonucunda ortaya çıkan bir olumsuzluk parametresidir. Şekil 2.2'ye göre tespit edilir, var veya yok olarak sınıflandırılır.



Şekil 2.2: Düşey düzensizlik tespiti.

Ağır çıkmalar; üst kat alanlarının zemin kat alanından fazla olması durumunda ortaya çıkan olumsuzluk parametresidir. Şekil 2.3'e göre tespit edilir, var veya yok olarak sınıflandırılır.



Şekil 2.3: Ağır çıkma tespiti.

Planda düzensizlik/burulma etkisi; yapı planının asimetriye sahip olması ve düşey taşıyıcı elemanların düzensiz yerleştirilmesi sonucu ortaya çıkar. Yapıda burulma etkisi yaratabilecek plan düzensizlikleri de dikkate alınacaktır. Şekil 2.4'e göre tespit edilir, var veya yok olarak sınıflandırılır.



Şekil 2.4: Planda düzensizlik tespiti.

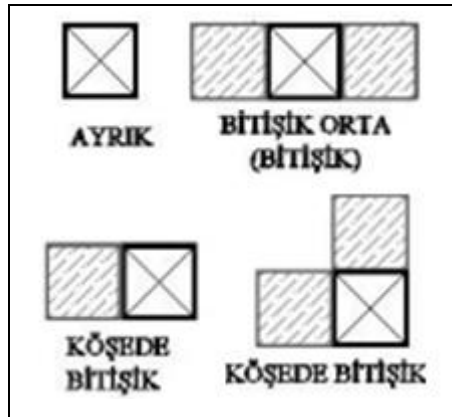
Kısa kolon; yarı gömülü bodrum katlardaki şerit pencereler, yarı dolgulu çerçeveler, asma katlar veya merdiven boşluklarındaki kirişlerin varlığı ile ortaya çıkar. Yalnızca dışarıdan gözlemsel olarak tespit edilebilen kısa kolonlar dikkate alınacaktır. Şekil 2.5'e göre tespit edilir, var veya yok olarak sınıflandırılır.



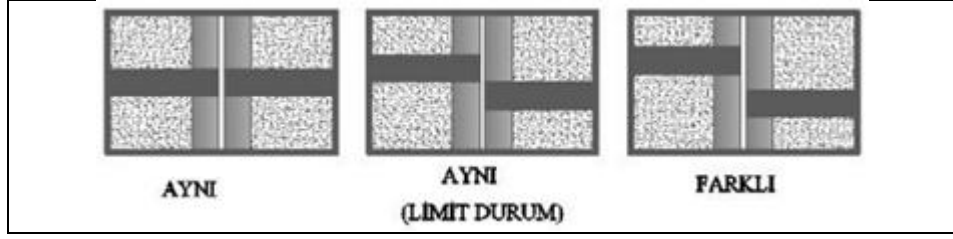
Şekil 2.5: Kısa kolon tespiti.

Yapı nizamı/bitişik binalarda döşeme seviyeleri; deprem esnasında yapıların bitişik olması çarpışma etkisi yaratabileceğinden bu durum olumsuzluk olarak kabul edilir. Yapının kenarda olması bu olumsuzluk durumunu arttırırken bitişik ve kat seviyelerinin farklı olması olumsuzluğu daha da arttıran bir durumdur.

Yapı nizamının ayırık/bitişik olması durumu ve bitişikse kat seviyelerinin aynı/farklı olması durumu incelenecektir. Şekil 2.6 ve Şekil 2.7'ye göre tespit edilen bu değerlere dışarıdan gözlemle kolaylıkla ulaşılabilir.



Şekil 2.6: Yapı nizamı tespiti.



Şekil 2.7: Bitişik binalarda döşeme seviyesi tespiti.

Tabii zemin eğimi; yapının bulunduğu zeminin eğimi 30° 'den fazla ise tabii zemin eğimi var, 30° 'den az ise tabii zemin eğimi yok olarak kabul edilecektir.

2.1.2.2. Değerlendirme Aşamaları

Elde edilen tüm parametreler Şekil 2.8'deki veri toplama formuna işlenecektir. Taban Puanı, Yapısal Sistem Puanı ve Tablo 2.4 ve 2.5'e göre belirlenen tüm olumsuzluk puanları Eşitlik (2.2)'ye işlenecek ve yapı için bir Performans Puanı hesaplanacaktır.

Tablo 2.4: Olumsuzluk parametre değerleri (Oi).

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/K.Bitişik	1
8	Tabii Zemin Eğimi	Yok	0	Var	1

Tablo 2.5: Olumsuzluk Parametre Puanları (OPi).

Top lam Kat Sayısı	Yumuş ak Kat	Görün en Kalite	Ağır Çık ma	Kat Seviyesi/Bağımsız Bina Durumu				Düşeyde Düzensiz lik	Planda Düzensizlik/Buru lma	Kısa Kolo n	Tabii Zemi n Etkisi
				Aynı		Farklı					
				Ort a	Ken ar	Ort a	Ken ar				
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

BETONARME BİNALAR İÇİN VERİ TOPLAMA FORMU										
BİNA KİMLİK BİLGİLERİ								Tarih:		
								Sıra:		
BİNA KİMLİK NO								BİNA FOTOĞRAF (BİNANIN ÖN CEPHESİNDEN VE BINAYI 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				☐ KONUT		☐ TİCARET		☐ SANAYİ		☐ KAMU
				☐ METRUK						
BİNA TEKNİK BİLGİLERİ										
YAPISAL SİSTEM TÜRÜ				☐ BA ÇERÇEVE			☐ BA ÇERÇEVE VE PERDE			
SERBEST KAT ADEDİ (Nsk)										
BİNA GÖRSEL KALİTESİ				☐ İYİ		☐ ORTA		☐ KÖTÜ		
YUMUŞAK KAT / ZAYIF KAT				☐ VAR		☐ YOK				
DÜŞEYDE DÜZENSİZLİK				☐ VAR		☐ YOK				
AĞIR ÇIKMALAR				☐ VAR		☐ YOK				
PLANDA DÜZENSİZLİK				☐ VAR		☐ YOK				
KISA KOLON ETKİSİ				☐ VAR		☐ YOK				
YAPI NİZAMI				☐ AYRIK		☐ BİTİŞİK		☐ KÖŞEDE BİTİŞİK		
BİTİŞİK BİNALARLA DÖŞEME SEVİYESİ				☐ AYNI		☐ FARKLI				
TABİİ ZEMİN EĞİMİ				☐ DÜZ		☐ EĞİMLİ (Eğim > 30°)				
ZEMİN SINIFI				☐ ZA		☐ ZB		☐ ZC		☐ ZD
				☐ ZE						
NOT:										

Şekil 2.8: Betonarme Binalar İçin Veri Toplama Formu.

O_i değeri ‘Var’ için 1, ‘Yok’ için 0 kabul edilecektir. Bina görsel kalitesinde ‘İyi’ için 0, ‘Orta’ için 1 ve ‘Kötü’ için 2; yapı nizamı ‘Ayrık’ ise 0, ‘Bitişik/Köşede Bitişik’ ise 1 değeri alınacaktır.

$$PP = TP + \sum_i^n (O_i * OP_i) + YSP \quad (2.2)$$

Çalışma yapılan bölgede her yapı için performans puanı hesaplandıktan sonra tüm puanların aritmetik ortalaması ve standart sapması hesaplanarak risk aralıkları belirlenecek ve önceliği olan yapılar tespit edilecektir.

2.1.3. Aydınöğlu Yöntemi, (2003)

Aydınöğlu Yöntemi, (2003); İstanbul Teknik Üniversitesi, Boğaziçi Üniversitesi, Yıldız Teknik Üniversitesi ve Ortadoğu Teknik Üniversitesi ile İstanbul Büyükşehir Belediyesi arasında imzalanan sözleşme uyarınca hazırlanan İstanbul için Deprem Master Planı içinde 7/7/2003 tarihinde yayınlanmıştır.

Aydınöğlu Yöntemi de diğer sokak taraması yöntemleri gibi bir yapının deprem performansını tespit etmek amacıyla kullanılmamaktadır. Amaç bir bölgenin risk durumunu gerçekçi bir şekilde tahmin edebilmek ve risk önceliği olan yapıları belirlemektir.

Aydınöğlu Yöntemi’nin tez kapsamında incelenen diğer yöntemlerden ayrılan en büyük özelliği spektral ivmeler ve spektral ivmelerden elde edilen spektral yer değiştirmeler kullanılarak ‘deprem istemi’nin tepe yer değiştirmeler cinsinden tahmin edilmesidir. Risk tespiti 50 yılda %10 aşılma olasılıklı depreme (DD2) göre yapılmalı ve ‘göçme kontrolü’ performans kriterinin sağlanması için kullanılması öngörülmektedir.

2.1.3.1. İnceleme Aşamaları

Öncelikle deprem yer değiştirme isteminin bulunabilmesi için elastik ivme spektrumu değeri Eşitlik (2.3)’e göre hesaplanacaktır.

$$S_{ae} = (1 + 1.5 / T_0) S_s / 2.5 \quad (T < T_0) \quad (2.3.a)$$

$$S_{ae} = S_s \quad (T_0 \leq T \leq T_s) \quad (2.3.b)$$

$$S_{ae} = S_1 / T \quad (T > T_s) \quad (2.3.c)$$

Burada T_s değeri S_1/S_s , T_0 değeri $0.2 \cdot T_s$ olarak tanımlanmaktadır. T , yapının etkin doğal periyot değeri ise betonarme yapılar için Eşitlik (2.4)'e göre hesaplanır. Denklemdaki n değeri yapının bodrum hariç kat sayısını ifade eder.

$$T = 0.15 \cdot n \quad (2.4)$$

Eşitlik (2.3) ile hesaplanan elastik ivme spektrum değerinden sonra elastik yer değiştirme spektrum değeri olan S_{de} Eşitlik (2.5)'e göre hesaplanır.

$$S_{de} = (T / 2\pi)^2 \cdot S_{ae} \quad (2.5)$$

Elastik olmayan yer değiştirme değeri de yaklaşık olarak Eşitlik (2.6) ile hesaplanır.

$$S_{di} = C_d \cdot S_{de} \quad (2.6)$$

C_d , yapının bodrum kat hariç kat sayısı (n) değerine göre belirlenen ampirik bir katsayıdır. Tablo 2.5'ten belirlenir.

Tablo 2.6: C_d katsayıları.

n	1	2	3	≥ 4
C_d	1.5	1.3	1.1	1.0

Tepe yer değiştirmesi istemi (u_n) 5-6 katlı binalarda, 1.doğal titreşim modunun doğrusal kabulü ile her bir katın kütlesi eşit alınarak, Eşitlik (2.7) ile basitçe hesaplanabilir.

$$u_n = [3n / (2n + 1)] S_{di} \quad (2.7)$$

Yapılarda ortalama kat yüksekliğinin 3m olduğu kabulü ile u_n tepe yer değiştirme değerinin toplam yapı yüksekliğine (H_n) bölünmesi ile bina görelî öteleme oranı istemi (D_d) Eşitlik (2.8)'deki gibi hesaplanabilir.

$$D_d = u_n / H_n = S_{di} / (2n + 1) \quad (2.8)$$

Yukarıdaki eşitlikte elastik olmayan yer değiştirmenin (S_{di}) birimi metredir.

Yapıların tepe yer değiştirme kapasiteleri can güvenliği ve göçme kontrolü performans kriterleri için Eşitlik (2.9)'da tanımlanan eşitliğe göre hesaplanacaktır.

$$D_c = D_{co} * C_c \quad (2.9)$$

Yukarıdaki eşitlikte D_c bina görelî öteleme oranı kapasitesini, D_{co} Tablo 2.6'da tanımlanan baz öteleme oranı kapasitesini, C_c ise yapı özelliklerine göre hesaplanan kapasite azaltma katsayısını göstermektedir.

Tablo 2.7: Baz öteleme oranı kapasiteleri.

Yapı Türü	Can güvenliği performans kriteri	Göçme kontrolü performans kriteri
Betonarme	0.008	0.014
Yığma	0.006	0.01

C_c , kapasite azaltma katsayısı aşağıda verilen, incelenen betonarme yapının özelliklerine karşılık gelen sayıların çarpımının bir sonucudur.

- Yapının görünen inşaat kalitesi “iyi” ise 1.0, “orta” ise 0.9, “kötü” ise 0.8
- Bitişik nizamda olan “ortadaki” yapılar için 1.0, “köşedeki” yapılar için 0.9
- Bitişik nizamdaki kat seviyeleri “aynı” yapılar için 1.0, “farklı” yapılar için 0.9
- Zayıf kat “var” ise 0.8, “yok” ise 1.0
- Kısa kolon “var” ise 0.8, “yok” ise 1.0
- Cephe kolonlarının zemin katta konsola oturuyor ise 0.8, aksi halde 1.0 değeri kullanılacaktır.

2.1.3.2. Değerlendirme Aşamaları

Önceki bölümde hesaplanan tepe yer değiştirme kapasitesinin, tepe yer değiştirmesi istemine bölünmesiyle (Eşitlik (2.10)) elde edilen oran sıralama esnasında kullanılacak olan değerdir. Bu oran hem can güvenliği performans kriteri hem de göçme kontrolü performans kriteri için hesaplanacaktır.

$$\text{Kapasite / İstem Oranı} = D_c / D_d \quad (2.10)$$

Diğer birinci derece değerlendirme yöntemlerinde olduğu gibi Aydınoğlu yönteminde de tekil olarak bir yapının depreme karşı güvenli olduğu, önlem alınmasına gerek olmadığı veya tamamen güvensiz olduğu, yıkılması, güçlendirme yapılması gerektiği sonucu çıkarılamaz. Aydınoğlu Yönteminde amaç, yapıların “kapasite-istem” değerlerinin karşılaştırılmasıyla bir ön değerlendirme yapmaktır. Bu şekilde ikinci derece değerlendirme için hem bölgesel hem de tekil yapı olarak öncelik belirlenecektir.

2.2. 2.Derece Hızlı Değerlendirme Yöntemleri

2.2.1. P25 Yöntemi, (2007)

P25 Yöntemi ilk olarak “Sıfır Can Kaybı Projesi” altında “P5 Yöntemi” olarak Tezcan vd. tarafından 2002 yılında ortaya çıkmıştır. P5 Yöntemi, geçmiş yıllarda gerçekleşen depremlerde hasarsız, orta hasar almış ve göçmüş 23 yapının Bal tarafından incelenmesi ve yüksek lisans tez çalışmaları ile geliştirilmesi ile P24 Yöntemi adını almıştır. Sonrasında 106M278 sayılı Tübitak projesi kapsamında Gülay, Tezcan ve Bal tarafından 2006-2008 yılları arasında çok daha fazla sayıda yapıya uygulanmış ve yeniden düzenlenerek P25 adını almıştır. P25 Yönteminin test etmek amacıyla Gülay, Bal ve Tezcan tarafından, İstanbul Kadıköy bölgesinde 40 yapı üzerinde uygulanmış ve sonuç verileri ile yapılan yayınlar vasıtasıyla uluslararası platformlarda da tanıtılmıştır.

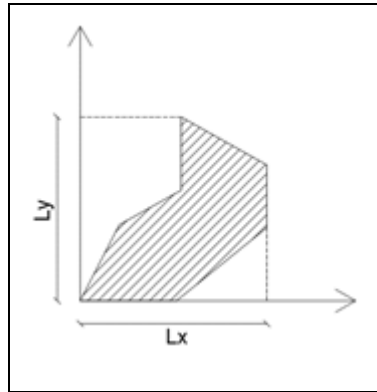
P25 Yönteminde amaç incelenen yapı için bir $P_{\text{sonuç}}$ puanı hesaplamaktır. $P_{\text{sonuç}}$ puanı, $P_1, P_2 \dots P_7$ puanlarının hesaplanması ile elde edilen, yapının risk önceliğinin

tespiti için kullanılan bir puandır. $P_1, P_2 \dots P_7$ puanları 7 ayrı göçme riskini tespit eder. Bu göçme risklerinin birbirlerine etki edip etmediklerini tespit etmek amacıyla her P_i puanı için belirlenen w ağırlık çarpanı ile P_w ağırlıklı ortalama puan hesaplanır. P_w puanı yardımıyla da β düzeltme çarpanı bulunur. Yapının topoğrafik konumu, hareketli yük çarpanı, bulunduğu zeminin en büyük ivme değeri ve bina önem katsayısına göre belirlenen değerler ile α düzeltme çarpanı hesaplanır. Hesaplanan P_i puanları arasından değeri en küçük olan puan $P_{\min}$ olarak tanımlanır. $P_{\min}$ puanının α ve β düzeltme katsayıları ile çarpılması sonucunda da $P_{\text{sonuç}}$ puanı elde edilir. Elde edilen $P_{\text{sonuç}}$ puanı incelenen yapının risk durumunun belirlenmesinde kullanılır.

2.2.1.1. İnceleme Aşamaları

2.2.1.1.1. Kritik Kat Seçimi

Kritik kat, hasar potansiyeli en yüksek olan kattır. Kritik kat genellikle zemin kattır. Ancak bodrum kat çevresinde toprak perdesi bulunmuyorsa bodrum kat kritik kat olarak seçilmelidir. Eğer kritik kat olduğundan şüphelenilen başka bir kat bulunuyorsa hesaplamalar o kat için de yapılmalı ve sonuç olarak çıkan en olumsuz performans puanı nihai puan kabul edilmelidir.



Şekil 2.9: Efektif kat alanı.

Efektif kat alanı (A_e), Şekil 2.9’da görüldüğü gibi yapının kenarları L_x ve L_y olan bir dikdörtgen içine oturtulmasıyla elde edilir.

$$A_e = L_x * L_y \quad (2.11)$$

2.2.1.1.2. C_A - Enkesit Alanı Endeksi Bileşkesinin Hesaplanması

Alan endeksi, kritik katta bulunan kolon, dolgu duvar ve perde duvarların enkesit alanlarının efektif kat alanına oranıdır.

$$A_{ef,x} = A_c + A_{sx} + (E_m / E_c) A_{wx} \quad (2.12.a)$$

$$A_{ef,y} = A_c + A_{sy} + (E_m / E_c) A_{wy} \quad (2.12.b)$$

$$C_{Ax} = \frac{2 \cdot (10^5) \cdot A_{ef,x}}{A_e} \quad (2.12.c)$$

$$C_{Ay} = \frac{2 \cdot (10^5) \cdot A_{ef,y}}{A_e} \quad (2.12.d)$$

$$C_{A,min} = \min(C_{Ax}, C_{Ay}) \quad (2.12.e)$$

$$C_{A,max} = \max(C_{Ax}, C_{Ay}) \quad (2.12.f)$$

$$C_A = \sqrt{(0.87 C_{A,min})^2 + (0.50 C_{A,max})^2} \quad (2.12.g)$$

Yukarıdaki eşitliklerde;

- A_c : Kritik kattaki kolonların enkesit alanları toplamı,
- A_{sx} : Kritik katta X doğrultusunda bulunan betonarme perde duvarların enkesit alanları toplamı,
- A_{sy} : Kritik katta Y doğrultusunda bulunan betonarme perde duvarların enkesit alanları toplamı,
- A_{wx} : Kritik katta X doğrultusunda bulunan dolgu duvarların enkesit alanları toplamı,
- A_{wy} : Kritik katta Y doğrultusunda bulunan dolgu duvarların enkesit alanları toplamı,
- E_m / E_c : Dolgu duvar malzemesinin elastisite modülünün betonun elastisite modülüne oranı boşluklu tuğla için 0.15 kabul edilir.

Dolgu duvar üzerinde kapı veya pencere boşluğu bulunuyorsa boşluğun konumuna göre duvar kalınlığı veya boyu değiştirilir. Boşluk dolgu duvarın ortasındaysa duvar kalınlığı yarıya düşürülür. Boşluk duvarın kenarında

konumlandırılmış ise duvar kalınlığı değiştirilmez fakat duvar boyundan boşluk boyu çıkartılarak hesap yapılır.

2.2.1.1.3. C_I - Atalet Momenti Endeksi Bileşkesinin Hesaplanması

Atalet momenti endeksi, kritik katta bulunan kolon, doldu duvar ve perde duvarların her iki yöndeki atalet momentleri kullanılarak hesaplanır.

$$I_x = a^3b / 12 \quad I_y = b^3a / 12 \quad (2.13.a)$$

$$I_{ef,x} = I_{cx} + I_{sx} + (E_m/E_c) I_{wx} \quad (2.13.b)$$

$$I_{ef,y} = I_{cy} + I_{sy} + (E_m/E_c) I_{wy} \quad (2.13.c)$$

$$C_{Ix} = 2 (10^5) [(I_{ef,x}) / (I_x)]^{0.2} \quad (2.13.d)$$

$$C_{Iy} = 2 (10^5) [(I_{ef,y}) / (I_y)]^{0.2} \quad (2.13.e)$$

$$C_{I,min} = \min (C_{Ix}, C_{Iy}) \quad (2.13.f)$$

$$C_{I,max} = \max (C_{Ix}, C_{Iy}) \quad (2.13.g)$$

$$C_I = \sqrt{(0.87C_{I,min})^2 + (0.50C_{I,max})^2} \quad (2.13.h)$$

Enkesit alanı ve atalet momenti endeksleri, depremin yapının zayıf olan yönüne 30° açıyla geldiği kabulü ile yapılır.

2.2.1.1.4. P_0 – Taşıyıcı Sistem Puanı

P_0 taşıyıcı sistem puanı, yapının taşıyıcı sistem özellikleri göz önünde bulundurularak hesaplanan bir puandır. Eşitlik (2.14) ve Eşitlik (2.15)'te bulunan eşitlikler yardımıyla hesaplanır.

$$P_0 = (C_A + C_I) / h_0 \quad (2.14)$$

Burada h_0 değeri, farklı yapı yükseklikleri ve tasarımsal farklılıkları olan yaklaşık 27 bin yapı üretilmesi ve hazırlanan yazılım programı ile regresyon analizi yapılarak elde edilmiştir.

$$h_0 = -0.6 * H^2 + 39.6 * H - 13.4 \quad (2.15)$$

2.2.1.1.5. P₁ – Temel Yapısal Puan

P₁ temel yapısal puanının hesaplanması için belirli kriterlere göre f_i katsayıları Tablo 2.7’den seçilir. Yapıdaki olumsuzluk parametrelerine göre yapılan seçimler sonucunda Eşitlik (2.16)’daki eşitlik yardımı ile P₁ puanı hesaplanır.

$$P_1 = P_0 * (\prod_{i=1}^{14} f_i) \quad (2.16)$$



Tablo 2.8: Yapısal düzensizlik katsayıları.

Katsayı	Tanım	Risk Seviyesi		
		Yüksek	Az	Yok
f_1	Burulma Düzensizliği	0.90	0.95	1.00
f_2	Döşeme Süreksizliği	0.90	0.95	1.00
f_3	Düşey Doğrultuda Süreksizlik	0.65-0.75	0.90	1.00
f_4	Kütle Düzensizliği	0.90	0.95	1.00
f_5	Korozyon Mevcudiyeti	0.90	0.95	1.00
f_6	Ağır Cephe Elemanları	0.90	0.95	1.00
f_7	Asma Kat Varlığı (γ =Asma Kat/Kat Alanı)	0.90 $\gamma \geq 0.25$	0.95 $0 < \gamma < 0.25$	0.90 $\gamma = 0$
f_8	Katlarda Seviye Farkı veya Kısmi Bodrum	0.80	0.90	1.00
f_9	Beton Kalitesi	$f_9 = (f_c / 20)^{0.5}$		
f_{10}	Zayıf Kolon Kuvvetli Kiriş	$f_{10} = [(I_x + I_y)/(2I_b)]^{0.15} \leq 1.00$		
f_{11}	Etriye Sıklığı	$f_{11} = 0.60 \leq (10/s)^{0.25} \leq 1.00$		
f_{12}	Zemin Sınıfı	0.90 (Z4)	0.95 (Z3)	1.00 (Z1, Z2)
f_{13}	Temel Tipi	0.80-0.90 (Tekil Temel)	0.95 (Sürekli Temel)	1.00 (Radye Temel)
f_{14}	Temel Derinliği	0.90 (1 m'den az)	0.95 (1-4 m arası)	1.00 (4m'den fazla)

2.2.1.1.6. P₂ – Kısa Kolon Puanı

Kısa kolon, kattaki diğer kolonlara göre boyu kısa olan ve gevrek davranış göstermesi beklenen kolondur. Bu tezde kullanılan diğer yöntemlerde de kısa kolon bulunup bulunmadığı göz önünde bulundurulmuştur. Fakat P25 Yönteminde kısa kolonun boyunun kat yüksekliğine oranı ve katta bulunma oranı bilgisi de saptanmalıdır. Elde edilen bu bilgiler sonucunda P₂ puanı Tablo 2.8’e göre seçilir. Kısa kolon yoksa P₂ puanı 100 kabul edilir.

Tablo 2.9: Kısa kolon puanları.

Kısa Kolonların Bulunma Oranı	Kısa Kolon Boyu / Kat Yüksekliği			
	(0.75-1)h	(0.4-0.75)h	(0.15-0.4)h	(0-0.15)h
Az (%5'ten az)	70	64	57	50
Bazı (%5 - %15)	60	50	44	37
Fazla (%15 - %30)	50	40	30	24
Çok Fazla (%30'dan fazla)	40	30	20	10

2.2.1.1.7. P₃ – “Yumuşak Kat” ve “Zayıf Kat” Puanı

Yapının zemin katının kat yüksekliği olarak (dükkân, işyeri vb. kullanım çeşitliliklerinden ötürü) diğer katlardan daha yüksek tasarlanması, yine kullanım durumundan ötürü yapının yanal rijitliğine oldukça fazla katkısı olan dolgu duvarların kaldırılması gibi durumlardan ötürü yumuşak kat ve zayıf kat düzensizlikleri ortaya çıkmaktadır. Bu düzensizliklerden dolayı ortaya çıkan P₃ puanı Eşitlik (2.17) ile hesaplanır.

$$P_3 = 100 * [r_a * r_r * (h_{i+1} / h_i)^3]^{0.6} \quad (2.17)$$

Bu denklemde;

r_a; Kritik kat ve bir üst katın kolon, perde duvar ve dolgu duvarlarının efektif alanı oranı

r_r; Kritik kat ve bir üst katın kolon, perde duvar ve dolgu duvarlarının efektif atalet momenti oranı

h_i; kritik kat yüksekliği

h_{i+1}; kritik katın üstündeki katın kat yüksekliğini ifade eder.

r_a ve r_r Eşitlik (2.18)'e göre her iki yön için de hesaplanır ve ortalama değer hesaplanır.

$$r_a = (A_{ef,i} / A_{ef,i+1}) \leq 1 \quad (2.18.a)$$

$$r_r = (I_{ef,i} / I_{ef,i+1}) \leq 1 \quad (2.18.b)$$

2.2.1.1.8. P₄ – Çıkmalar ve Çerçeve Süreksizliği Puanı

Yapı projelendirilirken oturum alanının yeterli gelmediği durumlarda zemin kattan konsol döşemelerle kat alanının genişletilmesi sonucu ağır çıkmalar ortaya çıkar. Ağır çıkmalar hem kütle dağılımında düzensizliğe hem de cephe kolonları arasında bulunan kiriş akslarının ötelenmesi ile çerçevelerde süreksizliğe sebep olarak yapının dayanımını olumsuz etkilemektedir. P₄ puanı Tablo 2.9'a göre belirlenmektedir.

Tablo 2.10: Çıkmalar ve çerçeve süreksizliği puanları.

Çerçeve Kirişleri	Çıkmanın Bulunma Oranı		
	Tek Cephe	İki Cephe	Üç-Dört Cephe
Var	90	80	70
Yok	70	60	50

2.2.1.1.9. P₅ – Çarpışma Puanı

Yapıların bitişik olması deprem esnasında birbirlerine yük aktarmalarına sebep olmaktadır. Bu durum tasarım esnasında hesaba katılmayan bir durumdur. Kütleleri, yükseklikleri dolayısıyla periyotları birbirinden farklı yapıların bitişik olması durumu özellikle de yapı köşede ise oldukça büyük hasarlara sebep olmaktadır.

Çarpışma türü, bitişik nizamdaki iki yapının kütle merkezleri yatay olarak aynı çizgi üzerinden geçiyorsa “merkezi çarpışma”, geçmiyorsa “dış merkezli çarpışma” olarak tanımlanır. P₅ puanı da bitişik nizamlı yapıların konumu ve kat döşeme seviyelerinin aynı/farklı olması durumuna göre Tablo 2.10'dan seçilir.

Tablo 2.11: Çarpışma puanları.

Çarpışma Türü	Merkezi arpışma		Dış Merkezli arpışma	
	Aynı Seviyede Döşeme	Farklı Seviyede Döşeme	Aynı Seviyede Döşeme	Farklı Seviyede Döşeme
Bitişik Nizam/U Bina	35	15	20	10
Bir Bina Diğerinden Daha Rijit ve/veya Ağır	40	25	30	20
Alçak Bina ile Yüksek Bina	50	30	30	20
Binalar Aynı Yükseklikte	70	60	60	50

2.2.1.1.10. P₆ – Sıvılaşma Potansiyeli Puanı

Sıvılaşma potansiyeli puanı, yapının bulunduğu zeminin yer altı su seviyesine (YASS) göre Tablo 2.11’den belirlenir.

Tablo 2.12: Sıvılaşma potansiyeli puanları.

YASS	Hesaplanan Sıvılaşma Potansiyeli		
	Az	Orta	Yüksek
> 10 m	60	45	30
2 m - 10 m	45	33	20
< 2 m	30	20	10

2.2.1.1.11. P₇ – Toprak Hareketleri Puanı

Toprak hareketleri puanı, büyük oturmalar, heyelan, yanal dağılma, istinat duvarı göçmesi durumlarından herhangi birinin oluşma ihtimaline karşın zemin sınıfı ve YASS’a göre Tablo 2.12’ye göre belirlenir.

Tablo 2.13: Toprak Hareketi Puanları.

Zemin Sınıfı	YASS (m)	P ₇ Puanı
Z1-Z2	-	100
Z3	YASS ≤ 5	25
	YASS > 5	35
Z4	YASS ≤ 5	10
	YASS > 5	20

2.2.1.1.12. α – Düzeltme Çarpanı

P_{sonuç} puanının hesaplanabilmesi için P_{1,2...7} puanları arasından minimum değere sahip olan P_{min} puanının α düzeltme katsayısı ile düzeltilmesi gerekir. α düzeltme çarpanı Eşitlik (2.19)'a göre hesaplanır.

$$\alpha = (1 / I) (1.4 - PGV) [1/(0.4n + 0.88)] t \quad (2.19)$$

Burada;

I; Bina önem katsayısını

PGV; İncelenen yapının bulunduğu zeminin en büyük yer değiştirmesi

n; Hareketli yük çarpanını

t; Yapının tepede (0.7) veya dik yamaçta (0.85) olmasına göre değişen topoğrafik konum katsayısını gösterir. t katsayısının nominal değeri ise 1.0'dir.

2.2.1.1.13. β – Düzeltme Çarpanı

Öncelikle hesaplanmış olan P_i puanlarının, ağırlık katsayısı (w) yardımıyla birbirleriyle etkileşimi belirlenmelidir. Bunun için P_i puanları arasından minimum olan P_{min} puanı seçilir ve P_{min} için ağırlık katsayısı w=4 kabul edilir. Diğer P_i puanları için w ağırlık katsayısı ise Tablo 2.13'ten seçilir.

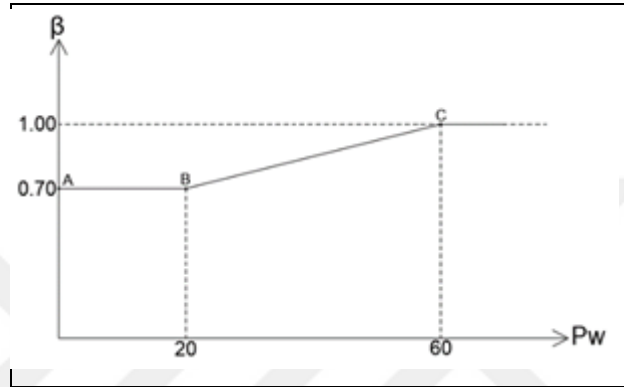
Tablo 2.14: Ağırlık Katsayıları (w).

Ağırlık Puanı	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P _{min}
Ağırlık Katsayısı (w)	4	1	3	2	1	3	2	4

Her bir P_i puanı için w katsayısı seçildikten sonra Eşitlik (2.20) kullanılarak P_w ağırlıklı ortalama puanı hesaplanır.

$$P_w = \sum (w_i * P_i) / \sum w_i \quad (2.20)$$

P_w ağırlıklı ortalama puanı kullanılarak Şekil 2.10'da görülen grafik ile β düzeltme çarpanı elde edilir.



Şekil 2.10: β Düzeltme Çarpanı.

2.2.1.1.14. $P_{\text{sonuç}}$ Puanı

$P_{\text{sonuç}}$ puanı α , β katsayıları ve P_i puanlarının minimumu olan P_{min} puanı ile Eşitlik (2.21) kullanılarak hesaplanır.

$$P_{\text{sonuç}} = \alpha * \beta * P_{\text{min}} \quad (2.21)$$

2.2.1.2. Değerlendirme Aşamaları

$P_{\text{sonuç}}$ puanı;

≥ 35 ise 1.Bölgedir. Düşük risk bölgesi anlamına gelir. Yapının göçmesi veya can kaybına sebebiyet verme ihtimali düşüktür. Ayrıntılı incelenmesi öncelikli değildir.

$35 > P_{\text{sonuç}} > 25$ ise 2.Bölgedir. Ayrıntılı inceleme bölgesi anlamına gelir. Yapının can kaybına sebep olup olmayacağına karar verilememiştir.

≤ 25 ise 3.Bölgedir. Yüksek risk bölgesi anlamına gelir. Yapının can kaybına sebep olabileceği dolayısıyla güçlendirilmesi veya yıkılması gerektiği sonucu çıkarılır.

2.2.2. Yakut Yöntemi, (2004)

Yakut Yöntemi, (2004), 1992 Erzincan, 1999 Marmara, 2002 Afyon ve 2003 Bingöl depremlerinde hasar görmüş 220 yapının verileri kullanılarak, Ahmet Yakut tarafından 2004 yılında geliştirilmiştir. Yöntemde kullanılan başlıca parametreler; inceleme katındaki düşey taşıyıcı elemanların (kolon ve perde) boyutları, dolgu duvar elemanlarının boyutları, beton dayanımı, yapının toplam ağırlığı, yapısal düzensizlikler ve S_{DS} değeridir.

2.2.2.1. İnceleme Aşamaları

2.2.2.1.1. Yapının Kesme Kuvveti Kapasitesinin Hesaplanması

Yapının kesme kuvveti kapasitesinin hesaplanması için kolon ve perde elemanların boyutları ve beton karakteristik çekme dayanımına ihtiyaç vardır. Eşitlik (2.22) eşitliği ile x ve y yönü için hesaplanır.

$$V_{ci} = c * \alpha * f_{ctk} * b_w * h \quad (2.22)$$

V_{ci} : İncelenen taşıyıcı elemanın kesme dayanımını (kN)

c : İncelenen elemanın uzun tarafı ve kesme kuvveti aynı yönde ise; kolon elemanları için 2/3, perde ve duvar elemanları için 1'dir. Kısa kenar ve kesme kuvveti aynı yönde ise; kolon elemanları için 1/3, perde ve duvar elemanları için 0'dır. Kolon elemanları kare ise her iki durumda da 0.5 değeri kullanılır.

α : TS500'e göre belirlenen dayanım azaltma katsayısı

f_{ctk} : Mevcut beton karakteristik çekme dayanımı (MPa)

Her bir eleman, x ve y yönünde hesaplanan tüm değerler toplanarak yapının kesme kuvveti kapasitesi hesaplanır.

2.2.2.1.2. V_y (Dolgu duvarsız) ve V_{yw} (Dolgu duvarlı) Yapının Akma Dayanımının Hesaplanması

Yapının kat sayısına ve kesme kuvveti kapasitesine (V_c) bağlı olarak dolgu duvar etkisi dikkate alınmadan Eşitlik (2.23) ile yapının akma dayanımı belirlenir.

$$V_y = \frac{V_c}{0.95 * e^{0.125n}} \quad (2.23)$$

Yakut Yöntemi, (2004) dolgu duvarların yatay yük taşıma katkısını da göz önünde bulundurur. Eşitlik (2.24) ile yapının dolgu duvarlarının katkısını da içeren akma dayanımı belirlenir.

$$V_{yw} = V_y \left(46 * \frac{A_w}{A_{tf}} + 1 \right) \quad (2.24)$$

A_w ; Boşluk içermeyen dolgu duvarların toplam alanı

A_{tf} ; Yapının inceleme kat alanını ifade eder.

2.2.2.1.3. Temel Kapasite İndeksi (BCPI) Hesaplanması

Yakut Yöntemi, (2004) de kapasite/talep oranını baz alan bir yöntemdir. Temel kapasite indeksi değeri yapının akma dayanımı değerinin mevcut deprem yönetmeliğinden (TBDY 2018) hesaplanan taban kesme kuvvetine bölünmesi ile hesaplanır.

BCPI yapıda hiçbir düzensizlik olmaması durumunda sonuç puanıdır.

$$BCPI = \frac{V_{yw}}{V_{code}} \quad (2.25)$$

$$V_{code} = 0.04 * m_t * I * S_{DS} * g \quad (2.26)$$

2.2.2.1.4. C_A (Yapısal Düzensizlik Katsayısı) Hesaplanması

Yapısal düzensizlikler yapının deprem performansının hızlı değerlendirildiği yöntemlerde önem arz etmektedir. Yakut Yöntemi'nde Eşitlik (2.27)'deki şekilde hesaplanır. Eşitlikteki değerler Tablo 2.14'e göre belirlenir.

$$C_A = 1 - [C_{AS} + C_{ASC} + C_{AP} + C_{AF}] \quad (2.27)$$

Tablo 2.15: Yakut Yöntemi düzensizlik katsayıları.

Parametre Adı	Parametre Simgesi	Parametre Değeri
Yumuşak Kat	C_{AS}	0.135
Ağır Çıkma	C_{AP}	0.055
Kısa Kolon	C_{ASC}	0.052
Plan ve Düşey Düzensizlik	C_{AF}	0.035

2.2.2.1.5. C_M (Yapı Görsel Kalitesi Katsayısı) Hesaplanması

Tablo 2.16: Yakut Yöntemi yapı görsel kalitesi değerleri.

Bina Görsel Kalitesi	Parametre Değeri
İyi	1
Orta	$1-0.55(1-C_A)/3$
Kötü	$1-0.55(1-C_A)$

Yapının sokaktan gözlenmesiyle, Tablo 2.16'ya göre belirlenir.

2.2.2.2. Değerlendirme Aşamaları

Bölüm 2.2.2.1'de hesaplanmış olan değerlerin x ve y yönleri için Eşitlik (2.28)'de kullanılmasıyla sonuç puanı elde edilir. x ve y yönlerinden küçük çıkan değer kabul edilir.

$$CPI = C_A * C_M * BCPI \quad (2.28)$$

CPI, Kapasite İndeksi değeridir. Bu değerin büyük olması yapının daha güvenli olduğu sonucunu verir. Çalışma yapılan yapı kümesine göre bir sınır puan belirlenmesi önerilse de basitleştirilmiş olarak 1.2 sınır değeri kabul edilebilir.

2.3. Detaylı Değerlendirme Yöntemleri

2.3.1. Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar – 2019

16.05.2012 tarihli ve 6306 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun ve Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanunun Uygulama Yönetmeliği (Sayı No: 28498, Kabul Tarihi: 15.12.2012) kapsamında tasarım depremi etkisi altında yıkılma veya ağır hasar görme riski bulunan binaların tespitinde kullanılmak üzere yeni bir yöntem geliştirilmiş ve esasları detaylı olarak belirtilmiştir. 2018 yılında deprem yönetmeliğinin değişmesi üzerine RYTEİE de TBDY 2018’e göre yenilenmiş ve Şubat 2019’da resmî gazetede yayınlanmıştır.

Bu esaslar ülkemizde yapısal yetersizliği bulunan, ömrünü tamamlanmış dolayısıyla deprem riski yüksek yapıların belirlenmesini ve dönüştürülmesini sağlamak amacı ile ortaya çıkmıştır.

Deprem yönetmeliği var iken RYTEİE’ye ihtiyaç duyulmasının sebebi amaç ve yöntem farklılığıdır.

- RYTEİE’de asıl amaç dönüşümdür. Deprem yönetmeliğinde ise depreme dayanıklı yeni bir yapı tasarımı esastır.

- Deprem yönetmeliğinde can güvenliği performans seviyesi hedeflenir ki bu performans hedefi yapının göçme sınırından çok ötededir. Fakat risk tespiti yaparken hedef, göçmesi veya ağır hasar alması beklenen yapıları tespit etmektir.

- Deprem yönetmeliğinde tasarım veya güçlendirme hedefine farklı yöntemler ile ulaşmak mümkün iken RYTEİE’de tek bir hesap yöntemi vardır. Ayrıca RYTEİE ile yapısal bir performans tahmini yapılamaz.

2.3.1.1. Kapsam

Taşıyıcı sistemi betonarme, yığma ve karma (betonarme ve yığma taşıyıcı sistemlerin bir arada bulunduğu) olan binaların risk tespiti bu Esaslara göre yapılacaktır.

2.3.1.2. Riskli Bina

(Deprem tehlikesi altında yüksek) Riskli Bina: Bulunduğu bölge için Tasarım Depremi (DD2) altında yıkılma veya ağır hasar görme riski bulunan bina Riskli Bina olarak tanımlanır. Riskli binanın tespiti için uygulanacak değerlendirme kuralları bu esaslarda verilmiştir.

2.3.1.3. Deprem Tehlikesi

2.3.1.3.1. Deprem Yer Hareketi Düzeyleri

Deprem yer hareketi düzeyleri, bina kullanım amacına göre tablodan seçilecektir.

Tablo 2.17: Deprem yer hareketi düzeyleri.

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	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**/DD-3***
b) Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, otopark, vb.	0.3	
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.

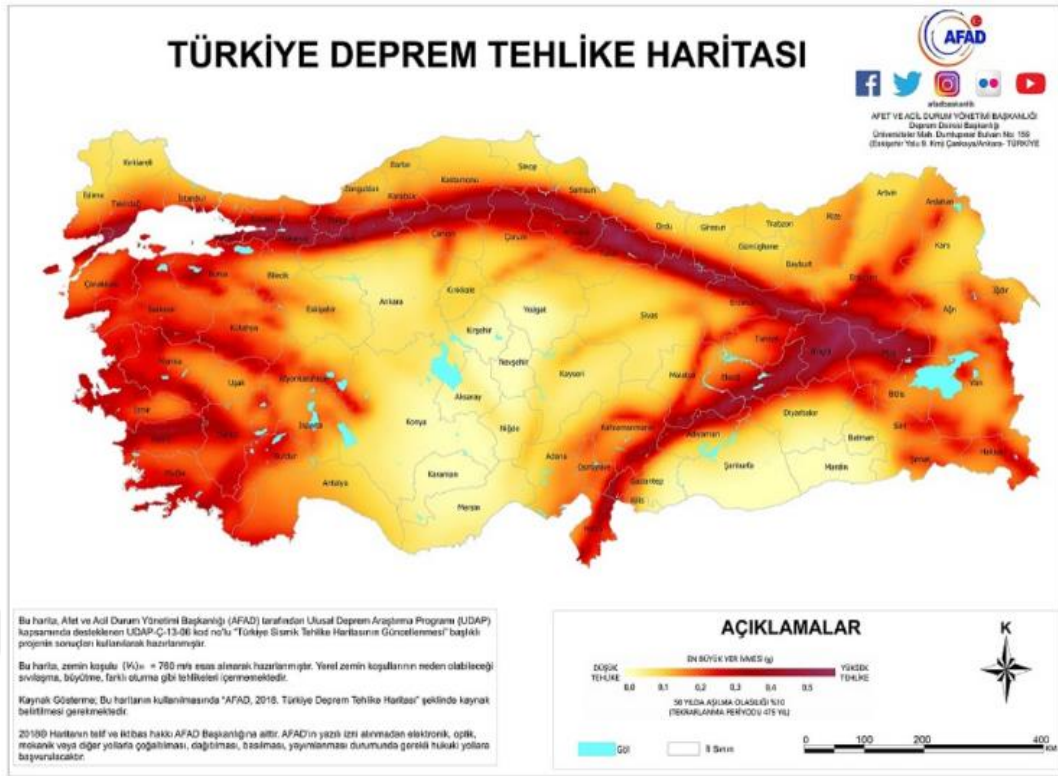
** DD-2 deprem yer hareketi düzeyi için hesaplanan spektrum 0.9 ile çarpılarak kullanılacaktır.

*** DD-3 deprem yer hareketi düzeyi az katlı betonarme binalarda 4.3'te verilen Hızlı Risk Tespit Yöntemi için kullanılacaktır.

2.3.1.3.2. Deprem Tehlike Haritaları

Yapının bulunduğu koordinatlara göre, Türkiye özelinde hazırlanmış Türkiye Deprem Haritaları aracılığıyla, Tablo 2.16'ya göre, uygun olan deprem düzeyi seçilerek harita spektral ivme katsayıları (S_s ve S_1) tespit edilir.

Deprem Tehlike Haritalarına AFAD'ın web uygulaması veya E-Devlet üzerinden (<https://tdth.afad.gov.tr/TDTH/main.xhtml>) erişim sağlanmaktadır.



Şekil 2.11: Türkiye Deprem Tehlike Haritası.

2.3.1.3.3. Zemin Sınıfları

Yapının bulunduğu bölgenin zemin sınıfı zemin etüdü yapılarak tespit edilecektir. Zemin etüdü yapılmasının imkânsız olduğu durumlarda (yeraltı ulaşım ağının bulunması, bitişik nizamlı binalar vb.) ise zemin sınıfı yapının bulunduğu bölgeye en yakın bölgede daha önce yapılmış veya yapılacak olan zemin etüdüne göre belirlenecektir.

Tablo 2.18: Zemin tipi tespiti.

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	• Deprem etkisi altında çökme ve potansiyel göçme riskine sahip zeminler (sıvılaştırılabilir zeminler, yüksek derecede hassas killeri, göçebilir zayıf çimentolu zeminler vb.), • Toplam kalınlığı 3 metreden fazla turba ve/veya organik içeriği yüksek killeri, • Toplam kalınlığı 8 metreden fazla olan yüksek plastisiteli ($PI > 50$) killeri, • Çok kalın (> 35 m) yumuşak veya orta katı killeri.			

2.3.1.3.4. Deprem Yer Hareketi Spektrumları

Spektral ivme katsayıları olan S_{DS} ve S_{D1} , deprem tehlike haritalarından elde edilen kısa periyot S_s ve 1.0 saniye periyodu S_1 (harita spektral katsayıları) kullanılarak, yerel zemin etki katsayıları F_s ve F_1 ile çarpılmasıyla elde edilecektir.

$$S_{DS} = S_s * F_s \quad (2.29)$$

Tablo 2.19: 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

$$S_{D1} = S_1 * F_1 \quad (2.30)$$

Tablo 2.20: Zemin etki katsayıları.

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

Yukarıdaki çizelgeler incelendiğinde S_s ve S_1 değeri arttıkça, F_s ve F_1 değerinin azaldığı görülmektedir. Bunun sebebi deprem etkisi artışı ile zemindeki doğrusal olmayan şekil değişimlerinin de artışıdır. Ayrıca çizelgelerde bulunmayan ara değerlerin hesaplanabilmesi için enterpolasyon yapılmalıdır.

Çizelgelerde görüldüğü üzere ZF zemin sınıfına ait bir satır bulunmamaktadır. ZF zemin sınıfında bulunan bir yapının hesabında az katlı bir yapı için ZE ile aynı değerler kabul edilecektir. Orta katlı yapılarda ise zemin parametre değerleri 1.4 ile çarpılarak hesaplanacaktır.

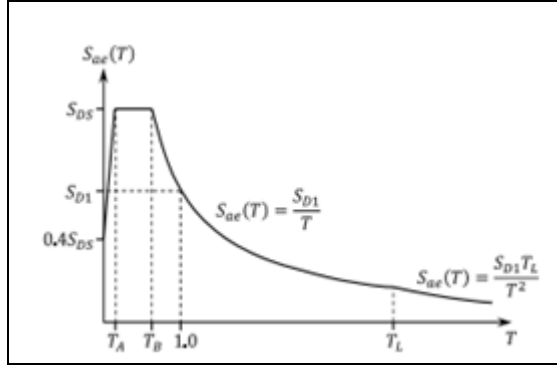
2.3.1.3.5. Yatay Tasarım İvme Spektrumu

Spektrumlar, sistemin belirli bir yer hareketine verdiği tepkinin yer değiştirme, hız ve ivme değerlerinin en büyüğünü yansıtmaktadır. Deprem yüklerinin tespitinde tasarım spektrumları kullanılır. $S_{ae}(T)$ yatay elastik spektral ivmeyi temsil eder ve periyot değerine bağlı olarak denklemdeki gibi elde edilir.

T_A ve T_B değerleri verilen denklem ile hesaplanır. T_L değeri ise 6 saniye kabul edilip kullanılacak olan tasarım ivme spektrumu elde edilir.

$$T_A = 0.2 \frac{SD1}{SDS} \quad (2.31)$$

$$T_B = \frac{SD1}{SDS} \quad (2.32)$$



Şekil 2.12: Yatay elastik spektral ivme spektrum eğrisi.

2.3.1.4. Riskli Bina Tespit Yöntemi

Riskli bina tespitinde RYTEİE'ye göre hangi bölümün kullanılacağı aşağıdaki tabloya göre seçilecektir. Bu tez kapsamında yalnızca az katlı betonarme binalar bulunduğu için az katlı betonarme binalar için risk tespit yönteminden söz edilecektir.

Tablo 2.21: Yöntem seçimi.

	Bina Sınıfları*		
	1	2	3
Taşıyıcı Sistem Türü	Az Katlı $H_T \leq 30$ m veya $n_s \leq 10$	Orta Katlı $30 < H_T \leq 50$ m veya $10 < n_s \leq 17$	Yüksek Katlı $50 < H_T$ veya $17 < n_s$
Betonarme	Bölüm 4	Bölüm 5	Bölüm 6
Yığma	Bölüm 7	Bölüm 7	Bölüm 7
Karma	Bölüm 8	Bölüm 5**	Bölüm 6**

* H_T ve n_s değerlerinin farklı bina sınıfları vermesi durumunda yüksek olan sınıfa göre tespit yapılacaktır.

** Bu binalarda sadece betonarme yapı sistemine göre modelleme ve değerlendirme yapılacaktır. Yığma elemanlar kütle ve düşey yük olarak dikkate alınacaktır.

Bodrum katlar dahil olmak üzere yapı yüksekliği 30 m'yi ve bodrum katlar dahil olmak üzere kat adedi 10'u geçmeyen binalar, yönetmeliğin az katlı betonarme binaların değerlendirme esaslarına göre değerlendirilecektir. En üst kat alanı, bodrum kat hariç diğer katlar arasında alanı en küçük olan kat alanının %25'inden küçük ise kat olarak hesaba alınmayacak, yalnızca kütle ve düşey yük olarak sisteme işlenecektir. Aynı yapı içinde döşeme seviyesi kademeli ise Tablo 2.20'ye göre bina sınıfı belirlenirken kat sayısına değil en büyük H_T değerine bakılacaktır.

2.3.1.5. Az Katlı Betonarme Binalar İçin Risk Tespiti

2.3.1.5.1. Rölöve ve Bilgi Toplama

Rölöve, bir yapının ve elemanlarının tüm boyutlarının ölçülerek plan, görünüş ve kesitlerinin yeniden oluşturulmasıdır. RYTEİE’de bina taşıyıcı sistem özellikleri inceleme katı ve varsa bodrum katlara göre belirlenecektir. İnceleme katı veya kritik kat olarak tanımlanan kat tüm cepheleri açıkta olan, yapının ilk katıdır. Kolon ve perdelerinde düşeyde düzensizlik bulunan veya düşey taşıyıcı elemanları kirişler veya guseli kolonlar üzerine oturan katlar var ise o katların da rölövesi alınacaktır. Bina geometrisi, tüm düşey ve yatay taşıyıcı elemanların boyutları ve kattaki yerleşimleri, aks açıklıkları belirlenecektir. Varsa dolgu duvarın yerleri ve kalınlıkları belirtilecektir. Yapıda bulunan kat adedi, kat yükseklikleri de rölöveye işlenecektir. Varsa kısa kolonlar ve ağır çıkmalar da rölöveye işlenecektir.

Yapının taşıyıcı sistem bilgi katsayısı asgari veya kapsamlı olabilir. RYTEİE’ye göre analizi yapılacak olan yapının projeleri var ise yerinde gerekli kontroller yapılmalıdır. Yapıdaki eleman boyutları, yerleşimleri, kat adedi ve kat yükseklikleri, aks açıklıkları, donatı adetleri ve dizilimleri projedekine uygun ise taşıyıcı sistem bilgi katsayısı kapsamlı seçilmelidir. Asgari bilgi düzeyinde ise yapının taşıyıcı sistem projeleri mevcut değildir veya projedeki yapı ile mevcut yapı birbirine uyumlu değildir. Bu durumda rölöve alınmalı ve yapının projeleri yeniden oluşturulmalıdır.

Mevcut malzeme dayanımları Tablo 2.21’deki değerler ile çarpılarak yeniden hesaplanacaktır. Malzeme dayanımlarını etkileyen bu işlem, taşıyıcı sistem elemanlarının kapasitelerini de etkileyecektir.

Tablo 2.22: Bilgi düzeyi katsayıları.

Bilgi Düzeyi	Bilgi Düzeyi Katsayısı
Asgari	0.90
Kapsamlı	1.00

Rölöve alınması ve mevcut kat planının oluşturulmasının ardından beton ve donatı özelliklerinin tayini için gerekli laboratuvar testleri yapılacaktır. Yapının mevcut beton dayanımının tayini için rölöve alınan tüm katlarda toplam kolon sayısının en az %20’sinde, toplam perde sayısının en az %20’sinde, kolonlarda 12

adetten, perdelerde ise 6 adetten az olmamak koşulu ile tahribatsız yöntem (Schmidt Çekici) ile beton dayanımı elde edilecektir. Toplam kolon sayısı 12 adetten az ise toplam kolon sayısı kadar, toplam perde sayısı 6 adetten az ise toplam perde sayısı kadar deney yapılacaktır. Tahribatsız yöntemle yapılan deneyin ardından beton dayanımı en az çıkan kolon ve perdelerin yarısından karot numunesi alınacaktır. Beton numuneleri TS EN 12504-1’de belirtilen koşullara uygun şekilde alınacak ve deneye tabi tutulacaktır. Alınan beton numuneler RYTEİE 2019 EK-B’de verilen denklem ile her numune için ayrı ayrı düzeltilecektir.

$$F_{kd} = F_{l/d} F_{\text{çap}} F_{\text{nem}} F_{\text{hasar}} f_{\text{karot}} \quad (2.33)$$

Tablo 2.23: Dayanım düzeltme faktörleri.

Faktör Tanımı	Düzeltilme Katsayısı
$F_{l/d}$ (Karot boy/çap oranı)	
Olduğu gibi	$1-(0.130-4.3 \times 10^{-4} f_{\text{karot}})(2-l/d)^2$
48 saat su içerisinde bekletilmiş	$1-(0.117-4.3 \times 10^{-4} f_{\text{karot}})(2-l/d)^2$
Havada kurutulmuş	$1-(0.144-4.3 \times 10^{-4} f_{\text{karot}})(2-l/d)^2$
$F_{\text{çap}}$ (Karot çapı)	
50 mm	1.06
100 mm	1.00
150 mm	0.98
F_{nem} (Karot nem muhtevası)	
Olduğu gibi	1.00
48 saat su içerisinde bekletilmiş	1.09
Havada kurutulmuş	0.96
F_{hasar} (Karot alma işleminde verilen hasar)	1.06

Bu düzeltmeler sonrasında her numune için elde edilen beton dayanım değerlerinin ortalamasının %85’i hesaplanır ve tüm yapı için beton dayanım değeri hesaplanmış olur.

Mevcut donatı düzeninin tespiti için, rölöve alınan tüm katlarda toplam kolon ve perde elemanların sayısının en az %20’sinden (kolon ve perde için ayrı ayrı), kolonlarda 6, perdelerde 2 adetten az olmayacak şekilde tahribatsız yöntem ile tespit yapılacaktır. Kolon sayısı 6 adetten az ise mevcut kolon sayısı kadar ve perde sayısı 1 adet ise mevcut perde sayısı kadar işlem yapılacaktır. Tahribatsız yöntemle donatı tespiti yapılan elemanların en az yarısında kabuk betonun sıyrılmasıyla donatı düzeni tespit edilecektir. Donatı tespiti yapılmayan elemanların donatı oranları inceleme

yapılan elemanlardan çıkan sonuçların ortalama değeri olacaktır. Boyuna donatı yerleşimi ise sıyırma sonucu elde edilen düzene göre yapılacaktır.

Kirişlerde açıklık ve mesnetlerde üst donatı olarak TS500’de tanımlanan düşey yükler altında $(1.4G + 1.6Q)$ hesaplanan donatının bulunduğu kabul edilecektir. Mesnet alt donatısı, mesnet üst donatısının $1/3$ ’ü olarak alınacaktır.

2.3.1.5.2. Bina Modellemesine İlişkin Genel Kurallar

Yapının 3 boyutlu analizinin yapılabilmesi için bir sonlu elemanlar modeli, rölöve ile elde edilen projeyle uyumlu olarak hazırlanmalıdır. Kirişler ve kolonlar çubuk eleman olarak, perdeler ise kabuk eleman olarak modellenecektir. Zemin katta veya varsa bodrumda bulunan kolon ve perde elemanlar temele ankastre olarak mesnetlenecektir. Döşemelerden düşey ve yatay taşıyıcı elemanlara yük aktarımı ise kabuk sonlu eleman modeli kullanılarak gerçekleştirilecektir. Kolon ve kiriş birleşimleri rijit bölge olarak tanımlanmayacak, mevcut eleman rijitlikleri kullanılacaktır. Yapının döşemesi betonarme bir eleman ise rijit diyafram oluşturulacaktır. Betonarme olmayan döşeme sistemlerinde döşeme kalınlığı ve döşeme malzemesi tanımlanarak döşemenin gerçek rijitliği sonlu eleman sistemine dahil edilecektir. Modelleme yapılırken ek dış merkezlik sisteme eklenmeyecektir.

Taşıyıcı sistemin modeli oluşturulurken rölöve alınan katların hepsi sisteme dahil edilecektir. Rölöve alınmayan katlar ise rölöve alınan en üst katın özellikleriyle, kat yükseklikleri ve kat adedine göre çoğaltılarak sisteme eklenecektir. Yapıda bulunan konsollar da dikkate alınacaktır. Taşıyıcı sistem elemanlarında süreksizlik var ise bu durum da sisteme dahil edilecektir. Kolon, perde ve taşıyıcı duvarların kat kütleleri, bağlandıkları katlara yarı yarıya dağıtılarak sisteme yansıtılacaktır. Sabit ve hareketli düşey yükler (G ve Q) TS498’e uygun olarak sisteme dahil edilecektir. Hareketli yük azaltma katsayısı TBDY 2018 Tablo 4.3’e göre düzenlenecektir.

Analizlerde etkin eğilme rijitlikleri kullanılacaktır.

- Kirişler, perdeler ve güçlendirme perdelerinde:

$$(EI)_e = 0.3(E_{cm}I)_0 \quad (2.34)$$

- Kolonlar ve güçlendirilmiş kolonlarda:

$$(EI)_e = 0.5(E_{cm}I)_0 \quad (2.35)$$

Betonun elastisite modülü $E_{cm} = 5000\sqrt{f_{cm}}$, kayma modülü ise $G_{cm} = 0.4E_{cm}$ olarak hesaplanacaktır. Kesit kayma rijitliği ise $G_{cm}A_c$ olarak hesaplanacaktır.

2.3.1.5.3. Hesap Yöntemi

Yapıya yansıyacak deprem etkisi Şekil 2.12'deki yatay elastik ivme spektrumuna ve Tablo 2.16'da verilen yapı türü ve deprem düzeylerine göre belirlenecektir. Yapının risk tespiti yapılırken Doğrusal Elastik Hesap Yöntemi ve Mod Birleştirme Yöntemi kullanılacaktır. Elde edilen deprem kuvveti ile yapıya $(G+nQ\pm E)$ yük kombinasyonu etkitilecektir. Bu hesap planda $+X$, $-X$, $+Y$, $-Y$ yönlerinin her biri için ayrı ayrı yapılacaktır.

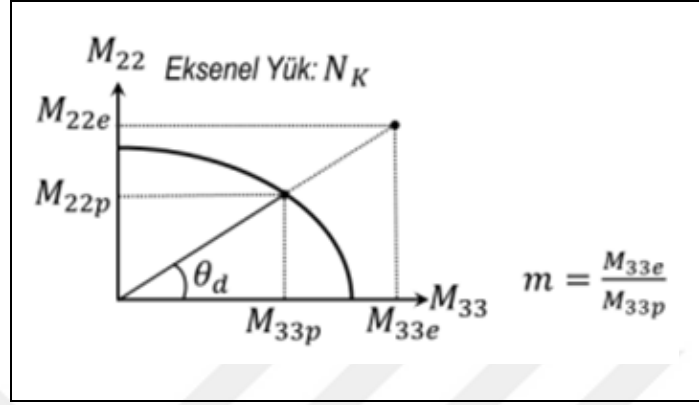
Kolonlar (V_e/V_r) değerlerine ve sarılma bölgesindeki etriye durumlarına göre 3 gruba ayrılır. A grubu kolonların eğilme göçmesine, B grubu kolonların eğilme-kesme göçmesine ve C grubu kolonların kesme göçmesine maruz kalacağı kabul edilecektir.

Tablo 2.24: Kolon sınıflandırma tablosu.

V_e/V_r	Aralığı $s \leq 100$ mm olan, her iki ucunda 135° kancalı etriyesi bulunan ve toplam enine donatı alanı $A_{sh} \geq 0.06s b k(f_{cm}/f_{ywm})$ 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 taşıyıcı elemanların moment kapasiteleri malzemelerin dayanımları ve bilgi düzeyi katsayıları ile TS500'de verilen kurallar doğrultusunda hesaplanacaktır. Betonarme taşıyıcı elemanın deprem kuvveti etkisindeki kesit moment değerinin, kesit kapasitesine bölünmesiyle m değeri (etki/kapasite oranı) hesaplanacaktır. Bu amaçla öncelikle $G + nQ \pm E$, düşey yükler ve deprem etkileri altında iki eksenli kesit momenti (M_{22e} , M_{33e}) hesaplanmalıdır. Sonrasında düşey yükler ve azaltılmış deprem etkileri altında $(G + nQ \pm E/6)$ elde edilen eksenel yük

değeri için M_{22} - M_{33} etkileşim diyagramı oluşturulacaktır. Bu diyagram üzerinde moment kapasitesi (M_{22p} , M_{33p}), iki eksenli kesit moment değerlerinin oranı ile uyumlu olarak Şekil 2.13'teki gibi hesaplanacaktır. Bu işlem sonucu elde edilmiş olan kesit moment değerinin kesit kapasitesine bölünmesiyle de m değeri hesaplanmış olacaktır.



Şekil 2.13: M_{22} - M_{33} etkileşim diyagramı.

İncelenen düşey taşıyıcı elemanların m değerleri ve kat ötelenme oranları, elemanın sınıfına bağlı olarak Tablo 2.24'te bulunan sınır değerlerle karşılaştırılacaktır. Ara değer mevcut ise enterpolasyon yapılacaktır. Elemanların sınır değerleri aşması durumunda risk sınırını aştığı kabul edilecektir.

Tablo 2.25: Kolonlar için sınır değerler.

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
≥ 0.006	≤ 0.0005	1.0	0.005
	≥ 0.006	2.5	0.0075
C grubu kolonlar			
	$m_{sınır}$		$(\delta/h)_{sınır}$
	1.0		0.005

2.3.1.5.4. Riskli Betonarme Yapının Belirlenmesi

Risk değerlendirmesi için tüm katlar incelenmelidir ve katlardan herhangi birinin riskli çıkması durumunda, yapı riskli yapı kabul edilir. İnceleme yapılan tüm katlarda $G+nQ$ düşey yükleri altında, düşey elemanlar için eksenel basınç kuvveti etkisi hesaplanacaktır. Kattaki eksenel basınç gerilmelerinin ortalaması, kolon ve perdelerde hesaplanmış olan eksenel basınç gerilmeleri toplamının, mevcut kolon ve perde sayısına bölünmesiyle bulunur.

Tablo 2.26: Perde ve kolon eksenel basınç gerilme ortalamasına bağlı kat kesme kuvveti oranı sınır değerleri.

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
$0.1 f_{cm} \geq$	0.35

3. İNCELENEN YAPI STOKUNUN ÖZELLİKLERİ

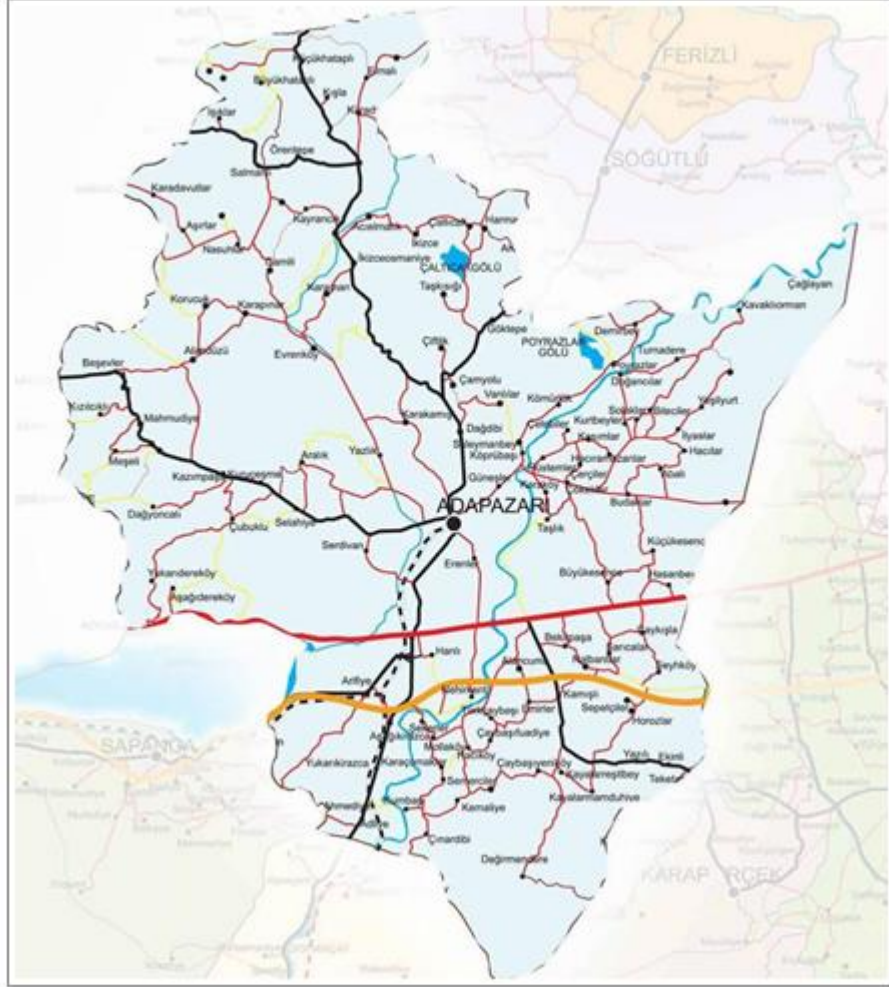
Sakarya, 2021 verilerine göre 1.060.876 kişilik nüfusu ile Türkiye'nin en kalabalık 22.şehridir. Nüfusun 280.214 kişilik kısmı, merkez ilçelerden biri olan ve şehrin en kalabalık ilçesi olan Adapazarı'nda yaşamaktadır. Adapazarı ilçesi gevşek ve tutturulmamış alüvyal zemin üzerinde konumlanır. 1943, 1957, 1967, 1999 yıllarında yaşanmış olan yıkıcı depremler yaşattıkları maddi ve manevi kayıplarla zemin özelliklerine ve zeminin deprem esnasında gösterdiği davranışa dikkat çekmektedir.

Sıvılaşma, genellikle sismik hareketle oluşan makaslama kuvvetinin etkisi altında boşluk suyu basıncının da artmasıyla birlikte suya doygun olan daneli zeminin katı formunu kaybetmesi ve sıvı hale dönüşmesi olarak tanımlanır. Depremle birlikte oluşan ikincil bir afet olan sıvılaşma, zeminde meydana getirdiği davranış değişiklikleri ile depremin ortaya çıkardığı yıkıcı etkiyi arttırmaktadır. Buna rağmen Kuzey Anadolu Fay Zonu'nda kurulmuş, sıvılaşma potansiyeli olan ve zeminde oturma oluşumu beklenen bu bölgede, uzun yıllar önlem alınmadan devam etmiş olan yapılaşma halen de devam etmektedir.



Şekil 3.1: Türkiye Deprem Tehlike Haritası.

Hem deprem riskinin bu denli fazla olması hem de sınırlaşma riskinin deprem etkisiyle daha da büyük bir yıkım ortaya çıkarabilme ihtimalinden ötürü çalışma alanı olarak Adapazarı ilçesi, Cumhuriyet mahallesinde bir bölge seçilmiştir.



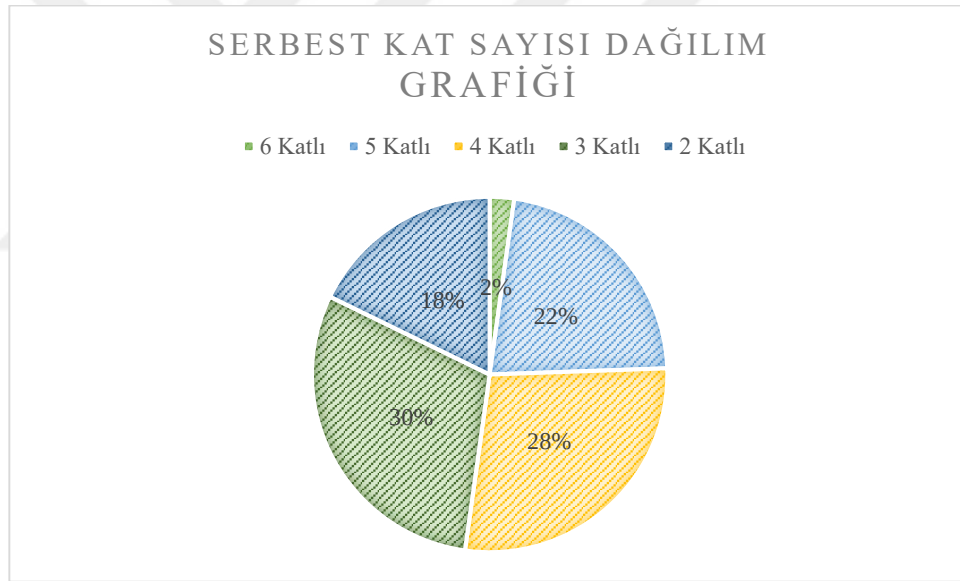
Şekil 3.2: Adapazarı ilçe haritası.

Yapılan çalışmada Sakarya ili, Adapazarı ilçesi, Cumhuriyet mahallesinde, 78, 130, 131, 292 numaralı adalarda bulunan 89 adet betonarme yapı, hızlı değerlendirme yöntemlerinden Sucuoğlu-Yazgan Yöntemi 1.Aşama, (2003), Aydınoglu Yöntemi, (2003) ve RYTEİE 2019'un Ek-A kısmında bulunan sokak taraması yöntemi ile analiz edilmiştir. 89 adet yapı arasından mimari ve betonarme projesi bulunan 40 adet yapı, ikinci derece değerlendirme yöntemlerinden olan P25 Yöntemi, (2007) ve Yakut Yöntemi, (2004) ile incelenmiş ve analiz edilmiştir. 40 adet yapı içinden seçilen 10 adet yapı ise RYTEİE-2019 4.bölümde bulunan (Az katlı betonarme binalar için risk tespiti) yönteme göre detaylı analiz edilmiştir.

3.1. Serbest Kat Sayısı

Sakarya ili, Adapazarı ilçesi önceki bölümde anlatıldığı üzere zemin açısından oldukça problemli bir bölgedir. 1999 Marmara Depremi sonrasında izin verilen kat sayısı kademeli olarak 3 kat olarak belirlenmiştir. 2023 yılına geldiğimiz bu günlerde de bu durum değişmemiştir. Sonuç olarak mevcut betonarme yapıların deprem riski açısından oldukça önemli olan serbest kat sayısı, Adapazarı için daha da kritik bir parametredir. Bununla birlikte özellikle geçmiş tarihlerde inşa edilen yapıların mevcut projelerine uygun olmaması, izinsiz kat eklemeleri yapılması sebebiyle kat sayısı tespitinde yapının projesine değil mevcut durumuna göre değerlendirme yapılmalıdır.

Tez kapsamında incelenen 89 yapının kat sayılarının dağılımı Şekil 3.3'te görülmektedir.

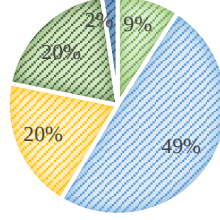


Şekil 3.3: Serbest kat sayısı dağılım grafiği.

Yapılan incelemeler sonucunda tez kapsamında incelenen yapıların %2'lik kısmı 6 katlı, %22'lik kısmı 5 katlı, %28'lik kısmı 4 katlı, %30'luk kısmı 3 katlı ve %18'lik kısmı 2 katlı olduğu görülmüştür.

YAPI TAHMİNİ YAŞ DAĞILIM GRAFİĞİ

■ 1967 öncesi ■ 1967-1999 ■ 1999-2007 ■ 2007-2018 ■ 2018 sonrası



Şekil 3.5: Yapı tahmini yaş dağılım grafiği.

Kat sayılarına göre incelediğimizde;

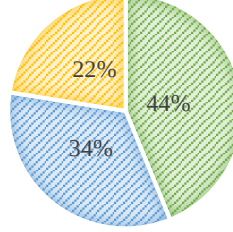
- 6 katlı yapıların tümü “1967-1999 arası”,
- 5 katlı yapıların %5’i “1967 öncesi” ve %95’i “1967-1999 arası”,
- 4 katlı yapıların %38’i “1967 öncesi”, %87’si “1967-1999 arası”, %6’sı 1999-2007 arası ve %6’sı “2007-2018 arası”,
- 3 katlı yapıların %4’ü “1967 öncesi”, %33’ü “1967-1999 arası”, %26’sı “1999-2007 arası”, %33’ü “2007-2018 arası” ve %4’ü “2018 sonrası”,
- 2 katlı yapıların %56’sı “1999-2007 arası”, %44’ü “2007-2018 arası” ve sonucu elde edilmiştir.

3.3. Yapı Görsel Kalitesi

Yapı görsel kalitesi, yapının dışarıdan nasıl görüldüğünü dolayısıyla yapıya gösterilen özeni yansıtır. Malzeme ve işçilik kalitesiyle ilgili fikir edinebileceğimiz bir parametredir. Çoğu yöntemde iyi, orta ve kötü olarak ayırım yapılmaktadır. Şekil 3.5’te tez kapsamında incelenen tüm yapıların görsel kalitesi verilmiştir. Seçilen yapıların %44’ü “Kötü”, %34’ü “Orta” ve %22’lik kısmı “İyi” olarak nitelendirilmiştir. “İyi” parametresini alan yapılar genellikle yeni yapılardır.

YAPI GÖRSEL KALİTESİ DAĞILIM GRAFİĞİ

■ Kötü ■ Orta ■ İyi



Şekil 3.4: Yapı görsel kalitesi dağılım grafiği.

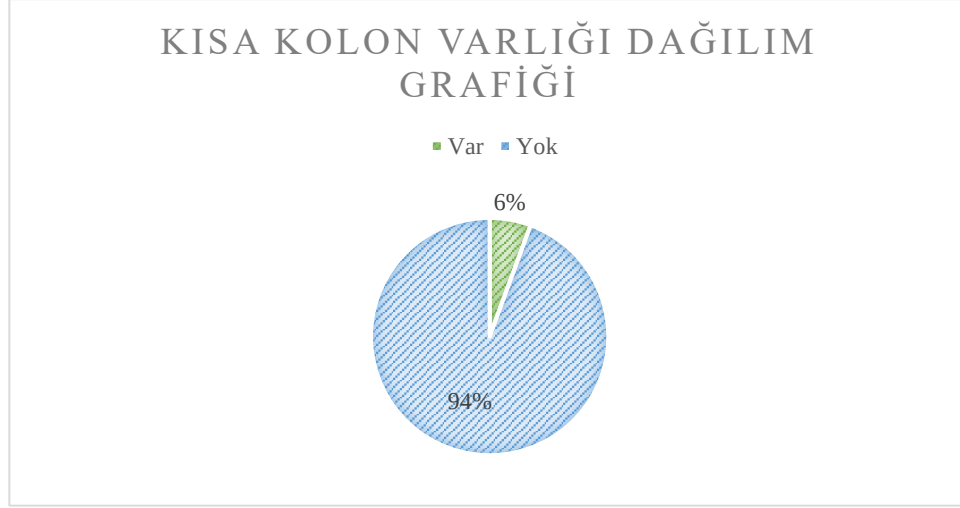
Kat sayılarına göre incelediğimizde;

- 6 katlı yapıların tümü “Kötü”,
- 5 katlı yapıların %15’i “Orta” ve %85’i “Kötü”,
- 4 katlı yapıların %34’ü “Orta” ve %66’sı “Kötü”,
- 3 katlı yapıların %56’sı “İyi”, %30’u “Orta” ve %15’i “Kötü”,
- 2 katlı yapıların %32’si “İyi”, %56’sı “Orta” ve %12’si “Kötü” sonucu elde edilmiştir.

Sakarya özelinde, 3 kattan daha fazla kata sahip yapıların 1999 Marmara Depremi öncesinde inşa edildiği göz önünde bulundurulduğunda ortaya çıkan sonuç oldukça tutarlıdır.

3.4. Kısa Kolon

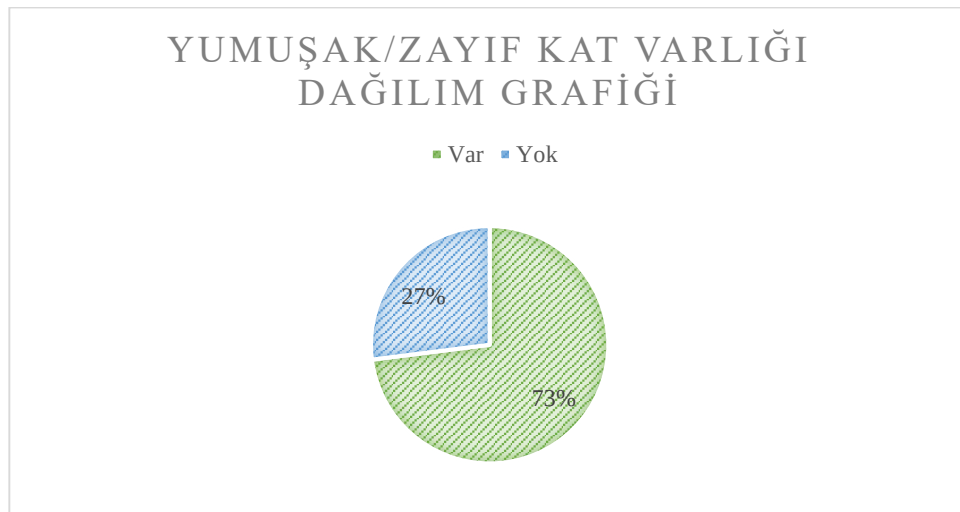
Kısa kolon; yarı gömülü bodrum katlardaki şerit pencereler, yarı dolgulu çerçeveler, asma katlar veya merdiven boşluklarındaki kirişlerin varlığı ile ortaya çıkar. Kısa kolon, kolon etkili boyunun kısalmasına dolayısıyla kolon kesme dayanımının azalmasına sebep olur. Bu durum tasarım esnasında hesaba katılmadığı için kolon üzerinde hesaplanandan fazla kesme kuvveti oluşmasına yol açacaktır. Tez kapsamında incelenen yapıların %94’ünde “Yok”, %6’sında “Var” sonucu elde edilmiştir. Genellikle zemin katın dükkân olması durumunda ortaya çıkan kısa kolon, tez kapsamında incelenen yapılarda çok düşük oranda bulunmaktadır.



Şekil 3.5: Kısa kolon varlığı dağılım grafiği.

3.5. Yumuşak / Zayıf Kat

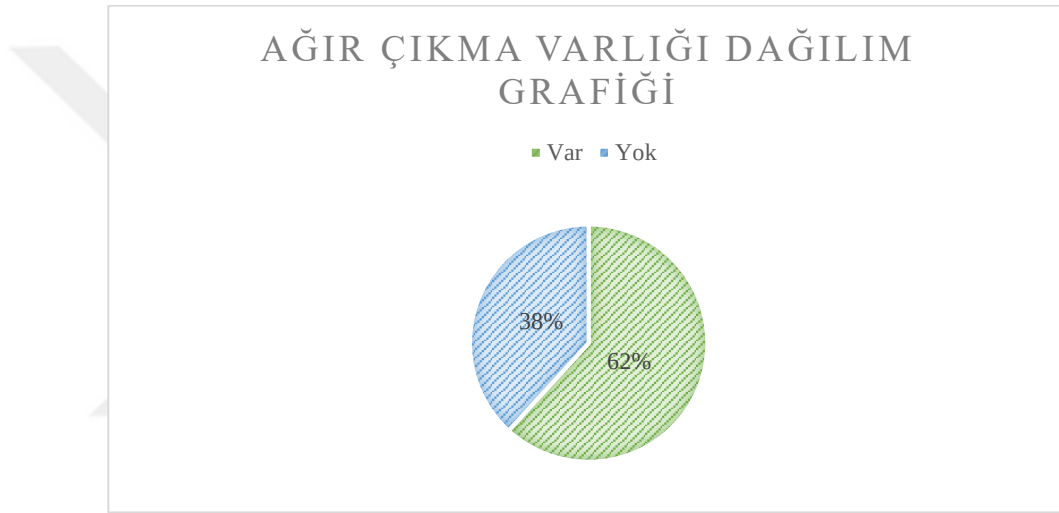
Yumuşak/zayıf kat; özellikle zemin katın dükkân/mağaza olması durumunda kat yüksekliklerinin diğer katlardan farklı olması veya katlar arası rijitlik farkı oluşması durumunda oluşur. Yumuşak / zayıf kat yapının deprem kuvvetlere karşı dayanımını azaltan bir parametredir. Birçok hızlı değerlendirme yönteminde yumuşak / zayıf kat varlığı dikkate alınan önemli bir parametredir. Tez kapsamında incelenen yapıların %73’ünde “Var”, %27’sinde “Yok” sonucu elde edilmiştir.



Şekil 3.6: Yumuşak/zayıf kat varlığı dağılım grafiği.

3.6. Ağır Çıkma

Ağır çıkma; üst kat alanlarının zemin kattan fazla olması durumunda ortaya çıkan olumsuzluk parametresidir. Yapının kullanım alanını arttırmak için sıklıkla kullanılmaktadır. Ağır çıkma çerçeve süreksizliği oluşturmakta, yapının kütle ve rijitlik merkezi dengesini bozarak depreme karşı dayanımın azalmasına sebep olabilmektedirler. Birçok hızlı değerlendirme yönteminde varlığı dikkate alınan önemli bir parametredir. Tez kapsamında incelenen yapıların %62'sinde “Var”, %38'sinde “Yok” sonucu elde edilmiştir.

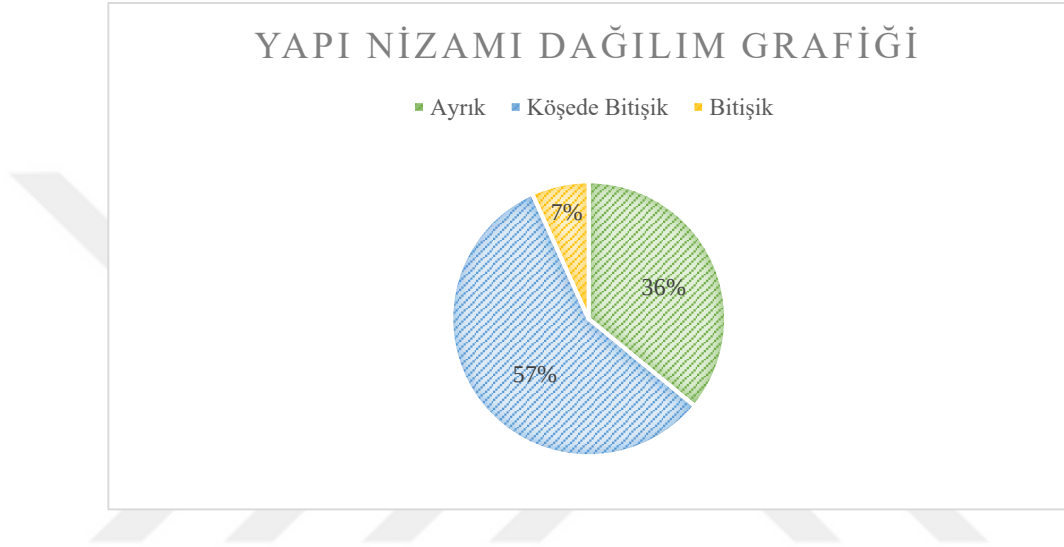


Şekil 3.7: Ağır çıkma varlığı dağılım grafiği.

3.7. Yapı Nizamı

Yapının başka bir yapıyla tek veya daha fazla cepheden bitişik olması deprem dayanımını etkileyen önemli bir parametredir. Yapılar kütleleri ve rijitliklerine göre farklı periyotlara sahiptirler yani farklı miktarlarda salınım yapmaktadırlar. Bu yüzden bitişik olan yapıların deprem esnasında farklı salınımlar yapması deprem derzi olmaması durumunda oldukça tehlikeli bir durum oluşturmaktadır. Özellikle yapıların kat seviyeleri farklı ise yapıların birbirlerine çarpması yapılarda hesaba katılmamış bir yatay kuvvet oluşturmaktadır. Kat seviyeleri aynı ise yapısal elemanlardan gelen kuvvet yine yapısal elemanlar tarafından karşılanır. Farklı ise bir yapının döşemesi diğer yapının dolgu duvarına çarparak hasar oluşturabilir.

Bitişik olan yapılarda da yapının köşede olması veya iki/üç yapı arasında bitişik olması farklı sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. Ortada bitişik olan yapılarda gelen yatay kuvvet bitişikteki bir başka yapıya iletilerek oluşabilecek hasar azalabilir. Tek cepheden bitişik bir yapıda ise bitişik yapı/yapılardan gelen yatay kuvveti iletecek başka bir yapı olmaz ve daha büyük bir ek yatay kuvvet ortaya çıkar. Tez kapsamında incelenen yapıların %57'si “Köşede Bitişik”, %36'sı “Ayrık” ve %7'si “Bitişik” sonucu elde edilmiştir.



Şekil 3.8: Yapı nizamı dağılım grafiği.

4. MEVCUT BETONARME YAPILARIN İNCELENMESİ

4.1. Birinci Derece Değerlendirme Yöntemleri ile Analiz

Tez çalışması kapsamında 89 adet mevcut betonarme yapı, birinci derece hızlı değerlendirme yöntemlerinden olan, Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar-2019 E-2 Ek-A'da bulunun hızlı değerlendirme yöntemi, Haluk Sucuoğlu ve Utku Yazgan tarafından geliştirilen Sucuoğlu-Yazgan Yöntemi 1.Aşama, (2003), ve Mehmet Nuray Aydınoglu tarafından geliştirilen Aydınoglu Yöntemi ile analiz edilmiştir. Kullanılan tüm yöntemler için farklı bir yapı seçilerek hesabı açık şekilde anlatılmıştır.

4.1.1. Sucuoğlu-Yazgan Yöntemi 1.Aşama, (2003) Uygulama Örneği

Tez kapsamında 89 mevcut betonarme yapı için Excel üzerinden uygulanan Sucuoğlu-Yazgan Yöntemi, (2003), bu bölümde 78 adada bulunan bir parsel için açık hesap ile anlatılacaktır. Kişisel Verilerin Korunması Kanunu kapsamında yapının parsel bilgisi verilmemiştir.

40.7804 enlem, 30.3966 boylamda, ZE zemin sınıfında bulunan yapının DD2 deprem düzeyine göre hesaplanan PGV değeri 49.657'dir. Serbest kat sayısı ise 2'dir. PGV değeri ve kat sayısına göre Tablo 2.1'den belirlenen taban puanı 125'tir.

Yumuşak/zayıf kat, ağır çıkma, kısa kolon varlığı, yapının görünen kalitesi, çarpışma etkisi ve tepe/yamaç etkisine göre serbest kat sayısı da dikkate alınarak olumsuzluk parametre değerleri sırasıyla 1, 0, 0, 1, 0, 0 olarak belirlenmiştir. Tablo 2.1'e göre sırasıyla 0, 0, -5, -5, 0, -2 olarak belirlenen olumsuzluk parametre puanları Tablo 4.1'de görülmektedir.

Olumsuzluk puanlarının hesaplanması için olumsuzluk parametre değerleri ve olumsuzluk parametre puanları tek tek çarpılmalıdır. Elde edilen tüm değerler toplanarak olumsuzluk puanı elde edilir. Olumsuzluk Puanı = $(1*0) + (0*0) + (0*(-5)) + (1*(-5)) + (0*0) + (0*(-2)) = -5$ sonucu elde edilir.

Yapının taban puanı 125 olarak belirlenmişti. Eşitlik (2.1)'e göre işlem yapıldığında; Sonuç Puanı = $125 + (-5) = 120$ sonucu elde edilir.

İl	Sakarya						Olumsuzluk Parametre Değerleri	Olumsuzluk Parametre Puanı
İlçe	Adapazarı							
Mahalle	Cumhuriyet							
Ada	78							
Parsel	2							
Coğrafi Koordinatlar	40.7804; 30.3966							
Zemin Sınıfı	ZE							
PGV	49.657							
Yapı Kullanım Türü	Konut	Ticaret	Ticaret+Konut	Sanayi	Kamu	Metruk		
Bina Teknik Bilgileri								
Yapısal Sistem Türü	BA Çerçeve							
Serbest Kat Adedi	2							
Yumuşak Kat	Var							
Ağır Çıkma	Yok							
Kısa Kolon	Yok							
Görünen Kalite	Orta							
Çarpışma Etkisi	Ayrık							
Tepe/Yamaç Etkisi	Düz							
Taban Puanı =							125	
Σ (Olumsuzluk Parametreleri * Olumsuzluk Parametre Puanı) =							-5	
Performans Puanı =	Taban Puanı + Σ (Olumsuzluk Parametreleri * Olumsuzluk Parametre Puanı) + Yapısal Sistem Puanı =						120	

Tablo 4.1: : Sucuoğlu-Yazgan 1.Aşama değerlendirme tablosu.

Sucuoğlu-Yazgan Yöntemi'nde risk durumunun tespiti için belirlenen sınır puan "50"dir. Performans puanı 50 puanın üstünde olan yapılar "Güvenli", altında olan yapılar "Riskli" sonucu elde edilir. İncelenen yapı "Güvenli" sonucu elde edilir.

4.1.2. RYTEİE-2019 Ek-2 Ek-A Yöntemi Uygulama Örneği

Tez kapsamında 89 mevcut betonarme yapı için Excel üzerinden uygulanan RYTEİE-2019 Ek-A'da bulunan yöntem bu bölümde 130 adada bulunan bir parsel için açık hesap ile anlatılacaktır. Kişisel Verilerin Korunması Kanunu kapsamında yapının parsel bilgisi verilmemiştir.

40.7786 enlem, 30.3986 boylamda, ZE zemin sınıfında bulunan yapının DD2 deprem düzeyine göre hesaplanan S_{DS} değeri 1.249'dur. Tablo 2.2'ye göre belirlenen tehlike bölgesi "I"dir. İncelenen yapı 5 katlı ve betonarme çerçeve sistemli bir yapıdır. Tablo 2.3'ten taban puanı 60 ve yapısal sistem puanı 0 olarak belirlenir.

Yapının görünen kalitesi, yapıda yumuşak/zayıf kat, düşeyde düzensizlik, ağır çıkma, planda düzensizlik, kısa kolon bulunup bulunmaması, yapı nizamı, bitişik/köşede bitişik ise komşu bina/binalarla kat seviyelerinin aynı/farklı olması ve tabii zemin eğimine göre belirlenen olumsuzluk parametre değerleri Tablo 2.4'e göre sırasıyla 2, 1, 0, 1, 0, 1, 1, 0 olarak belirlenir. Olumsuzluk parametre puanları da Tablo 2.5'e göre sırasıyla -25, -30, -15, -30, -10, -5, -15, -3 olarak belirlenir. Olumsuzluk Puanı = $(2*(-25)) + (1*(-30)) + (0*(-15)) + (1*(-30)) + (0*(-10)) + (1*(-5)) + (1*(-15)) + (0*(-3)) = -130$ sonucu elde edilir.

Eşitlik (2.2)'ye göre;

$$\begin{aligned} \text{Performans Puanı} &= \text{Taban Puanı} + \text{Yapısal Sistem Puanı} + \text{Olumsuzluk Puanı} \\ &= 60 + 0 + (-130) = -70 \text{ bulunur.} \end{aligned}$$

İnceleme yapılan bölge için tüm yapıların performans puanları hesaplandıktan sonra puanların önce aritmetik ortalaması sonra standart sapması hesaplanır. Aritmetik ortalamadan standart sapma değerinin çıkarılması ve toplanması ile sınır değerler tespit edilir. "Güvenli", "Düşük Riskli", "Orta Riskli" ve "Riskli" olarak sınıflandırma yapılır. İncelenen yapı -70 performans puanı ile "Riskli" sonucu elde edilir.

İl	Sakarya					
İlçe	Adapazarı					
Mahalle	Cumhuriyet					
Ada	130					
Parsel						
Coğrafi Koordinatlar	40.7786; 30.3986					
S _{DS}	1.249					
Yapı Kullanım Türü	Konut	Ticaret	Ticaret+Konut	Sanayi	Kamu	Metruk
Bina Teknik Bilgileri						
Yapısal Sistem Türü	BA Çerçeve					
Serbest Kat Adedi	5					
Bina Görsel Kalitesi	Kötü					
Yumuşak/Zayıf Kat	Var					
Düşeyde Düzensizlik	Yok					
Ağır Çıkmalar	Var					
Planda Düzensizlik	Yok					
Kısa Kolon Etkisi	Var					
Yapı Nizamı	Köşede Bitişik					
Yapının Yeri	Kenar					
Bitişik Binalarla Döşeme Seviyesi	Farklı					
Tabii Zemin Eğimi	Düz					
Zemin Sınıfı	ZE					
Olumsuzluk Parametre Değerleri						
				2	Olumsuzluk Parametre Puanı	
				1	-25	
				0	-30	
				1	-15	
				1	-30	
				0	-10	
				1	-5	
				1	-15	
				-	-	
				-	-	
				0	-3	

Taban Puanı =			60
Σ (Olumsuzluk Parametreleri * Olumsuzluk Parametre Puanı) =			-130
Yapısal Sistem Puanı =			0
Performans Puanı =	Taban Puanı + Σ (Olumsuzluk Parametreleri * Olumsuzluk Parametre Puanı) + Yapısal Sistem Puanı =		
	-70		

Tablo 4.2: : RYTEİE Ek-A Yöntemi değerlendirme tablosu.

4.1.3. Aydınöglü Yöntemi Uygulama Örneği

Tez kapsamında 89 mevcut betonarme yapı için Excel üzerinden uygulanan Aydınöglü Yöntemi, (2003), bu bölümde 130 adada bulunan bir parsel için açık hesap ile anlatılacaktır. Kişisel Verilerin Korunması Kanunu kapsamında yapının parsel bilgisi verilmemiştir.

40.7786 enlem, 30.3984 boylamda, ZE zemin sınıfında bulunan yapının DD2 deprem düzeyine göre hesaplanan S_S ve S_1 değerleri sırasıyla; 1.561 ve 0.428'dir.

$$T_S = S_1/S_S = 0.428/1.561 = 0.274$$

$$T_0 = 0.2 \cdot T_S = 0.2 \cdot 0.2741 = 0.055$$

T yapı periyodu ise 5 katlı olan yapı için;

$$T = 0.15 \cdot 5 = 0.6 \text{ sn'dir.}$$

Eşitlik (2.3) denklemlerinden $T > T_S$ olduğu için Eş2.3.c denklemi seçilir. Bu durumda $S_{ae} = S_1 / T = 0.428/0.6 = 0.713$ olarak hesaplanır. S_{ae} elastik ivme spektrum değerinden S_{de} elastik yer değiştirme spektrum değerine geçmek için Eşitlik (2.5) kullanılır.

$$S_{de} = (T / 2\pi)^2 \cdot S_{ae} = (0.6 / 2\pi)^2 \cdot 0.713 = 0.0065 \text{ tir.}$$

Elastik olmayan yer değiştirme değerinin hesaplanabilmesi için yapının kat sayısına göre Tablo 2.5'e göre belirlenen C_d değeri seçilir. Yapı $n = 5$ katlı olduğu için $C_d = 1.0$ seçilir.

$$S_{di} = C_d \cdot S_{de} = 1 \cdot 0.0065 = 0.0065$$

Tepe yer değiştirmesi istemi u_n ise Eşitlik (2.7)'ye göre;

$$u_n = [3n / (2n+1)] S_{di} = [3 \cdot 5 / (2 \cdot 5 + 1)] \cdot 0.0065 = 0.0087 \text{ m'dir.}$$

Bina görelî öteleme oranı istemi D_d ise Eşitlik (2.8)'e göre;

$$D_d = S_{di} / (2n + 1) = 0.0065 / (2 \cdot 5 + 1) = 0.00072 \text{ m'dir.}$$

Son aşamada yapının yer değiştirme kapasitesi can güvenliği ve göçme kontrolü performans kriterleri açısından Eşitlik (2.9)'a göre hesaplanır. Eşitlik (2.9)'da bulunan D_{co} değeri Tablo 2.6'dan can güvenliği için 0.008, göçme kontrolü için 0.014

alınmıştır. C_c kapasite azaltma katsayısı da yapının olumsuz özelliklerine göre seçilen parametrelerle 0.512 olarak hesaplanmıştır.

Bu durumda;

$$D_c (\text{Can Güvenliği}) = D_{co} * C_c = 0.008 * 0.512 = 0.0041$$

$$D_c (\text{Göçme Kontrolü}) = D_{co} * C_c = 0.014 * 0.512 = 0.0072$$

$$\text{Kapasite / İstem Oranı (Can Güvenliği)} = D_c / D_d = 0.0041 / 0.00072 = 5.661$$

$$\text{Kapasite / İstem Oranı (Göçme Kontrolü)} = D_c / D_d = 0.0072 / 0.00072 = 9.91$$

Tablo 4.3: Aydınoglu Yöntemi değerlendirme tablosu.

İl	Sakarya
İlçe	Adapazarı
Mahalle	Cumhuriyet
Ada	130
Parsel	
Coğrafi Koordinatlar	40.7786; 30.3984
Zemin Sınıfı	ZE
S_s	1.561
S_1	0.428
Serbest Kat Adedi	4
$T(\text{sn})$	0.6
$T_s(\text{sn})$	0.274
$T_0(\text{sn})$	0.055
S_{ae}	0.713
C_d	1
S_{de}	0.0065
S_{di}	0.0065
u_n	0.0087
D_d	0.00072
D_{co} (Can Güvenliği)	0.008
D_{co} (Göçme Kont.)	0.014
D_c (Can Güvenliği)	0.0041

Tablo 4.4 (Devamı): Aydınöglu Yöntemi değerdendirme tablosu.

D _c (Göçme Kont.)	0.0072	
Kapasite/İstem Oranı (Can Güvenliğı)	5.661	
Kapasite/İstem Oranı (Göçme Kont.)	9.91	
Bina Teknik Bilgileri		
Bina Görsel Kalitesi	Kötü	0.8
Yapının Yeri	Ayrık	1
Kat Seviyesi	Aynı	1
Zayıf Kat	Var	0.8
Kısa Kolon Etkisi	Yok	1
Ağır Çıkmalar	Var	0.8
C _c	0.512	

Tüm yapıların performans puanları ile istatistiksel bir çalışma yapıldığında seçilen bu yapı hem Can Güvenliğı performans düzeyinde hem de Göçme Kontrolü performans düzeyinde “Orta Riskli” sonucu elde edilmiştir.

4.2. İkinci Derece Değerdendirme Yöntemleri ile Analiz

Bu tez çalışması kapsamında ilgili belediyesinden mimari ve betonarme projesi bulunabilen 40 adet mevcut betonarme yapı incelenmiştir. Yapıların mimari ve statik olarak ruhsat projelerine uygun inşa edildiğı, kullanılan beton ve çelik malzemenin projede geçen değerdelerde olduğı kabulü ile hesaplamalar yapılmıştır. Bu bölümde 40 yapı İhsan Engin Bal tarafından geliştirilen P25 Yöntemi, (2007) ve Ahmet Yakut tarafından geliştirilen Yakut Yöntemi, (2004) ile analiz edilmiştir. Kullanılan yöntemler için farklı bir yapı seçilerek hesabı açık şekilde anlatılmıştır.

4.2.1. P25 Yöntemi Uygulama Örneğı

Tez kapsamında 40 mevcut betonarme yapı için Excel üzerinden uygulanan P25 Yöntemi, (2007), bu bölümde 78 adada bulunan bir parsel için açık hesap ile anlatılacaktır. Kişisel Verilerin Korunması Kanunu kapsamında yapının parsel bilgisi verilmemiştir.

İncelenecek yapının mimari, betonarme projesi, yakın bir bölgede yapılmış zemin etüdünün raporu elimizde bulunmaktadır. Zemin kat + 5 kattan oluşan yapıda zemin kat dükkân olmasına rağmen kat yüksekliği 1.8 m iken diğer katların kat yüksekliği 2.8 m’dir. Toplam yapı yüksekliği 15.8 m’dir. Yapının Şekil 2.9’a göre boyutları ise X doğrultusu 9.4 m, Y doğrultusu 20 m’dir.

P₀ Puanının Hesaplanması

Yapının kritik katında (zemin kat) bulunan 13 adet kolon ve 5 adet perdenin boyutları, alanları ve atalet momentleri toplu olarak Tablo 4.4’te verilmiştir.

Tablo 4.5: Kolon ve perde eleman boyutları, alanları ve atalet momentleri.

x(m)	y(m)	Adet	Alan(m ²)	I _{cx} (m ⁴)	I _{cy} (m ⁴)
0.4	0.5	6	1.20	0.016	0.025
0.5	0.5	6	1.50	0.031	0.031
0.4	0.7	1	0.28	0.004	0.011
0.2	3	3	1.80	0.006	1.350
3.4	0.2	2	1.36	1.310	0.005
Toplam:		18	6.14	1.367	1.423

Dolgu duvarlar deprem esnasında önemli rol oynasa da çoğu yöntemde dikkate alınmamaktadır. Fakat P25 Yöntemi’nde dolgu duvarların tümü hesaba katılmaktadır. Dolgu duvar alanları hesaplanırken nelere dikkat edilmesi gerektiğine Bölüm 2.2.1’de değinilmiştir. Tablo 4.5’te yapının X yönündeki, Tablo 4.6’da ise yapının Y yönündeki dolgu duvarların boyutları, alanları ve atalet momentleri verilmiştir. Em / Ec değeri boşluklu tuğla kullanıldığı için 0.15 alınmıştır.

Tablo 4.6: X yönündeki dolgu duvarların boyutları, alanları ve atalet momentleri.

Duvar Adedi	Eleman Boyutları		A _{wx}	I _{wx}
	x(m)	y(m)	Kritik Kat	Kritik Kat
4	3	0.2	2.4	1.8
2	2.5	0.2	1	0.520
2	2.4	0.1	0.48	0.230
1	2	0.1	0.2	0.067
Toplam:			4.08	2.618

Tablo 4.7: Y yönündeki dolgu duvarların boyutları, alanları ve atalet momentleri.

Duvar Adedi	Eleman Boyutları		A_{wy}	I_{wy}
	x(m)	y(m)	Kritik Kat	Kritik Kat
1	0.1	5.2	0.52	1.172
1	0.1	2.6	0.26	0.147
1	0.2	0.5	0.1	0.002
1	0.1	2.75	0.275	0.173
1	0.2	2.5	0.5	0.260
1	0.05	2.5	0.125	0.065
1	0.1	1	0.1	0.008
1	0.1	1.6	0.16	0.034
1	0.1	2.2	0.22	0.088
1	0.2	2.5	0.5	0.260
1	0.2	3.6	0.72	0.777
1	0.2	5	1.00	2.084
2	0.2	5.5	2.2	5.545
Toplam:			2.76	2.210

Tablo 4.8: Yapının efektif kat alanı ve atalet moment değerleri.

X (m)	9.4
Y (m)	20
Efektif Kat Alanı (m ²)	188
Yapı X Yönü Atalet Momenti (m ⁴)	1384.31
Yapı Y Yönü Atalet Momenti (m ⁴)	6266.67

CA – Enkesit Alanı Endeksi Bileşkesinin Hesaplanması

$$A_{ef,x} = 6.14 + (4.08 \cdot 0.15) = 6.752 \text{ m}^2$$

$$A_{ef,y} = 6.14 + (2.75 \cdot 0.15) = 6.552 \text{ m}^2$$

$$C_{Ax} = \frac{2 \cdot (10^5) \cdot 6.752}{188} = 7182.97$$

$$C_{Ay} = \frac{2 \cdot (10^5) \cdot 6.5525}{188} = 6970.74$$

$$C_{A,min} = 6970.74$$

$$C_{A,max} = 7182.97$$

$$C_A = \sqrt{(0.87 \cdot 6970.74)^2 + (0.50 \cdot 7182.97)^2} = 7049.42$$

C_I – Atalet Momenti Endeksi Bileşkesinin Hesaplanması

$$I_{ef,x} = 1.367 + (2.617 \cdot 0.15) = 1.759$$

$$I_{ef,y} = 1.422 + (2.210 \cdot 0.15) = 1.753$$

$$C_{Ix} = 2 \cdot (10^5) \cdot [(1.7595) / (1384.31)]^{0.2} = 52706.13$$

$$C_{Iy} = 2 \cdot (10^5) \cdot [(1.7535) / (6266.67)]^{0.2} = 38942.15$$

$$C_{I,min} = 38942.15$$

$$C_{I,max} = 52706.13$$

$$C_I = \sqrt{(0.87 \cdot 38942.15)^2 + (0.50 \cdot 52706.13)^2} = 42922.77$$

P₀ puanı Eşitlik (2.14) ile hesaplanır. Fakat öncelikle Eşitlik (2.14) denkleminde geçen h₀ değeri Eşitlik (2.15) denkleminde hesaplanmalıdır.

$$h_0 = (-0.6 \cdot 15.8^2) + (39.6 \cdot 15.8) - 13.4 = 462.496$$

$$P_0 = (7049.42 + 42922.77) / 462.496 = 108.048$$

P₁ Puanının Hesaplanması

Tablo 4.9: Yapısal düzensizlik katsayıları.

Katsayı	Tanım	Projeye Göre Seçilen Katsayılar
f_1	Burulma Düzensizliği	1
f_2	Döşemenin Süreksizliği	1
f_3	Düşey Doğrultuda Süreksizlik	1
f_4	Kütle Düzensizliği	1
f_5	Korozyonun Varlığı	1
f_6	Ağır Cephe Elemanları	1
f_7	Asma Kat Varlığı	1
f_8	Katlar Arasındaki Kot Farkı veya Kısmi Bodrum	0.9
f_9	Beton Kalitesi	0.895
f_{10}	Zayıf Kolon - Kuvvetli Kiriş	0.768
f_{11}	Etriye Sıklığı	0.841
f_{12}	Zemin Sınıfı	ZE - 0.9
f_{13}	Temel Tipi	Radye Temel - 1
f_{14}	Temel Derinliği	1.20 m - 0.95
P_1 (Temel Yapısal Puan) =		45.628

f_9 : Yapının projesindeki beton dayanımı 16 MPa olduğundan; $f_9 = (16/20)^{0.5} = 0.894$

f_{10} : Kolonların ortalama boyutlarından elde edilen kolon boyutu; 30*35 cm'dir.

Kritik katta en çok tekrar eden kiriş boyutu ise; 30*60 cm'dir.

$I_{kolonx} = 0.00107 \text{ m}^4$, $I_{kolony} = 0.00078 \text{ m}^4$ ve $I_b = 0.0054 \text{ m}^4$ 'tür.

$$f_{10} = [(0.00107+0.00078)/(2*0.0054)]^{0.15} = 0.768$$

f_{11} : Projede etriye sıklaştırması yapılmamış ve $s = 20 \text{ cm}$ olduğundan;

$$f_{11} = (10/20)^{0.25} = 0.84$$

P₂ Puanının Hesaplanması

P_2 puanı kısa kolon puanıdır. Yapıda kısa kolon olmadığından P_2 puanı 100 alınmıştır.

P₃ Puanının Hesaplanması

P₃ puanı hesabı için kritik katın bir üstündeki katın efektif kat alanı ve efektif atalet momenti bilinmelidir. Kolon ve perde elemanları üst katlarda da aynı devam ettiğinden Tablo 4.6 ve Tablo 4.7’de yalnızca dolgu duvar alanları ve atalet momenti değerleri verilmiştir.

Tablo 4.10: X yönündeki dolgu duvarların boyutları, alanları ve atalet momentleri.

Duvar Adedi	Eleman Boyutları		A _{wx}	I _{wx}
	x(m)	y(m)	Kritik Katın Üst Katı	Kritik Katın Üst Katı
2	2.1	0.1	0.42	0.154
2	1.8	0.05	0.18	0.048
1	2.5	0.2	0.5	0.260
4	2.5	0.1	1	0.521
1	1.8	0.1	0.18	0.049
1	1.4	0.2	0.28	0.046
Toplam:			2.56	1.079

Tablo 4.11: Y yönündeki dolgu duvarların boyutları, alanları ve atalet momentleri.

Duvar Adedi	Eleman Boyutları		A _{wy}	I _{wy}
	x(m)	y(m)	Kritik Katın Üst Katı	Kritik Katın Üst Katı
2	0.2	4	1.6	2.134
2	0.1	2.75	0.55	0.346
2	0.05	2.5	0.25	0.130
2	0.1	2.6	0.52	0.292
2	0.1	5.6	1.12	2.926
2	0.1	2.3	0.46	0.202
Toplam:			4.5	6.032

$$A_{ef,x} (1.kat) = 6.524 \text{ m}^2 \quad A_{ef,y} (1.kat) = 6.815 \text{ m}^2$$

$$I_{ef,x} (1.kat) = 1.528 \text{ m}^4 \quad I_{ef,y} (1.kat) = 2.327 \text{ m}^4$$

r_a ve r_r değeri Eşitlik (2.18)'e göre hesaplanır.

$$r_{ax} = 6.752 / 6.524 = 1.034$$

$$r_{ay} = 6.554 / 6.815 = 0.962$$

$$r_a = (1.034 + 0.9617) / 2 = 0.998$$

$$r_{rx} = 1.7598 / 1.528 = 1.151$$

$$r_{ry} = 1.753 / 2.327 = 0.753$$

$$r_r = (1.151 + 0.753) / 2 = 0.952$$

$$h_i = 1.8\text{m} \quad h_{i+1} = 2.8\text{m}$$

P_3 puanı Eşitlik (2.17) kullanılarak;

$$P_3 = 100 * [0.998 * 0.952 * (2.8 / 1.8)^3]^{0.6} = 228.90 \text{ olarak hesaplanır.}$$

P4 Puanının Hesaplanması

P_4 çıkımlar ve çerçeve süreksizliği puanı için Tablo 2.9 kullanılır. İncelenen yapının iki cephesinde çıkma olduğu ve çerçeve kirişleri bulunmadığı için P_4 puanı 60 olarak belirlenmiştir.

P5 Puanının Hesaplanması

P_5 çarpışma puanı Tablo 2.10 kullanılarak belirlenir. İncelenen yapı bitişik nizamlı ve uçta bulunan bir yapıdır. Komşu olduğu yapı ile döşeme seviyeleri farklı olduğundan P_5 puanı 10 olarak belirlenmiştir.

P6 Puanının Hesaplanması

P_6 sıvılaşma potansiyeli puanı Tablo 2.11'e göre belirlenir. İncelenen yapının bulunduğu zeminde YASS 2 metrede ve sıvılaşma ihtimali yüksek olduğundan P_6 puanı 20 olarak belirlenmiştir.

P7 Puanının Hesaplanması

P_7 toprak hareketleri puanı Tablo 2.12'ye göre belirlenir. İncelenen yapının bulunduğu zemin cinsi ZE ve YASS 2 metrede olduğundan P_7 puanı 10 olarak belirlenmiştir.

α , β Düzeltme Çarpanları ve $P_{\text{sonuç}}$ Puanının Hesaplanması

$$\alpha = (1/1) (1.4 - 0.631) [1/(0.4*6 + 0.88)] * 1 = 0.769$$

Tablo 4.12: $P_{\text{sonuç}}$ puanının hesaplanması.

P_i Puanları		w_i Ağırlık Çarpanları		$P_i * w_i$
P_1	48.551	w_1	4	194.205
P_2	100	w_2	1	100
P_3	228.909	w_3	3	686.727
P_4	60	w_4	2	120
P_5	10	w_5	1	10
P_6	20	w_6	3	60
P_7	10	w_7	2	20
$P_{\min}$	10	w_8	4	40
Toplam			20	1230.93
P_w				61.547
β Düzeltme Çarpanı				1

$P_{\text{sonuç}}$ puanı da Eşitlik (2.21)'e göre;

$$P_{\text{sonuç}} = 0.769 * 1 * 10 = 7.69 \text{ olarak belirlenir.}$$

25 puanın altındaki puan alan yapılar P25 Yöntemi'ne göre yüksek risk bölgesi anlamına gelmektedir.

4.2.2. Yakut Yöntemi, (2004) Uygulama Örneği

Tez kapsamında 40 mevcut betonarme yapı için Excel üzerinden uygulanan P25 Yöntemi, (2007), bu bölümde 78 adada bulunan bir parsel için açık hesap ile anlatılacaktır. Kişisel Verilerin Korunması Kanunu kapsamında yapının parsel bilgisi verilmemiştir.

İncelenecek yapının mimari, betonarme projesi, yakın bir bölgede yapılmış zemin etüdünün raporu elimizde bulunmaktadır. Zemin kat + 4 kattan oluşan bir yapıdır. Yapının inceleme kat alanı 145.04 m², yapı ağırlığı ise 949 tondur. Yapının beton malzeme değeri projede kullanılmış olan 16 MPa olarak kabul edilmiştir. Yapının DD2 deprem düzeyine göre hesaplanan S_{DS} değeri ise 1.242'dir.

Yapının Kesme Kuvveti Kapasitesi (V_c) Hesaplanması

Tablo 4.13: Kolon V_c değerleri.

Kolonlar							
bw(m)	h(m)	Adet	c1	c2	α	V_{cx}	V_{cy}
0.4	0.6	9	0.67	0.33	0.65	648.648	1316.952
0.6	0.4	1	0.67	0.33	0.65	146.328	72.072
Toplam V_c :						794.976	1389.024

$b_w = 0.4$ m $h = 0.6$ m olan kolon için;

X Yönünde;

c katsayısı elemanın kısa tarafı ve kesme kuvveti aynı yönde olduğundan = 0.33

α katsayısı TS500'e göre belirlenen bir katsayıdır ve 0.65 kabul edilir.

$$f_{ctk} = 0.35 * \sqrt{f_{ck}} = 0.35 * \sqrt{16} = 1.4 \text{ MPa}$$

$$V_{ci} = 0.33 * 0.65 * 1.4 * 0.4 * 0.6 = 72.072 \text{ kN}$$

Aynı kolondan 9 adet olduğundan; $72.072 * 9 = 648.648$ kN

Y Yönünde;

c katsayısı elemanın uzun tarafı ve kesme kuvveti aynı yönde olduğundan = 0.67

α katsayısı TS500'e göre belirlenen bir katsayıdır ve 0.65 kabul edilir.

$$f_{ctk} = 0.35 * \sqrt{f_{ck}} = 0.35 * \sqrt{16} = 1.4 \text{ MPa}$$

$$V_{ci} = 0.67 * 0.65 * 1.4 * 0.4 * 0.6 = 146.328 \text{ kN}$$

Aynı kolondan 9 adet olduğundan; $146.328 * 9 = 1316.952$ kN

Tablo 4.14: Perde V_c değerleri.

Perdeler							
bw(m)	h(m)	Adet	c1	c2	α	V_{cx}	V_{cy}
0.25	1.5	1	1	0	0.65	0	341.25
0.25	1.4	1	1	0	0.65	0	318.50
0.25	1.1	1	1	0	0.65	0	250.25
0.25	2.1	1	1	0	0.65	0	477.75
Toplam V_c :						0	1387.75

$b_w = 0.25$ m $h = 1.5$ m olan kolon için;

X Yönünde;

c katsayısı elemanın kısa tarafı ve kesme kuvveti aynı yönde olduğundan = 0 değerini aldığı için toplam V_c değeri 0 olacaktır.

Y Yönünde;

c katsayısı elemanın uzun tarafı ve kesme kuvveti aynı yönde olduğundan = 1

α katsayısı TS500'e göre belirlenen bir katsayıdır ve 0.65 kabul edilir.

$$f_{ctk} = 0.35 * \sqrt{f_{ck}} = 0.35 * \sqrt{16} = 1.4 \text{ MPa}$$

$$V_{ci} = 1 * 0.65 * 1.4 * 0.25 * 1.5 = 341.25 \text{ kN}$$

Yapıdaki kolonlar ve perdelerin toplam V_c değeri;

$$V_{cx} = 794.976 + 0 = 794.976 \text{ kN}$$

$$V_{cy} = 1389.024 + 1387.75 = 2776.77 \text{ kN}$$

Yapının Akma Dayanımının (V_y ve V_{yw}) Hesaplanması

Eşitlik (2.23)'e göre yapının dolgu duvarsız akma kapasitesi;

$$V_{yx} = \frac{794.976}{0.95 * e^{0.125 * 5}} = 448.771 \text{ kN}$$

$$V_{yy} = \frac{2776.77}{0.95 * e^{0.125 * 5}} = 1567.51 \text{ kN}$$

X yönündeki dolgu duvar alanları = 1.5 m^2

Y yönündeki dolgu duvar alanları = 5.48 m^2

Eşitlik (2.24)'e göre dolgu duvar katkılı akma kapasitesi;

$$V_{ywx} = V_{yx} \left(46 * \frac{1.5}{145.04} + 1 \right) = 662.265 \text{ kN}$$

$$V_{ywy} = V_{yy} \left(46 * \frac{5.48}{145.04} + 1 \right) = 4291.86 \text{ kN}$$

Temel Kapasite İndeksinin (BCPI) Hesaplanması

Öncelikle V_{code} Eşitlik (2.26)'ya göre hesaplanır.

$$V_{code} = 0.04 * 949 * 1 * 1.242 * 9.81 = 464.505 \text{ kN}$$

Eşitlik (2.25)'e göre BCPI;

$$BCPI_x = 448.771 / 464.505 = 1.431$$

$$BCPI_y = 1567.51 / 464.505 = 9.279$$

C_A ve C_M Katsayılarının Hesaplanması

Yapıda yumuşak kat ve ağır çıkma bulunduğundan Tablo 2.15'ten;

$$C_{AS} = 0.135$$

$$C_{AP} = 0.055$$

Eşitlik (2.27)'ye göre;

$$C_A = 1 - (0.135 + 0.055) = 0.81$$

Yapı görsel kalitesi kötü olduğundan Tablo 2.16'dan;

$$C_M = 1 - 0.55 (1 - 0.81) = 0.895$$

CPI Kapasite İndeksi Değerinin Hesaplanması

Eşitlik (2.28)'e göre CPI;

$$CPI_x = 0.81 * 0.8955 * 1.431 = 1.04$$

$$CPI_y = 0.81 * 0.8955 * 9.279 = 6.73$$

X ve y yönü için hesaplanmış olan kapasite indeksi değerlerinin küçük olanı yapının kapasite indeksi olarak kabul edilir. Bu yapı için;

$CPI = 1.04$ olarak belirlenir.

1.2 değeri Yakut Yöntemi, (2004) için sınır değerdir. CPI değeri 1.2'den küçük olduğu için yapı "Riskli" sonucu elde edilir.

4.3. Detaylı Değerlendirme Yöntemleri ile Analiz

4.3.1. Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar – 2019 Uygulama Örneği

Tez kapsamında 10 mevcut betonarme yapı için ideCAD programı üzerinden uygulanan RYTEİE-2019'da geçen Az Katlı Betonarme Binalar İçin Risk Tespiti Yöntemi, bu bölümde 78 adada bulunan bir parsel için açık hesap ile anlatılacaktır. Kişisel Verilerin Korunması Kanunu kapsamında yapının parsel bilgisi verilmemiştir.

İncelenen yapının mimari, betonarme projesi, yakın bir bölgede yapılmış zemin etüdünün raporu elimizde bulunmaktadır. 40.7789 enlem, 30.3961 boylamda ZE zemin sınıfında bulunan yapının AFAD'dan alınan zemin parametreleri Şekil 4.1'de verilmiştir. Yakın bir bölgeden alınan zemin etütü verilerine göre taşıma gücü $q_t = 150 \text{ kN/m}^2$ ve yatak katsayısı 840 t/m^3 'tür.

AFAD

**Türkiye Deprem Tehlike Haritaları
İnteraktif Web Uygulaması**

Kullanıcı Girdileri

Rapor Başlığı:

Deprem Yer Hareketi Düzeyi	DD-2	50 yılda aşılma olasılığı %10 (tekrarlanma periyodu 475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi
Yerel Zemin Sınıfı	ZE	Geçek kum, çakıl veya yumuşak - katı kil tabakaları veya $P_f > 20$ ve $w > \%40$ koşullarını sağlayan toplamda 3 metreden daha kalın yumuşak kil tabakası ($C_u < 25 \text{ kPa}$) içeren profiller
Enlem:	40,7789°	
Boylam:	30,3961°	

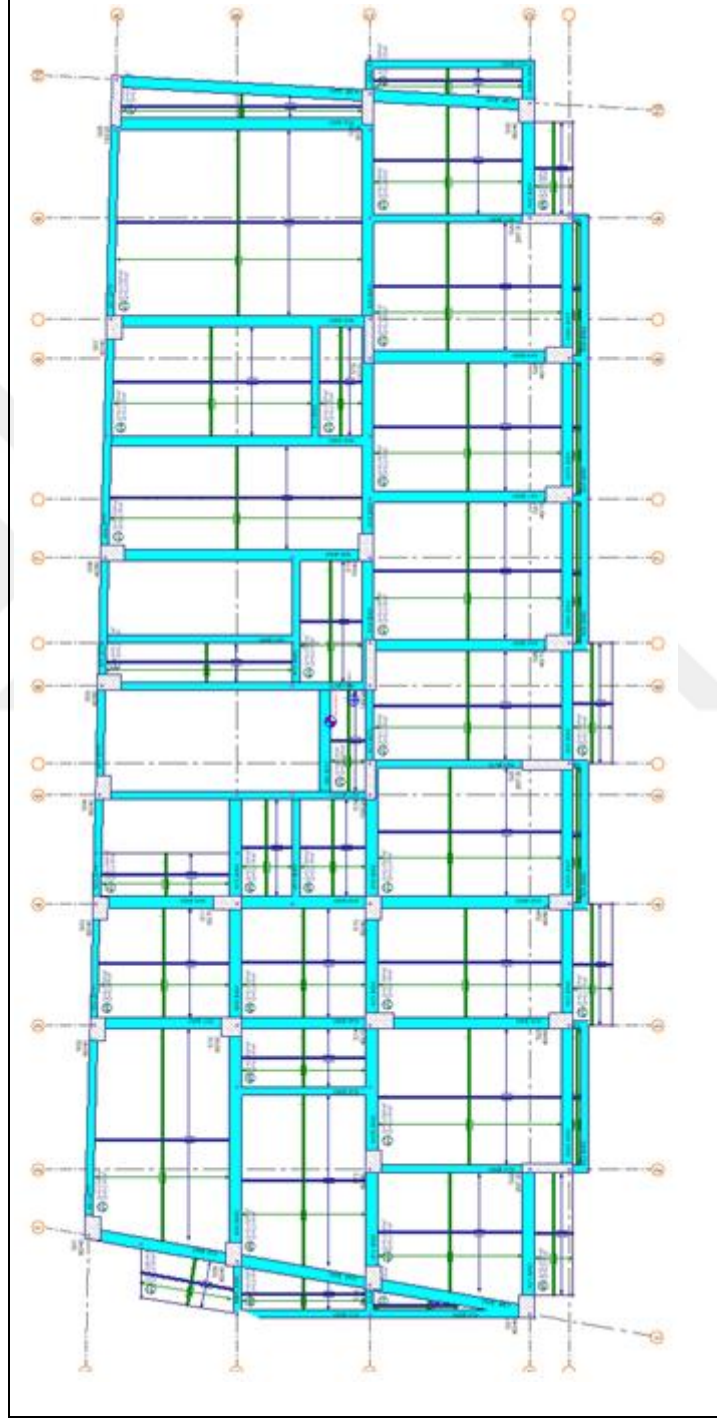
Çıktılar

$S_0 = 1.560$	$S_1 = 0.428$	$PGA = 0.634$	$PGV = 50.054$
---------------	---------------	---------------	----------------

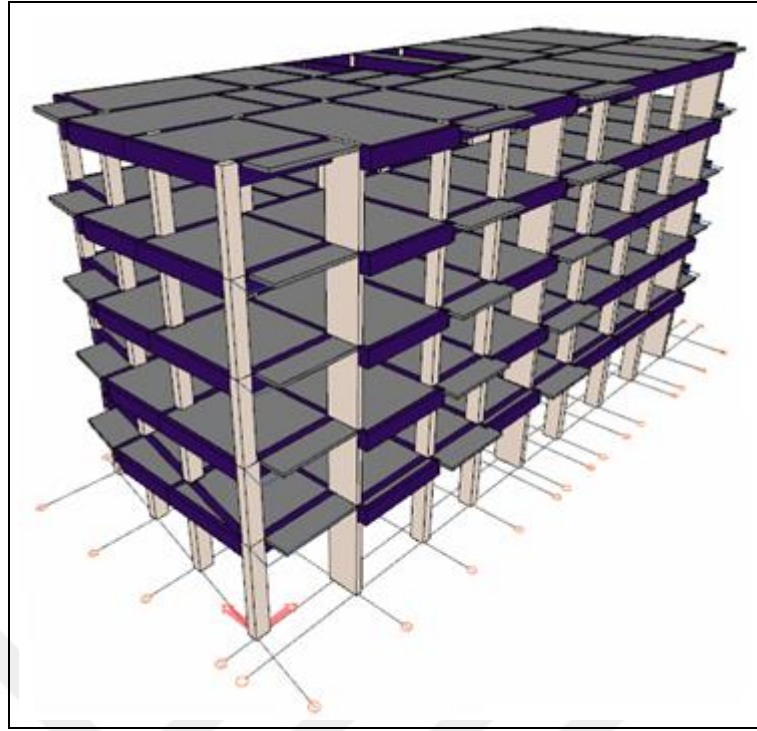
S_0 : Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
 S_1 : 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
 PGA : En büyük yer ivmesi [g]
 PGV : En büyük yer hızı [cm/sn]

Şekil 4.1: Türkiye Deprem Haritası çıktıları.

Yapı zemin kat + 4 kattan oluşmaktadır. Yapıdaki kat yükseklikleri; zemin katta 3.9 m, diğer katlarda 2.9 m'dir. Kolonlar ve kirişler Şekil 4.2'de görülen, betonarme projesindeki boyutlarla modellenmiş ve kolon donatılarının projedekine uygun olduğu kabulü yapılmıştır.



Şekil 4.2: RYTEİE-2019 Yöntemi ile analiz edilen yapının kritik kat planı.



Şekil 4.3: RYTEİE-2019 Yöntemi ile analiz edilen yapının 3D görseli.

Beton dayanımı 16 MPa'dır fakat bu değerin 1986 yılında inşa edilmiş yapı için daha düşük olduğu tahmin edildiğinden Tablo 2.22'den bilgi düzeyi katsayısı 0.90 (asgari) seçilmiştir.

Statik Malzeme Özellikleri	
Malzeme Tanımı :	
Malzeme adı :	C16 S220
Malzeme tipi :	Beton
Beton karakteristik basınç dayanımı :	16 MPa
Beton karakteristik çekme dayanımı :	142.76 [tf/m ²]
Beton güvenlik katsayısı :	1.5
k ₁ sabiti :	0.85
Eğilme donatısı akma dayanımı :	220
Etriye donatısı akma dayanımı :	220
Çelik güvenlik katsayısı :	1.15
Malzeme Değerleri :	
Elastisite modülü :	2753233.775 [tf/m ²]
Kayma modülü :	1147180.74 [tf/m ²]
Poisson oranı :	0.2
Birim hacim ağırlığı :	2.5 [tf/m ³]
Isıl genleşme katsayısı :	1E-05

Şekil 4.4: RYTEİE-2019 Yöntemi ile analiz edilen yapının malzeme özellikleri.

Risk değerlendirmesi tüm katlar için yapılır ve herhangi bir katın riskli çıkması durumunda yapı riskli kabul edilir. Kritik kat zemin kat olduğundan öncelikle zemin katın sonuçları incelenmiş ve yapı ‘‘Riskli’’ olarak tespit edilmiştir.

Risk Değerlendirmesi – ZEMİN KAT	
Eksenel bası gerilmeleri ortalaması :	265.84 tf/m ²
0.65*fc _m :	954.45 tf/m ²
0.1*fc _m :	146.84 tf/m ²
Kat kesme kuvvetleri oranı sınır değeri:	0.3
Risk sınırı ağan eleman sayısı :	30
Toplam eleman sayısı :	30
En büyük m değeri :	10.07 (S116)
[+EX] - Risk sınırı ağan kolon ve perdelerin kesme kuvvetleri toplamı / Toplam kat kesme kuvveti :	2193.8 / 2193.8 tf
[+EX] - Kat kesme kuvveti oranı :	1 > 0.298
[-EX] - Risk sınırı ağan kolon ve perdelerin kesme kuvvetleri toplamı / Toplam kat kesme kuvveti :	2193.8 / 2193.8 tf
[-EX] - Kat kesme kuvveti oranı :	1 > 0.298
[+EY] - Risk sınırı ağan kolon ve perdelerin kesme kuvvetleri toplamı / Toplam kat kesme kuvveti :	1335.93 / 1355.65 tf
[+EY] - Kat kesme kuvveti oranı :	0.985 > 0.298
[-EY] - Risk sınırı ağan kolon ve perdelerin kesme kuvvetleri toplamı / Toplam kat kesme kuvveti :	1298.12 / 1355.65 tf
[-EY] - Kat kesme kuvveti oranı :	0.958 > 0.298

BİNA İÇİN RİSK DEğERLENDİRMEĞ	
Riskli bina olarak değerlendirilmiştir.	X

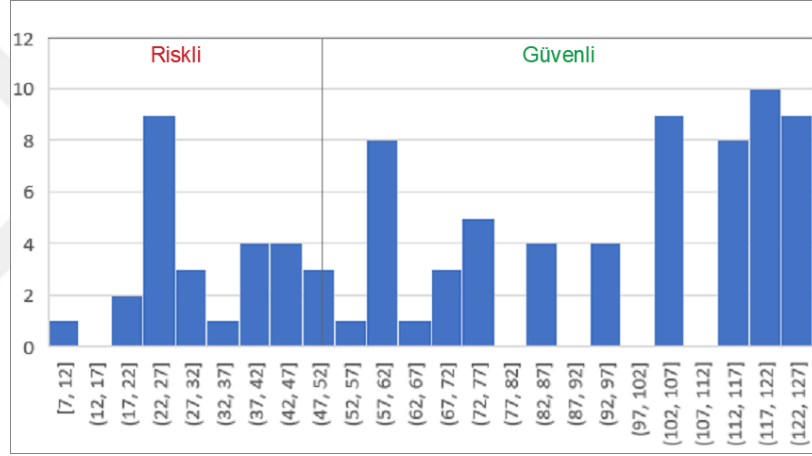
şekil 4.5: RYTEİE-2019 Yöntemi ile analiz edilen yapının sonuçları.

5. SONUÇLAR

5.1. Birinci Derece Değerlendirme Yöntemleri Sonuçları

5.1.1. Sucuoğlu-Yazgan Yöntemi 1.Aşama, (2003) Sonuçları

Sucuoğlu-Yazgan Yöntemi, (2003), sonucunda elde edilen performans puanları Şekil 5.1’de görülmektedir. Yöntemde 50 sınır puan üzerinden risk durumu belirlenmektedir. Yapı performans puanı 50’den büyükse “Güvenli”, 50’den küçükse “Riskli” olarak sınıflandırılmaktadır.



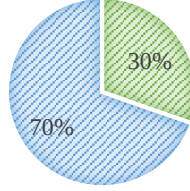
Şekil 5.1: Sucuoğlu-Yazgan Yöntemi performans puanları.

Sonuç olarak 89 yapıdan;

- 27 adet yapı “Riskli”,
- 62 adet yapı “Güvenli” sonucu elde edilmiştir.

SUCUOĞLU-YAZGAN YÖNTEMİ PERFORMANS PUANI DAĞILIM GRAFİĞİ

■ RİSKLİ ■ GÜVENLİ



Şekil 5.2: Sucuoğlu-Yazgan Yöntemi performans puanı dağılım grafiği.

Yapıları serbest kat sayıları ile risk durumlarını birlikte incelediğimizde ise;

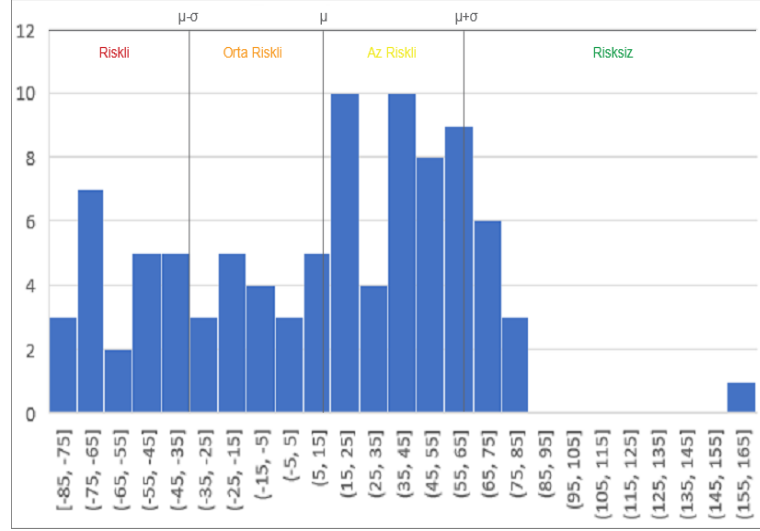
- 6 katlı yapıların %100'ü (1 adet) “Riskli”
- 5 katlı yapıların %100'ü (20 adet) “Riskli”,
- 4 katlı yapıların %24'ü (6 adet), %76'sı (19 tane) “Riskli”,
- 3 katlı yapıların %100'ü (27 tane) “Güvenli”,
- 2 katlı yapıların %100'ü (16 tane) “Güvenli” sonucu elde edilmiştir.



Şekil 5.3: Sucuoğlu-Yazgan Yöntemi değerlendirme haritası.

5.1.2. RYTEİE-2019 Ek-2 Ek-A Sonuçları

RYTEİE-2019’da bulunan yöntem sonucunda elde edilen performans puanları Şekil 5.1’de görülmektedir. Yöntemde sonuç puanlarının sıralanmasıyla ilgili bir puanlama sistemi olmadığından istatistiksel bir çalışma yapılmış ve yapılar “Güvenli”, “Düşük Riskli”, “Orta Riskli” ve “Riskli” olarak sınıflandırılmıştır.



Şekil 5.4: RYTEİE Ek-A Yöntemi performans puanları.

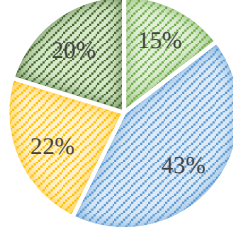
Tüm yapılara analiz edildikten sonra performans puanlarının önce aritmetik ortalaması sonra standart sapması hesaplanmıştır. Aritmetik ortalama değerine standart sapma değeri eklenerek ve çıkarılarak sınır puanlar belirlenmiştir.

Sonuç olarak 89 yapıdan;

- 13 adet yapı “Güvenli”,
- 38 adet yapı “Düşük Riskli”,
- 20 adet yapı “Orta Riskli” ve
- 18 adet yapı “Riskli” sonucu elde edilmiştir.

RYTEİE PERFORMANS PUANI DAĞILIM GRAFİĞİ

■ GÜVENLİ ■ DÜŞÜK RİSKLİ ■ ORTA RİSKLİ ■ RİSKLİ



Şekil 5.5: RYTEİE Ek-A Yöntemi performans puanı dağılım grafiği.

Yapıları serbest kat sayıları ile risk durumlarını birlikte incelediğimizde ise;

- 6 katlı yapıların %100'ü (1 adet) “Riskli”,
- 5 katlı yapıların %85'i (17 adet) “Riskli”, %15'i (3 tane) “Orta Riskli”,
- 4 katlı yapıların %68'i (17 adet) “Orta Riskli”, %32'si (8 tane) “Düşük Riskli”,
- 3 katlı yapıların %77'si (21 tane) “Düşük Riskli”, %23'ü (6 adet) “Güvenli”,
- 2 katlı yapıların %56'sı (9 tane) “Düşük Riskli”, %44'ü (7 adet) “Güvenli”

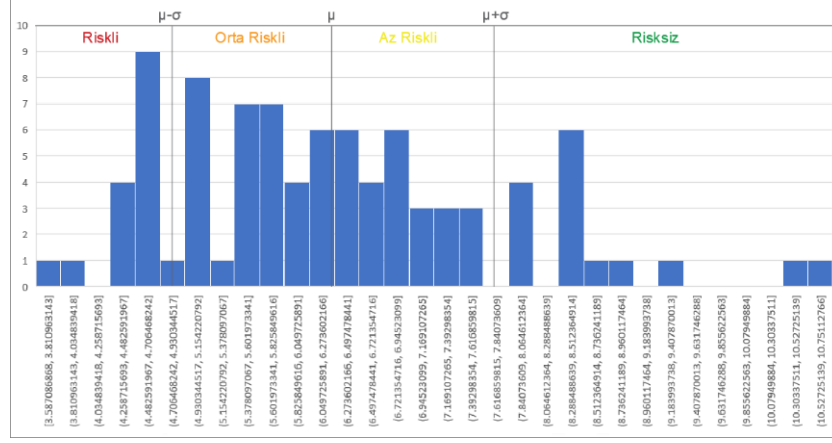
sonucu elde edilmiştir.



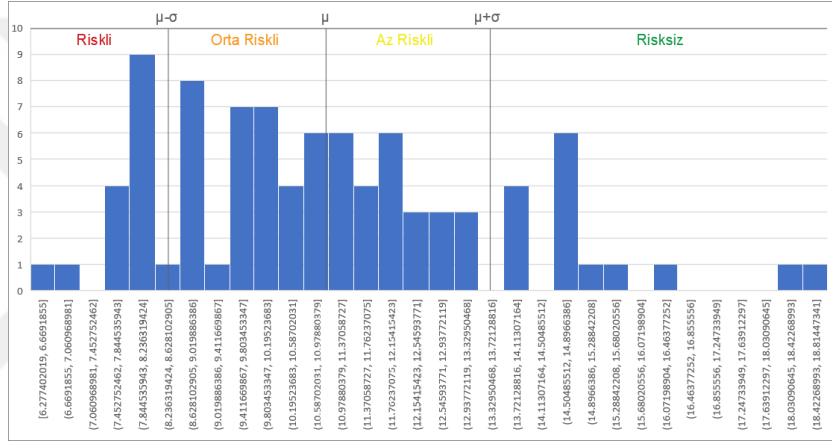
Şekil 5.6: RYTEİE Ek-A Yöntemi değerlendirme haritası.

5.1.3. Aydınöğlü Yöntemi Sonuçları

Aydınöğlü Yöntemi sonucunda elde edilen can güvenliği ve göçme kontrolü performans puanları Şekil 5.5 ve Şekil 5.6’da görülmektedir. Yöntemde sonuç puanlarının sıralanmasıyla ilgili bir puanlama sistemi olmadığından istatistiksel bir çalışma yapılmış ve yapılar “Güvenli”, “Düşük Riskli”, “Orta Riskli” ve “Riskli” olarak sınıflandırılmıştır.



Şekil 5.7: Aydınoglu Yöntemi can güvenliği performans puanları.



Şekil 5.8: Aydınoglu Yöntemi göçme kontrolü performans puanları.

Tüm yapılara analiz yapıldıktan sonra performans puanlarının aritmetik ortalaması ve standart sapması hesaplanmıştır. Aritmetik ortalama değerine standart sapma değeri eklenerek ve çıkarılarak sınır puanlar belirlenmiştir.

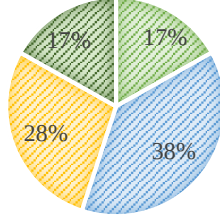
Can güvenliği ve göçme kontrolü performans seviyeleri için puanlar farklı olsa da sınıflandırma sonuçları aynıdır.

Sonuç olarak 89 yapıdan;

- 15 adet yapı “Güvenli”,
- 34 adet yapı “Düşük Riskli”,
- 25 adet yapı “Orta Riskli” ve
- 15 adet yapı “Riskli” sonucu elde edilmiştir.

AYDINOĞLU YÖNTEMİ PERFORMANS PUANI DAĞILIM GRAFİĞİ

■ RİSKLİ ■ ORTA RİSKLİ ■ DÜŞÜK RİSKLİ ■ GÜVENLİ



Şekil 5.9: Aydınoglu Yöntemi performans puanı dağılım grafiği.

Yapıları serbest kat sayıları ile risk durumlarını birlikte incelediğimizde ise;

- 6 katlı yapıların %100'ü (1 adet) "Riskli"
- 5 katlı yapıların %45'i (9 adet) "Riskli", %45'i (9 adet) "Orta Riskli", %10'u "Düşük Riskli",
- 4 katlı yapıların %4'ü (1 adet) "Riskli", %30'u (7 adet) "Orta Riskli", %45'i (11 adet) "Düşük Riskli", %21'i (5 tane) "Güvenli",
- 3 katlı yapıların %30'u (8 adet) "Orta Riskli", %37'si (10 adet) "Düşük Riskli", %33'ü (9 tane) "Güvenli",
- 2 katlı yapıların %18'i (3 adet) "Orta Riskli", %62'si (10 adet) "Düşük Riskli", %13'ü (2 tane) "Düşük Riskli" ve %6'sı (1 adet) "Güvenli" sonucu elde edilmiştir.



Şekil 5.10: Aydınoğlu Yöntemi değerlendirme haritası.

5.2. İkinci Derece Değerlendirme Yöntemleri Sonuçları

5.2.1. P25 Yöntemi Sonuçları

$P_{\text{sonuç}}$ puanı;

≥ 35 ise 1.Bölgedir. Düşük risk bölgesi anlamına gelir. Yapının göçmesi veya can kaybına sebebiyet verme ihtimali düşüktür. Ayrıntılı incelenmesi öncelikli değildir.

$35 > P_{\text{sonuç}} > 25$ ise 2.Bölgedir. Ayrıntılı inceleme bölgesi anlamına gelir. Yapının can kaybına sebep olup olmayacağına karar verilememiştir.

≤ 25 ise 3.Bölgedir. Yüksek risk bölgesi anlamına gelir. Yapının can kaybına sebep olabileceği dolayısıyla güçlendirilmesi veya yıkılması gerektiği sonucu çıkarılır.

Tez kapsamında incelenen 40 adet yapının P25 puanları Tablo 5.1’de görülmektedir.

Tablo 5.1: P25 Yöntemi sonuçlar.

Ada	Yapım Yılı	Kat Sayısı	P25 Puanı, (2007)	Risk Durumu
78	2005	2	7.69	Riskli
78	2005	2	7.69	Riskli
78	1989	5	6.64	Riskli
78	1981	6	7.69	Riskli
78	1984	5	6.45	Riskli
78	2004	3	7.68	Riskli
78	1983	4	6.81	Riskli
78	2003	4	6.82	Riskli
78	2018	3	7.70	Riskli
78	1993	4	7.67	Riskli
78	2005	2	7.69	Riskli
78	2014	3	7.69	Riskli
78	2007	3	7.68	Riskli
78	2018	3	7.28	Riskli
78	2014	3	7.69	Riskli
78	1986	5	6.02	Riskli
78	1994	4	7.67	Riskli
78	1975	3	7.69	Riskli
78	1998	5	7.08	Riskli
78	2009	2	7.11	Riskli
78	2016	4	7.42	Riskli
78	2012	3	7.69	Riskli
78	1998	3	7.69	Riskli
78	2011	2	7.69	Riskli
78	2005	2	7.23	Riskli
78	2007	2	7.69	Riskli
78	2010	3	6.52	Riskli
130	2005	2	7.69	Riskli
130	1967	4	7.69	Riskli
130	1993	4	7.07	Riskli
130	1964	4	7.36	Riskli
130	2018	3	7.69	Riskli
130	1994	5	6.89	Riskli
130	1990	5	6.25	Riskli
130	2018	3	7.69	Riskli
130	2020	3	7.40	Riskli
131	1999	5	6.50	Riskli
131	2007	3	7.49	Riskli
131	1980	4	6.32	Riskli
131	1990	4	6.30	Riskli

P25 Yöntemi'nde P_6 sıvılaşma puanı ve P_7 toprak hareketleri puanıdır. Yapının P_6 puanı sıvılaşma ihtimali ve YASS değerine göre, P_7 puanı ise zemin sınıfı ve YASS değerine göre Tablo 2.12 ve Tablo 2.13'ten seçilir.

Tez kapsamında incelenen bölge için zemin değerleri; zemin sınıfı ZE, YASS = 2m, sıvılaşma potansiyeli: orta olduğundan tüm yapıların P_6 puanı 20, P_7 puanı 10 olarak hesaplanmıştır.

$P_{\text{sonuç}}$ puanı P_{min} puanı kullanılarak hesaplandığından tüm yapıların risk durumu “Riskli” olarak tespit edilmiştir. 2020 yılında C30 beton malzeme ile inşa edilmiş 1.50 m temel derinliğine sahip 3 katlı bir yapıda bile “Riskli” sonucu elde edilmesi P25 Yöntemi ile ilgili ek bir çalışma yapmamıza sebep olmuştur.

P25 Yöntemi ile incelenen tüm yapılar bir de “Zemin değerleri farklı olsaydı sonuç ne olurdu?” sorusu sorularak incelenmiştir. Bu aşamada zemin sınıfı ZB, sıvılaşma potansiyeli: yok olarak kabul edilmiş ve sonuçlar incelenmiştir.

Tablo 5.2: P25 Yöntemi zemin verileri değiştirilmiş sonuçlar.

Ada	Yapım Yılı	Kat Sayısı	P25 Puanı	Risk Durumu
78	2005	2	44.68	Güvenli
78	2005	2	46.14	Güvenli
78	1989	5	15.38	Riskli
78	1981	6	7.69	Riskli
78	1984	5	15.38	Riskli
78	2004	3	15.36	Riskli
78	1983	4	32.24	Orta Riskli
78	2003	4	38.56	Güvenli
78	2018	3	61.68	Güvenli
78	1993	4	45039	Güvenli
78	2005	2	38.45	Güvenli
78	2014	3	15.38	Riskli
78	2007	3	46.08	Güvenli
78	2018	3	23.07	Riskli
78	2014	3	53.83	Güvenli
78	1986	5	14.7	Riskli
78	1994	4	15.38	Riskli
78	1975	3	39.67	Güvenli
78	1998	5	9.53	Riskli
78	2009	2	37.09	Güvenli
78	2016	4	35.71	Güvenli
78	2012	3	30.76	Orta Riskli
78	1998	3	76.9	Güvenli
78	2011	2	46.14	Güvenli
78	2005	2	33.93	Orta Riskli
78	2007	2	46.14	Güvenli
78	2010	3	27.32	Orta Riskli
130	2005	2	33.63	Orta Riskli
130	1967	4	7.69	Riskli
130	1993	4	15.38	Riskli
130	1964	4	38.45	Güvenli
130	2018	3	45.42	Güvenli
130	1994	5	7.69	Riskli
130	1990	5	15.15	Riskli
130	2018	3	38.64	Güvenli
130	2020	3	37.11	Güvenli
131	1999	5	23.07	Riskli
131	2007	3	38.45	Güvenli
131	1980	4	15.29	Riskli
131	1990	4	23.07	Riskli

Tablo 5.1’e göre 40 yapıdan;

- 19 adet yapı “Güvenli”,
- 5 adet yapı “Orta Riskli”,
- 16 adet yapı “Riskli” sonucu elde edilmiştir.

Tablo 5.2’de görülen sonuçlar Tablo 5.1’de verilen sonuçlarla kıyaslandığında çok daha tutarlı olduğu görülmektedir. Bu sebeple diğer yöntemlerle karşılaştırma yapılırken bu değerler kullanılacaktır.

5.2.2. Yakut Yöntemi, (2004) Sonuçları

Yakut Yöntemi’nin sonucunda CPI puanı hesaplanır. Kapasite İndeksi olan bu değer büyük olması yapının daha güvenli olduğu sonucunu verir. Çalışma yapılan yapı kümesine göre bir sınır puan belirlenmesi önerilse de basitleştirilmiş olarak 1.2 sınır değer kabul edilebilir. Tez kapsamında da sınır değer 1.2 olarak kabul edilmiştir.

Tez kapsamında incelenen 40 adet yapının Yakut Yöntemi puanları Tablo 5.3’te görülmektedir.

Tablo 5.3: Yakut Yöntemi sonuçlar.

Ada	Yapım Yılı	Kat Sayısı	Yakut Y. Puanı	Risk Durumu
78	2005	2	2.67	Güvenli
78	2005	2	2.07	Güvenli
78	1989	5	1.03	Riskli
78	1981	6	1.18	Riskli
78	1984	5	1.12	Riskli
78	2004	3	3.29	Güvenli
78	1983	4	2.76	Güvenli
78	2003	4	2.02	Güvenli
78	2018	3	2.1	Güvenli
78	1993	4	1.78	Güvenli
78	2005	2	8.67	Güvenli
78	2014	3	4.92	Güvenli
78	2007	3	9.85	Güvenli
78	2018	3	1.46	Güvenli
78	2014	3	3.3	Güvenli
78	1986	5	0.79	Riskli
78	1994	4	1.84	Güvenli
78	1975	3	4.76	Güvenli
78	1998	5	2.04	Güvenli
78	2009	2	1.82	Güvenli
78	2016	4	4.38	Güvenli
78	2012	3	5.14	Güvenli
78	1998	3	3.33	Güvenli
78	2011	2	5.42	Güvenli
78	2005	2	4.01	Güvenli
78	2007	2	3.75	Güvenli
78	2010	3	6.74	Güvenli
130	2005	2	8.91	Güvenli
130	1967	4	1.08	Riskli
130	1993	4	2.84	Güvenli
130	1964	4	0.86	Riskli
130	2018	3	3.08	Güvenli
130	1994	5	1.03	Riskli
130	1990	5	1.03	Riskli
130	2018	3	2.86	Güvenli
130	2020	3	2.9	Güvenli
131	1999	5	0.68	Riskli
131	2007	3	4.27	Güvenli
131	1980	4	1.68	Güvenli
131	1990	4	0.64	Riskli

Tablo 5.3'e göre 40 yapıdan;

- 79 adet yapı "Güvenli",
- 10 adet yapı "Riskli" sonucu elde edilmiştir.

5.3. Detaylı Değerlendirme Yöntemi Sonuçları

5.3.1. Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar-2019

Risk değerlendirmesi tüm katlar için yapılır ve herhangi bir katın riskli çıkması durumunda yapı riskli kabul edilir.

Tez kapsamında incelenen 10 adet yapının RYTEİE 2019 Yöntemi sonuçları Tablo 5.4'te görülmektedir.

Tablo 5.4: Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar -2019 sonuçlar.

Ada	Yapım Yılı	Kat Sayısı	RYTEİE Detaylı
78	2004	3	Güvenli
78	1983	4	Riskli
78	2003	4	Riskli
78	1993	4	Riskli
78	2014	3	Güvenli
78	1986	5	Riskli
78	1994	4	Riskli
130	2005	2	Güvenli
131	1999	5	Riskli
131	1990	4	Riskli

5.4. Birinci Derece Değerlendirme Yöntemleri Sonuçları Karşılaştırma

Sucuoğlu-Yazgan Yöntemi'nde 62 yapı güvenli, 27 yapı riskli sonucu elde edilmiştir.

RYTEİE Ek-A'da bulunan yöntemde 13 yapı güvenli, 38 yapı düşük riskli, 20 yapı orta riskli ve 18 yapı riskli sonucu elde edilmiştir.

Aydınoğlu Yöntemi'nde 15 yapı güvenli, 25 yapı düşük riskli, 34 yapı orta riskli, 15 yapı riskli ve sonucu elde edilmiştir.

Tablo 5.5: Birinci derece yöntemler sonuçlar.

Ada	Kat Sayısı	RYTEİE, (2019)	Aydınoğlu, (2003)	Sucuoğlu-Yazgan, (2003)
78	4	Orta Riskli	Orta Riskli	Riskli
78	2	Güvenli	Düşük Riskli	Güvenli
78	3	Düşük Riskli	Düşük Riskli	Güvenli
78	5	Orta Riskli	Düşük Riskli	Riskli
78	3	Düşük Riskli	Orta Riskli	Güvenli
78	5	Riskli	Orta Riskli	Riskli
78	3	Düşük Riskli	Orta Riskli	Güvenli
78	5	Riskli	Riskli	Riskli
78	3	Düşük Riskli	Orta Riskli	Güvenli
78	3	Güvenli	Güvenli	Güvenli
78	4	Orta Riskli	Düşük Riskli	Güvenli
78	4	Orta Riskli	Düşük Riskli	Güvenli
78	4	Düşük Riskli	Düşük Riskli	Güvenli
78	3	Düşük Riskli	Düşük Riskli	Güvenli
78	3	Düşük Riskli	Düşük Riskli	Güvenli
78	4	Orta Riskli	Orta Riskli	Güvenli
78	2	Güvenli	Güvenli	Güvenli
78	3	Güvenli	Güvenli	Güvenli
78	3	Düşük Riskli	Düşük Riskli	Güvenli
78	3	Düşük Riskli	Düşük Riskli	Güvenli
78	4	Orta Riskli	Düşük Riskli	Güvenli
78	4	Düşük Riskli	Düşük Riskli	Güvenli
78	4	Orta Riskli	Düşük Riskli	Güvenli
78	3	Düşük Riskli	Düşük Riskli	Güvenli
78	2	Güvenli	Orta Riskli	Güvenli
78	5	Riskli	Orta Riskli	Riskli
78	3	Düşük Riskli	Orta Riskli	Güvenli
78	6	Riskli	Riskli	Riskli
78	2	Düşük Riskli	Orta Riskli	Güvenli
78	5	Riskli	Riskli	Riskli
78	2	Güvenli	Orta Riskli	Güvenli
78	4	Orta Riskli	Orta Riskli	Güvenli
78	3	Düşük Riskli	Orta Riskli	Güvenli
78	3	Güvenli	Güvenli	Güvenli
78	4	Düşük Riskli	Güvenli	Güvenli
78	3	Güvenli	Güvenli	Güvenli
78	2	Güvenli	Düşük Riskli	Güvenli
78	2	Düşük Riskli	Orta Riskli	Güvenli
78	4	Orta Riskli	Güvenli	Güvenli
78	3	Düşük Riskli	Orta Riskli	Güvenli
78	5	Düşük Riskli	Düşük Riskli	Güvenli
78	5	Riskli	Riskli	Riskli
78	5	Riskli	Orta Riskli	Riskli
78	4	Orta Riskli	Orta Riskli	Güvenli

Tablo 5.6 (Devamı): Birinci derece yöntemler sonuçlar.

78	4	Düşük Riskli	Düşük Riskli	Güvenli
78	2	Düşük Riskli	Orta Riskli	Güvenli
78	2	Düşük Riskli	Orta Riskli	Güvenli
78	3	Düşük Riskli	Düşük Riskli	Güvenli
78	3	Güvenli	Güvenli	Güvenli
78	3	Düşük Riskli	Güvenli	Güvenli
78	4	Düşük Riskli	Güvenli	Güvenli
131	3	Düşük Riskli	Güvenli	Güvenli
131	5	Riskli	Riskli	Riskli
131	3	Düşük Riskli	Orta Riskli	Güvenli
131	4	Riskli	Orta Riskli	Riskli
131	4	Riskli	Orta Riskli	Riskli
130	2	GÜVENLİ	Orta Riskli	Güvenli
130	5	RİSKLİ	Riskli	Riskli
130	4	Riskli	Orta Riskli	Riskli
130	4	Düşük Riskli	Güvenli	Güvenli
130	4	Orta Riskli	Riskli	RİSKLİ
130	3	Güvenli	Güvenli	Güvenli
130	4	Orta Riskli	Düşük Riskli	Güvenli
130	4	Orta Riskli	Riskli	Riskli
130	4	Orta Riskli	Düşük Riskli	Riskli
130	4	Orta Riskli	Düşük Riskli	Güvenli
130	3	Düşük Riskli	Orta Riskli	Güvenli
130	4	Orta Riskli	Orta Riskli	Riskli
130	5	Riskli	Riskli	Riskli
130	5	Riskli	Riskli	Riskli
130	5	Riskli	Orta Riskli	Riskli
130	5	Riskli	Orta Riskli	Riskli
130	4	Orta Riskli	Orta Riskli	Riskli
130	3	Düşük Riskli	Orta Riskli	Güvenli
130	3	Düşük Riskli	Düşük Riskli	Güvenli
130	4	Orta Riskli	Düşük Riskli	Güvenli
130	3	Düşük Riskli	Güvenli	Güvenli
130	5	Riskli	Riskli	Riskli
130	2	Düşük Riskli	Riskli	Güvenli
130	5	Orta Riskli	Orta Riskli	Riskli
130	2	Düşük Riskli	Riskli	Güvenli
130	5	Riskli	Riskli	Riskli
130	2	Düşük Riskli	Riskli	Güvenli
292	2	Güvenli	Orta Riskli	Güvenli
292	2	Düşük Riskli	Düşük Riskli	Güvenli
292	3	Düşük Riskli	Düşük Riskli	Güvenli
292	3	Düşük Riskli	Güvenli	Güvenli
292	3	Düşük Riskli	Orta Riskli	Güvenli
292	4	Orta Riskli	Orta Riskli	Riskli

Sucuoğlu-Yazgan Yöntemi'nin sonuçlarına benzer sonuçlar elde edebilmek için, düşük riskli yapılar 'güvenli', orta riskli yapılar ise 'riskli' olarak 2 kısımda incelenirse;

Aydınoğlu Yöntemi için 49 yapı riskli, 40 yapı güvenli,

RYTEİE-2019 için 38 yapı riskli, 51 yapı güvenli denebilir.

Sucuoğlu-Yazgan Yöntemi'nde ise 27 yapı riskli, 62 yapı güvenli sonucu çıkmıştır.

Tablo 5.7: Birinci derece yöntemler sonuçlar-2.

Yöntemler/Risk Durumu	Riskli	Güvenli
Sucuoğlu-Yazgan Yöntemi, (2003)	27	62
RYTEİE Ek-A Yöntemi, (2019)	38	51
Aydınoğlu Yöntemi, (2003)	49	40

Elde edilen bu sonuçlar doğrultusunda Sucuoğlu-Yazgan Yöntemi'nin sonuçlarının diğer yöntemlerle pek tutarlı olmadığı, daha güvensiz bir alanda kaldığı görülmektedir. Ayrıca sonuçları yalnızca "Riskli" veya "Güvenli" olarak sınıflandırmak risk analizinde yetersiz kalmaktadır. Sonuçlarda da görüldüğü gibi "Riskli" yapı sayısı diğer yöntemlerdeki "Riskli" yapı sayısından oldukça azdır. Birinci derece yöntemlere göre analiz edilen yapılarda "Güvenli" sonucu elde edilen yapıların detaylı analiz ile yeniden incelenmesi gerektiğinden Sucuoğlu-Yazgan Yöntemi, (2003) zaman kazancı sağlamayacaktır.

Ayrıca Sucuoğlu-Yazgan Yöntemi'ni RYTEİE Ek-A, (2019) ile karşılaştırdığımızda olumsuzluk parametreleri benzer olmasına rağmen olumsuzluk parametre değerleri yetersiz kalmaktadır.

Yalnızca Aydınoğlu Yöntemi ve RYTEİE Ek-A Yöntemi, (2019) karşılaştırıldığında ise "Güvenli" ve "Riskli" yapı sayısı oldukça yakındır. Sapmalar genellikle "Düşük Riskli" ve "Orta Riskli" sonucunu elde ettiğimiz orta bölgede görülmektedir. Yapısal düzensizlik katsayıları sonuç puanı üzerinde çok etkili olmadığından bu sapmaların olmuş olabileceği düşünülmektedir.

Benzer parametreleri sorgulasalar da uygulama kolaylığı açısından RYTEİE EK-A Yöntemi, Aydınoğlu Yöntemi'nden daha hızlı uygulanabilir bir yöntemdir.

5.5. Birinci, İkinci Derece ve Detaylı Değerlendirme Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Birinci derece değerlendirme yöntemleri ile 89, ikinci derece değerlendirme yöntemleri ile 40 yapı analiz edilmiştir. Ortak bir sonuç elde edebilmek ve birinci derece değerlendirme yöntemleri ile ikinci derece değerlendirme yöntemlerinin sonuçlarını karşılaştırmak amacı ile bu bölümde 40 yapı incelenecektir.

Tablo 5.8: Birinci, ikinci derece ve detaylı değerlendirme yöntemlerinin sonuçları.

Yapı Numarası	P25 Zeminsiz	Yakut, (2004)	RYTEİE, (2019)	Sucuoğlu, (2003)	Aydınoglu, (2003)	RYTEİE Detaylı, (2019)
1	Güvenli	Güvenli	Güvenli	Güvenli	Düşük Riskli	
2	Güvenli	Güvenli	Güvenli	Güvenli	Orta Riskli	
3	Riskli	Riskli	Riskli	Riskli	Orta Riskli	
4	Riskli	Riskli	Riskli	Riskli	Riskli	
5	Riskli	Riskli	Riskli	Riskli	Riskli	
6	Riskli	Güvenli	Düşük Riskli	Güvenli	Orta Riskli	Güvenli
7	Orta Riskli	Güvenli	Orta Riskli	Güvenli	Düşük Riskli	Riskli
8	Güvenli	Güvenli	Orta Riskli	Güvenli	Düşük Riskli	Riskli
9	Güvenli	Güvenli	Düşük Riskli	Güvenli	Düşük Riskli	
10	Güvenli	Güvenli	Orta Riskli	Güvenli	Orta Riskli	Riskli
11	Güvenli	Güvenli	Güvenli	Güvenli	Güvenli	
12	Riskli	Güvenli	Güvenli	Güvenli	Güvenli	Güvenli
13	Güvenli	Güvenli	Düşük Riskli	Güvenli	Güvenli	
14	Riskli	Güvenli	Düşük Riskli	Güvenli	Orta Riskli	
15	Güvenli	Güvenli	Düşük Riskli	Güvenli	Orta Riskli	
16	Riskli	Riskli	Riskli	Riskli	Orta Riskli	Riskli
17	Riskli	Güvenli	Orta Riskli	Güvenli	Güvenli	Riskli
18	Güvenli	Güvenli	Düşük Riskli	Güvenli	Düşük Riskli	
19	Riskli	Güvenli	Orta Riskli	Riskli	Düşük Riskli	
20	Güvenli	Güvenli	Düşük Riskli	Güvenli	Orta Riskli	
21	Güvenli	Güvenli	Düşük Riskli	Güvenli	Güvenli	
22	Orta Riskli	Güvenli	Güvenli	Güvenli	Güvenli	
23	Güvenli	Güvenli	Düşük Riskli	Güvenli	Düşük Riskli	

Tablo 5.9 (Devamı): Birinci, ikinci derece ve detaylı değerlendirme yöntemlerinin sonuçları.

24	Güvenli	Güvenli	Güvenli	Güvenli	Düşük Riskli	
25	Orta Riskli	Güvenli	Düşük Riskli	Güvenli	Orta Riskli	
26	Güvenli	Güvenli	Düşük Riskli	Güvenli	Orta Riskli	
27	Orta Riskli	Güvenli	Düşük Riskli	Güvenli	Düşük Riskli	
28	Orta Riskli	Güvenli	Güvenli	Güvenli	Orta Riskli	Güvenli
29	Riskli	Riskli	Düşük Riskli	Güvenli	Güvenli	
30	Riskli	Güvenli	Riskli	Riskli	Orta Riskli	
31	Güvenli	Riskli	Orta Riskli	Riskli	Düşük Riskli	
32	Güvenli	Güvenli	Düşük Riskli	Güvenli	Güvenli	
33	Riskli	Riskli	Riskli	Riskli	Riskli	
34	Riskli	Riskli	Orta Riskli	Riskli	Orta Riskli	
35	Güvenli	Güvenli	Güvenli	Güvenli	Güvenli	
36	Güvenli	Güvenli	Düşük Riskli	Güvenli	Düşük Riskli	
37	Riskli	Riskli	Riskli	Riskli	Riskli	Riskli
38	Güvenli	Güvenli	Düşük Riskli	Güvenli	Orta Riskli	
39	Riskli	Güvenli	Riskli	Riskli	Orta Riskli	
40	Riskli	Riskli	Riskli	Riskli	Orta Riskli	Riskli

P25 Yöntemi'nin sonuçlarının olduğu sütundaki değerler Bölüm 5.2.1'de anlatılan sebeplerden ötürü zemin parametreleri değiştirilmiş olarak hesaplanan sonuçlardır.

P25 Yöntemi'nde $P_{\text{sonuç}}$ puanı $P_{\text{sonuç}} = \alpha * \beta * P_{\text{min}}$ denklemi ile hesaplanmaktadır. Dolayısıyla α ve β katsayıları ne olursa olsun örneğin P_{min} değeri 20 olan bir yapının güvenli sonucunu verme ihtimali bulunmamaktadır.

Yapının bitişik binalar arasındaki uç bina olması, alçak bina ile komşu yüksek bina olması, bitişikindeki binalardan daha ağır/rijit olması veya Bölüm 5.2.1'de bahsedilen, zemin özellikleri sebebiyle P_{min} 10, 20 gibi değerlere düşebilmektedir.

Sonuçları incelediğimizde P25 Yöntemi, (2007) ve birinci derece yöntemler karşılaştırıldığında %85 oranında tutarlı sonuçlar elde edilmiştir. %15'lik sapmanın oluşmasına sebep olabileceği düşünülen durumlardan önceki paragrafta bahsedilmiştir.

Yakut Yöntemi, (2004) hem P25 Yöntemi, (2007) hem de birinci derece değerlendirme yöntemleri ile karşılaştırıldığında Sucuoğlu-Yazgan Yöntemi'nde olduğu gibi yalnızca “Riskli” ve “Güvenli olarak karşılaştırma yapmanın sağlıklı sonuçlar vermediği görülmektedir. Bununla birlikte sınır puanı da düşük olduğu için “Güvenli” yapı sayısı “Riskli” yapı sayısından oldukça fazladır.

P25 Yöntemi ve Yakut Yöntemi'nde sonuçların yanlış çıkmasına sebebiyet verecek unsurlar bulunmaktadır. Özellikle P25 Yöntemi Bölüm 5.2.1'de bahsedilen sebepten ötürü Sakarya ilinde kullanıma uygun değildir.

Bununla birlikte çok daha hızlı sonuç elde edilen ve çok daha az parametreye ihtiyaç duyan birinci derece yöntemler nihai sonucu veren RYTEİE-2019 Yöntemi ile oldukça uyumlu sonuçlar vermişlerdir. RYTEİE Ek-A Yöntemi, (2019) birinci derece yöntemler arasında da en başarılısıdır.

Taslağı yayınlanan ve üzerinde çalışıldığını bildiğimiz RYTEİE-2021'de özellikle sokak taraması yöntemlerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Özellikle deprem riski yüksek olan bölgeler için daha hızlı ve az maliyetli şekilde risk haritaları oluşturulabileceği ve dönüşümü tetikleyebileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Anıl Ö., Şahmaran M., Koçkar M.K, (2017), “6306 Sayılı Kentsel Dönüşüm Yasası Risk Değerlendirme Tekniklerinin Saha Uygulaması: Beyoğlu Örneği”, 4.Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Eskişehir, 11-13 Ekim.
- Arslan E., (2017), “Betonarme Binaların Deprem Güvenliklerinin Doğrusal Elastik Yöntem ve Hızlı Değerlendirme Yöntemleri ile İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi.
- Atasoy E., (2022), “Farklı Yer İvmesi Değerlerinde Adapazarı-Erenler-Serdivan (Sakarya) Zeminleri Sıvılaşma Analizlerinin Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi.
- Ayhan E., Aktaş G., Karaşin A., (2021), “Siirt İlindeki Bazı Binaların Riskli Bina Tespit Yönetmeliğine Göre Değerlendirilmesi”, DÜMF Mühendislik Dergisi, 12:1, 89-98.
- Bahşi E., (2017), “Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar ile Birinci ve İkinci Aşama Değerlendirme Yöntemlerinin Karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi.
- Bal İ. E., (2005), “Deprem Etkisindeki Betonarme Yapıların Göçme Riskinin Hızlı Değerlendirme Yöntemleri ile Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Bal İ. E., Tezcan S. S., Gülay F. G., (2007), “Betonarme Binaların Göçme Riskinin Belirlenmesi İçin P25 Hızlı Değerlendirme Yöntemi”, Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul, 16-20 Ekim.
- Çaycı B. T., (2012), “Simav Depremi Sonrası Bina Yapısal Özellikleri ile Hasar Seviyesi İlişkisinin Araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi.
- Demirbaş N., Şahin H., Durucan C., (2022), “Hızlı Değerlendirme Yöntemlerinin Performanslarının Depremde Hasar Görmüş Binalar Kullanılarak Değerlendirilmesi”, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 28(3), 389-400.
- Doğan M., (2012), “P25 ve DURTES Yöntemleri ve 1999 Düzce Depreminde Hasar Görmüş Binalara Uygulanması”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Ebren Ö., (2015), “Mevcut Betonarme Binaların Performanslarının Belirlenmesinde Hızlı Değerlendirme Yöntemlerinin Kullanılabilirliği”, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi.
- Efekan S., (2019), “Yapıların Deprem Performansının Hızlı Değerlendirme Yöntemleri ile Belirlenmesi ve Sonuçların Karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, Maltepe Üniversitesi.

Erdil B., Ceylan H., (2021), “Ön Değerlendirme Yöntemlerinin Betonarme Binaların Deprem Performanslarını Tahmin Etmedeki Başarıları”, 9th Turkish Conference on Earthquake Engineering, 808-814, İstanbul, Türkiye, 2-3 Haziran.

Fırat Alemdar Z., Caymazer D., (2018), “Kentsel Dönüşüm Kapsamında Çok Katlı Betonarme Bir Binanın Deprem Performansının Değerlendirilmesi”, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 8(2), 273-283.

Görgün H., Kaya D., (2018), “Hızlı Sismik Performans Değerlendirme Yöntemi”, Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi, 8(4), 685-694.

Güler E., Canbaz M., (2020), Yapıların Deprem Riskinin Sokak Tarama Yöntemi ile Belirlenmesi: Sivrihisar Örneği. ESOGÜ Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 28(3), 227-234.

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

Hour H. H., (2011), “Düzce Depreminde Yıkılmış Binaların P25 ve Deprem Güvenliği Tarama Yöntemleri ile Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.

Işık E., Kutanis M., (2013), “Bitlis İlindeki Betonarme Binaların P25 Hızlı Tarama Yöntemi ile Değerlendirilmesi”, BAÜ Fen Bil. Enstitüsü Dergisi, Cilt 15(1), 21-29.

İBB, (2003), İstanbul İçin Deprem Master Planı, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Planlama ve İmar Dairesi Zemin ve Deprem İnceleme Müdürlüğü, İstanbul Büyükşehir Belediyesi.

Kaya A., (2017), “Mevcut Betonarme Konut Tipi Binaların Deprem Performanslarının Hızlı Değerlendirme Metotları ile İncelenmesi ve P25 Metodunun Geliştirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi.

Metin Ş., Öztürk D., (2021), “Betonarme Bir Bina Örneğinde Hızlı Değerlendirme Yöntemi ile İnceleme”, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 28, 1254-1257.

Özdemir M., (2019), “Sokak Taraması ve Ön Değerlendirme Yöntemleri Kullanılarak Binaların Deprem Performansının Bilgisayar Destekli Hızlı Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi.

Özmen H. B., (2005), “Hızlı Değerlendirme Yöntemlerinde Kullanılan Parametrelerin Yapı Performansı Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi.

Öztürk Özdemir B., (2022), “Mevcut Betonarme Binaların Deprem Performanslarının Hızlı Değerlendirme Yöntemleri ile Belirlenmesi ve RBTE-2019 ile Karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, Gebze Teknik Üniversitesi.

RezGaz 1, (2019), 6306 Sayılı Kanunun Uygulama Yönetmeliği, 21 Haziran 2019 tarih ve 30808 sayılı Resmî Gazete.

Sucuoğlu H., (2007), “Kentsel Yapı Stoklarında Deprem Risklerinin Sokaktan Tarama Yöntemi ile Belirlenmesi”, Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul, 16-20 Ekim.

Sucuoğlu H., Yazgan, U., (2003), Simple Survey Procedures for Seismic Risk Assessment in Urban Building Stocks. Seismic Assessment and Rehabilitation of Existing Buildings, (s. 97-105), IV. Earth and Environmental Sciences – Vol.29.

Tezcan S. S., Bal, İ. E., (2003), İstanbul’un Kurtuluş Reçetesi. İstanbul Dergisi, 11, 86-90.

TSE, (1997), “Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, TS-498, Türk Standartları Enstitüsü.

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

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

Web 1, (2022), https://tr.wikipedia.org/wiki/Deprem_ku%C5%9Faklar%C4%B1, (Erişim Tarihi: 16/11/2022)

Web 2, (2018), <https://tdth.afad.gov.tr/TDTH/main.xhtml> (Erişim tarihi: 15.09.2022)

Yakut A., (2004), Preliminary Seismic Performance Assessment Procedure for Existing RC Buildings. 13th World Conference on Earthquake Engineering, 897, Vancouver, B.C, Canada, 1-6 August.

Yeşilçayır Ö., (2021), “P25 Hızlı Değerlendirme Yöntemiyle Betonarme Binaların Deprem Performansının İncelenmesi: Afyonkarahisar Uygulaması”, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi.

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

ÖZGEÇMİŞ

Hatice Ümran AYDIN 2014 yılında lisans eğitimine başladığı Sakarya Üniversitesi'nden 2019 yılında mezun oldu. 2019 yılında Gebze Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Deprem ve Yapı Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisansa başladı. 2022 yılından beri Sakarya Büyükşehir Belediyesi Kentsel Dönüşüm Müdürlüğü'nde inşaat mühendisi olarak çalışmaktadır.



EKLER

Ek A: Detaylar

Tablo A1.1: Yakut Yöntemi değerlendirme tablosu.

İl	Sakarya						
İlçe	Adapazarı						
Mahalle	Cumhuriyet						
Ada	78						
Parsel							
Coğrafi Koordinatlar	40.7804; 30.3966						
S _{DS}	1.242						
f _{ck}	16						
f _{ctk}	1.4						
Kat Sayısı	5						
mt(t)	949						
I (Bina Önem Katsayısı)	1						
Dolgu Duvar Alanları	X Yönü:	1.5	Y Yönü:	5.48			
İnceleme Katı Alanı	145.04						
Kolonlar							
bw(m)	h(m)	Adet	c1	c2	α	x yönü	y yönü
0.4	0.6	9	0.67	0.33	0.65	648.648	1316.952
0.6	0.4	1	0.67	0.33	0.65	146.328	72.072
Toplam Vc:						794.976	1389.024
Perdeler							
bw(m)	h(m)	Adet	c1	c2	α	x yönü	y yönü
0.25	1.5	1	1	0	0.65	0	341.25
0.25	1.4	1	1	0	0.65	0	318.5
0.25	1.1	1	1	0	0.65	0	250.25
0.25	2.1	1	1	0	0.65	0	477.75
Toplam Vc:						0	1387.75
V _{ci} (Kesme Dayanımı)						794.976	2776.774
V _y						448.7708	1567.513
V _{yw}						662.2649	4291.855

Tablo A2.1 (Devamı): Yakut Yöntemi değerlendirme tablosu.

Vcode	462.5053992	
BCPI	1.431907	9.279579

C _A ve C _M Katsayılarının Hesabı		Katsayı
Yumuşak Kat (C _{AS})	Var	0.135
Ağır Çıkma (C _{AP})	Var	0.055
Kısa Kolon (C _{ASC})	Yok	0
Planda ve Düşeyde Düzensizlik (C _{AF})	Yok	0
C _A		0.81
Yapı Görsel Kalitesi	Kötü	
C _M		0.8955
CPI	1.038641	6.730989

Tablo A1.2: RYTEİE-2019 kat kolonlarının sınır değerleri kritik (zemin) kat.

Eleman	Yön	Sınıflandırma		Sınır Değerleri				Kontrol
		Ve/Vr	Grup	Nk/fcmAc	Ash/sbk	$m=M(G+nQ+E)/M_k$ <>sınır	δ/h <>sınır	
S121 60/40	+X	5.99/26.49 = 0.23	B	0.025	2.01/692 = 0.003	132.21/19.24 = 6.87 > 3.31	0.0175 <= 0.0187	X
	-X	9.58/26.5 = 0.36	B	0.197	2.01/692 = 0.003	133.06/30.06 = 4.43 > 2.99	0.0175 > 0.0163	X
	+Y	4.68/22 = 0.21	B	0.078	2.01/1092 = 0.002	45.09/14.87 = 3.03 > 2.73	0.0117 <= 0.0149	X
	-Y	5.82/21.99 = 0.26	B	0.144	2.01/1092 = 0.002	46.09/17.68 = 2.61 <= 2.61	0.0117 <= 0.0141	✓
ø8/20/20				fcmAc = 352.41			h = 3.9	
S122 25/130	+X	19.66/36.76 = 0.53	B	0.192	6.28/2496 = 0.003	94.28/80.83 = 1.17 <= 2.81	0.0176 > 0.0152	X
	-X	18.4/36.19 = 0.51	B	0.084	6.28/2496 = 0.003	91.47/64.37 = 1.42 <= 3.1	0.0176 > 0.0173	X
	+Y	22.86/41.31 = 0.55	B	0.079	1.57/396 = 0.004	467.91/73.9 = 6.33 > 3.89	0.0124 <= 0.0226	X
	-Y	29.37/41.31 = 0.71	B	0.198	1.57/396 = 0.004	471.23/93.76 = 5.03 > 3.51	0.0124 <= 0.0195	X
ø10/20/20				fcmAc = 477.23			h = 3.9	
S123 40/60	+X	5.49/22.1 = 0.25	B	0.117	2.01/1092 = 0.002	77.37/16.61 = 4.66 > 2.68	0.0177 > 0.0146	X
	-X	6.82/22 = 0.31	B	0.225	2.01/1092 = 0.002	76.99/20.53 = 3.75 > 2.39	0.0177 > 0.0126	X
	+Y	7.33/26.52 = 0.28	B	0.085	2.01/692 = 0.003	96.78/23.62 = 4.1 > 3.31	0.0132 <= 0.0187	X
	-Y	10.37/26.52 = 0.39	B	0.257	2.01/692 = 0.003	97.68/32.54 = 3 > 2.79	0.0132 <= 0.0148	X
ø8/20/20				fcmAc = 352.41			h = 3.9	
S124 40/60	+X	6.67/22.18 = 0.3	B	0.224	2.01/1092 = 0.002	77.57/20.39 = 3.8 > 2.39	0.0177 > 0.0126	X
	-X	5.44/22.03 = 0.25	B	0.114	2.01/1092 = 0.002	77.78/16.5 = 4.71 > 2.69	0.0177 > 0.0146	X
	+Y	7.89/26.48 = 0.3	B	0.112	2.01/692 = 0.003	96.31/25.35 = 3.8 > 3.27	0.0139 <= 0.0184	X
	-Y	10.08/26.48 = 0.38	B	0.226	2.01/692 = 0.003	97.02/31.32 = 3.1 > 2.89	0.0139 <= 0.0156	X
ø8/20/20				fcmAc = 352.41			h = 3.9	
S125 25/130	+X	4.85/31.89 = 0.15	B	0.098	6.28/2496 = 0.003	45/13.6 = 3.31 > 3.1	0.0176 > 0.0173	X
	-X	5.59/31.83 = 0.18	B	0.171	6.28/2496 = 0.003	45.11/16.28 = 2.77 <= 2.88	0.0176 > 0.0157	X
	+Y	23.18/41.31 = 0.56	B	0.076	1.57/396 = 0.004	540.33/73.44 = 7.36 > 3.89	0.0146 <= 0.0226	X
	-Y	29.55/41.31 = 0.72	B	0.193	1.57/396 = 0.004	539.44/93.16 = 5.79 > 3.53	0.0146 <= 0.0196	X
ø10/20/20				fcmAc = 477.23			h = 3.9	
S102 60/40	+X	8.04/26.53 = 0.3	B	0.084	2.01/692 = 0.003	137.85/23.54 = 5.86 > 3.31	0.0155 <= 0.0187	X
	-X	9.91/26.51 = 0.37	B	0.198	2.01/692 = 0.003	137.35/30.13 = 4.56 > 2.99	0.0155 <= 0.0163	X
	+Y	7.04/22.19 = 0.32	B	0.227	2.01/1092 = 0.002	54/20.92 = 2.58 > 2.39	0.0132 > 0.0125	X
	-Y	4.75/22.3 = 0.21	B	0.055	2.01/1092 = 0.002	54.09/14.4 = 3.76 > 2.73	0.0132 <= 0.0149	X
ø8/20/20				fcmAc = 352.41			h = 3.9	
S103 60/40	+X	8.06/26.53 = 0.3	B	0.109	2.01/692 = 0.003	139.56/25.2 = 5.54 > 3.28	0.0155 <= 0.0185	X
	-X	7.82/26.52 = 0.29	B	0.097	2.01/692 = 0.003	139.98/24.45 = 5.72 > 3.31	0.0155 <= 0.0187	X
	+Y	6.65/22.15 = 0.3	B	0.207	2.01/1092 = 0.002	58.76/20.3 = 2.89 > 2.44	0.0138 > 0.0129	X
	-Y	3.73/22.16 = 0.17	B	0.001	2.01/1092 = 0.002	58.3/11.56 = 5.04 > 2.73	0.0138 <= 0.0149	X
ø8/20/20				fcmAc = 352.41			h = 3.9	
S104 60/40	+X	8.37/26.46 = 0.32	B	0.124	2.01/692 = 0.003	135.67/26.17 = 5.19 > 3.23	0.0155 <= 0.0181	X
	-X	7.52/26.53 = 0.28	B	0.082	2.01/692 = 0.003	135.78/23.44 = 5.79 > 3.31	0.0155 <= 0.0187	X
	+Y	6.34/22.15 = 0.29	B	0.137	2.01/1092 = 0.002	48.78/17.85 = 2.73 > 2.63	0.0145 > 0.0142	X
	-Y	4.97/22.19 = 0.22	B	0.069	2.01/1092 = 0.002	47.37/15.06 = 3.15 > 2.73	0.0145 <= 0.0149	X
ø8/20/20				fcmAc = 352.41			h = 3.9	
S105 40/60	+X	6.19/21.96 = 0.28	B	0.185	2.01/1092 = 0.002	70.46/19.19 = 3.67 > 2.5	0.0156 > 0.0133	X
	-X	5.44/22.04 = 0.25	B	0.098	2.01/1092 = 0.002	70.68/15.79 = 4.48 > 2.73	0.0156 > 0.0149	X
	+Y	9.83/26.49 = 0.37	B	0.163	2.01/692 = 0.003	103.45/28.43 = 3.64 > 3.1	0.015 <= 0.0172	X
	-Y	8.41/26.5 = 0.32	B	0.12	2.01/692 = 0.003	100.29/25.9 = 3.87 > 3.24	0.015 <= 0.0182	X
ø8/20/20				fcmAc = 352.41			h = 3.9	

Tablo A1.2 (Devamı): RYTEİE-2019 kat kolonlarının sınır değerleri kritik (zemin) kat.

S106	+X	7.95/22.17 = 0.36	B	0.256	2.01/1092 = 0.002	66.78/21.38 = 3.12 > 2.3	0.0156 > 0.012	X
40/60	-X	8.11/21.98 = 0.37	B	0.211	2.01/1092 = 0.002	67.43/20.04 = 3.36 > 2.43	0.0156 > 0.0128	X
	+Y	11.52/26.42 = 0.44	B	0.277	2.01/692 = 0.003	108.6/33.31 = 3.26 > 2.73	0.0157 > 0.0143	X
	-Y	9.7/26.47 = 0.37	B	0.19	2.01/692 = 0.003	105.71/29.78 = 3.55 > 3.01	0.0157 <= 0.0165	X
ø8/20/20				fcmAc = 352.41			h = 3.9	
S107	+X	12.96/23.59 = 0.55	B	0.243	1.51/692 = 0.002	131.66/34.6 = 3.81 > 2.5	0.0156 > 0.0131	X
60/40	-X	13.23/23.67 = 0.56	B	0.323	1.51/692 = 0.002	130.13/37.42 = 3.48 > 2.27	0.0156 > 0.0115	X
	+Y	9.11/22.01 = 0.41	B	0.321	2.01/1092 = 0.002	59.7/23.73 = 2.52 > 2.13	0.017 > 0.0108	X
	-Y	7.65/22.07 = 0.35	B	0.245	2.01/1092 = 0.002	57.39/22.21 = 2.58 > 2.34	0.017 > 0.0122	X
ø8/20/20				fcmAc = 352.41			h = 3.9	
S108	+X	28.18/41.29 = 0.68	B	0.198	1.57/396 = 0.004	605.2/85.86 = 7.05 > 3.51	0.0156 <= 0.0195	X
130/25	-X	20.89/41.3 = 0.51	B	0.077	1.57/396 = 0.004	602.82/65.41 = 9.22 > 3.89	0.0156 <= 0.0226	X
	+Y	10.75/31.35 = 0.34	B	0.154	5.5/2496 = 0.002	35.3/29.3 = 1.2 <= 2.77	0.0182 > 0.0151	X
	-Y	10.49/33.19 = 0.32	B	0.121	5.5/2496 = 0.002	29.77/19.9 = 1.5 <= 2.87	0.0182 > 0.0158	X
ø10/20/20				fcmAc = 477.23			h = 3.9	
S109	+X	10.09/26.51 = 0.38	B	0.169	2.01/692 = 0.003	118.5/28.72 = 4.13 > 3.08	0.0162 <= 0.017	X
60/40	-X	12.08/26.48 = 0.46	B	0.269	2.01/692 = 0.003	119.95/32.98 = 3.64 > 2.75	0.0162 > 0.0145	X
	+Y	6.36/22.09 = 0.29	B	0.189	2.01/1092 = 0.002	53.25/19.31 = 2.76 > 2.49	0.012 <= 0.0132	X
	-Y	6.96/21.94 = 0.32	B	0.249	2.01/1092 = 0.002	52.92/20.92 = 2.53 > 2.33	0.012 <= 0.0121	X
ø8/20/20				fcmAc = 352.41			h = 3.9	
S110	+X	10.25/24.91 = 0.41	B	0.198	2.01/892 = 0.002	105.7/29.33 = 3.6 > 2.67	0.0161 > 0.0143	X
50/50	-X	10.25/24.92 = 0.41	B	0.252	2.01/892 = 0.002	104.24/31.09 = 3.35 > 2.51	0.0161 > 0.0132	X
	+Y	10.45/24.92 = 0.42	B	0.247	2.01/892 = 0.002	88.09/33.55 = 2.63 > 2.52	0.0132 <= 0.0133	X
	-Y	10.03/24.91 = 0.4	B	0.203	2.01/892 = 0.002	87.91/32.01 = 2.75 > 2.65	0.0132 <= 0.0142	X
ø8/20/20				fcmAc = 367.1			h = 3.9	
S111	+X	6.58/21.11 = 0.31	B	0.23	2.01/1292 = 0.002	56.8/18.38 = 3.09 > 2.24	0.0161 > 0.0117	X
35/70	-X	6.1/21.16 = 0.29	B	0.165	2.01/1292 = 0.002	58.04/16.47 = 3.52 > 2.41	0.0161 > 0.0127	X
	+Y	10.6/25.69 = 0.41	B	0.156	1.51/592 = 0.003	156.78/33.4 = 4.69 > 2.94	0.0139 <= 0.0161	X
	-Y	11.85/25.69 = 0.46	B	0.239	1.51/592 = 0.003	155.67/37.91 = 4.11 > 2.68	0.0139 <= 0.0142	X
ø8/20/20				fcmAc = 359.76			h = 3.9	
S112	+X	6.2/26.36 = 0.24	B	0.03	2.01/692 = 0.003	135.48/19.67 = 6.89 > 3.31	0.0168 <= 0.0187	X
60/40	-X	10.84/26.44 = 0.41	B	0.317	2.01/692 = 0.003	134.75/34.65 = 3.89 > 2.59	0.0168 > 0.0132	X
	+Y	6.75/21.97 = 0.31	B	0.199	2.01/1092 = 0.002	52.34/19.64 = 2.67 > 2.46	0.0118 <= 0.0131	X
	-Y	6.12/21.95 = 0.28	B	0.149	2.01/1092 = 0.002	52.87/17.94 = 2.95 > 2.6	0.0118 <= 0.014	X
ø8/20/20				fcmAc = 352.41			h = 3.9	
S113	+X	10.13/26.51 = 0.38	B	0.239	2.01/692 = 0.003	150.77/31.85 = 4.73 > 2.85	0.0168 > 0.0152	X
60/40	-X	8.55/26.46 = 0.32	B	0.114	2.01/692 = 0.003	151.69/25.53 = 5.94 > 3.26	0.0168 <= 0.0184	X
	+Y	6.78/21.94 = 0.31	B	0.236	2.01/1092 = 0.002	52.06/20.64 = 2.52 > 2.36	0.0125 <= 0.0124	X
	-Y	5.24/21.97 = 0.24	B	0.118	2.01/1092 = 0.002	52.3/16.65 = 3.14 > 2.68	0.0125 <= 0.0145	X
S114	+X	7.9/26.31 = 0.3	B	0.179	2.51/1292 = 0.002	89.91/23.86 = 3.77 > 2.57	0.0168 > 0.0137	X
40/70	-X	8.46/26.32 = 0.32	B	0.212	2.51/1292 = 0.002	89.31/25.04 = 3.57 > 2.48	0.0168 > 0.0131	X
	+Y	13.53/27.93 = 0.48	B	0.173	1.51/692 = 0.002	167.17/41.87 = 3.99 > 2.7	0.0132 <= 0.0146	X
	-Y	14.25/27.93 = 0.51	B	0.218	1.51/692 = 0.002	167.32/44.94 = 3.72 > 2.57	0.0132 <= 0.0137	X
ø8/20/20				fcmAc = 411.15			h = 3.9	
S115	+X	8.06/26.43 = 0.3	B	0.117	2.01/692 = 0.003	155.07/25.76 = 6.02 > 3.25	0.0168 <= 0.0183	X
60/40	-X	10.51/26.42 = 0.4	B	0.289	2.01/692 = 0.003	155.98/33.7 = 4.63 > 2.69	0.0168 > 0.014	X
	+Y	6.94/21.94 = 0.32	B	0.194	2.01/1092 = 0.002	63.16/19.48 = 3.24 > 2.47	0.0138 > 0.0131	X
	-Y	6.81/21.94 = 0.31	B	0.212	2.01/1092 = 0.002	63.23/20.02 = 3.16 > 2.43	0.0138 > 0.0128	X
ø8/20/20				fcmAc = 352.41			h = 3.9	
S116	+X	12.8/31.48 = 0.41	B	0.031	1.57/396 = 0.004	403.02/40.04 = 10.07 > 3.89	0.0168 <= 0.0226	X
100/25	-X	21.64/31.48 = 0.69	B	0.416	1.57/396 = 0.004	403.31/68.39 = 5.9 > 2.66	0.0168 > 0.0125	X
	+Y	6.35/24.26 = 0.26	B	0.268	4.71/1896 = 0.002	33.4/15.14 = 2.21 <= 2.56	0.0145 > 0.0134	X
	-Y	5.77/24.27 = 0.24	B	0.178	4.71/1896 = 0.002	34.88/13.64 = 2.56 <= 2.84	0.0145 <= 0.0155	✓
ø10/20/20				fcmAc = 367.1			h = 3.9	
S117	+X	32.86/41.24 = 0.8	B	0.277	1.57/396 = 0.004	771.67/104.6 = 7.38 > 3.2	0.0168 <= 0.0169	X
130/25	-X	26.46/41.19 = 0.64	B	0.129	1.57/396 = 0.004	772.45/83.66 = 9.23 > 3.78	0.0168 <= 0.0217	X
	+Y	9.26/31.93 = 0.29	B	0.223	6.28/2496 = 0.003	39.54/16.99 = 2.33 <= 2.72	0.0151 > 0.0145	X
	-Y	9.18/31.95 = 0.29	B	0.182	6.28/2496 = 0.003	41.68/15.79 = 2.64 <= 2.84	0.0151 <= 0.0155	✓
ø10/20/20				fcmAc = 477.23			h = 3.9	
S118	+X	17.13/27.91 = 0.61	B	0.461	1.51/692 = 0.002	236.67/52.7 = 4.49 > 1.86	0.0168 > 0.0086	X
70/40	-X	13.07/27.92 = 0.47	B	0.098	1.51/692 = 0.002	239.62/36.16 = 6.63 > 2.92	0.0168 > 0.0161	X
	+Y	8.82/26.27 = 0.34	B	0.292	2.51/1292 = 0.002	74.86/27.02 = 2.77 > 2.25	0.0158 > 0.0116	X
	-Y	9.33/26.21 = 0.36	B	0.267	2.51/1292 = 0.002	76.84/26.31 = 2.92 > 2.32	0.0158 > 0.0121	X
ø8/20/20				fcmAc = 411.15			h = 3.9	
S119	+X	34.04/37.95 = 0.9	B	0.383	1.57/396 = 0.004	564.44/102.24 = 5.52 > 2.79	0.0168 > 0.0135	X
120/25	-X	33.57/37.91 = 0.89	B	0.362	1.57/396 = 0.004	563.51/101.39 = 5.56 > 2.87	0.0168 > 0.0142	X
	+Y	9.06/28.8 = 0.31	B	0.425	5.5/2296 = 0.002	43.96/20.29 = 2.17 > 2.05	0.0169 > 0.0097	X
	-Y	9.03/28.77 = 0.31	B	0.319	5.5/2296 = 0.002	46.01/19.17 = 2.4 > 2.37	0.0169 > 0.0121	X
ø10/20/20				fcmAc = 440.52			h = 3.9	
S120	+X	21.99/30.37 = 0.72	B	0.351	1.51/492 = 0.003	289.77/64.77 = 4.47 > 2.55	0.0168 > 0.0127	X
90/30	-X	18.02/30.03 = 0.6	B	0.179	1.51/492 = 0.003	288.69/54.01 = 5.34 > 3.13	0.0168 <= 0.0172	X
	+Y	7.99/22.62 = 0.35	B	0.301	2.51/1692 = 0.001	55.64/19.96 = 2.79 > 2.03	0.0181 > 0.0103	X
	-Y	8.31/22.49 = 0.37	B	0.23	2.51/1692 = 0.001	56.85/18.36 = 3.1 > 2.21	0.0181 > 0.0115	X
ø8/20/20				fcmAc = 396.47			h = 3.9	
S130	+X	9.98/26.48 = 0.38	B	0.252	2.01/692 = 0.003	135.1/32.32 = 4.18 > 2.81	0.0175 > 0.0149	X
60/40	-X	5.14/26.43 = 0.19	B	0.004	2.01/692 = 0.003	136.12/16.72 = 8.14 > 3.31	0.0175 <= 0.0187	X
	+Y	5.34/22.15 = 0.24	B	0.129	2.01/1092 = 0.002	68.61/17.22 = 3.98 > 2.65	0.0181 > 0.0143	X
	-Y	5.35/22.19 = 0.24	B	0.119	2.01/1092 = 0.002	69.44/16.84 = 4.12 > 2.68	0.0181 > 0.0145	X
ø8/20/20				fcmAc = 352.41			h = 3.9	
S129	+X	19.6/33.09 = 0.59	B	0.053	5.03/2492 = 0.002	112.76/62.74 = 1.8 <= 2.83	0.0176 > 0.0155	X
25/130	-X	23.17/32.57 = 0.71	B	0.211	5.03/2492 = 0.002	117.47/88.05 = 1.33 <= 2.51	0.0176 > 0.0133	X
	+Y	21.26/34.12 = 0.62	B	0.057	1.01/392 = 0.003	609.25/69.79 = 8.73 > 3.13	0.0175 > 0.0175	X
	-Y	29.05/34.12 = 0.85	B	0.207	1.01/392 = 0.003	614.4/95.04 = 6.46 > 2.79	0.0175 > 0.015	X
ø8/20/20				fcmAc = 477.23			h = 3.9	

S127	+X	7.63/26.27 = 0.29	B	0.162	2.51/1292 = 0.002	93/23.01 = 4.04 > 2.62	0.0177 > 0.0141	X
40/70	-X	7.98/26.35 = 0.3	B	0.164	2.51/1292 = 0.002	93.02/23.13 = 4.02 > 2.61	0.0177 > 0.014	X
	+Y	12.18/27.92 = 0.44	B	0.124	1.51/692 = 0.002	165.21/38.2 = 4.32 > 2.85	0.0161 > 0.0156	X
	-Y	14.52/27.92 = 0.52	B	0.202	1.51/692 = 0.002	165.36/43.92 = 3.77 > 2.62	0.0161 > 0.014	X
ø8/20/20				fc _m Ac = 411.15			h = 3.9	
S128	+X	7.61/26.35 = 0.29	B	0.144	2.51/1292 = 0.002	91.48/23.1 = 3.96 > 2.67	0.0177 > 0.0144	X
40/70	-X	7.98/26.4 = 0.3	B	0.15	2.51/1292 = 0.002	91.3/23.27 = 3.92 > 2.65	0.0177 > 0.0143	X
	+Y	11.01/27.92 = 0.39	B	0.092	1.51/692 = 0.002	171.76/35.63 = 4.82 > 2.92	0.0168 > 0.0161	X
	-Y	13.9/27.92 = 0.5	B	0.202	1.51/692 = 0.002	171.08/43.88 = 3.9 > 2.62	0.0168 > 0.014	X
ø8/20/20				fc _m Ac = 411.15			h = 3.9	

Tablo A1.3: Kesme kuvveti değerlendirmesi kritik (zemin) kat.

		Vr		D.1		D.2													
Eleman Uç	Yön	V22u [tf]	V33u [tf]	Ve [tf]	Vr [tf]	Mafsai	Mpk22 [tfm]	Mpk33 [tfm]	M22k [tfm]	M33k [tfm]	V22e	V33e	M22kr [tfm]	M33kr [tfm]	Nk [tf]	ç	Ve [tf]	Vr [tf]	
S121	+EX	26.54	21.93	25.77	26.50	Kolon	0	0	0	0	5.97	0.54	-1.27	-19.20	-8.95	1.00	5.99	26.49	
Alt	-EX	26.54	21.94	26.31	26.52	Kolon	0	0	0	0	9.55	0.79	1.77	30.01	-69.37	1.00	9.58	26.50	
In22=3.3 m	+EY	26.54	21.94	9.67	21.94	Kolon	0	0	0	0	0.64	4.63	14.78	-1.61	-27.61	1.00	4.68	22.00	
In33=3.3 m	-EY	26.54	21.94	10.33	21.96	Kolon	0	0	0	0	0.71	5.78	-17.54	2.22	-50.71	1.00	5.82	21.99	
S121	+EX	26.54	21.93	25.77	26.50	Kiriş	-0.68	0.90	-0.50	0.50	5.97	0.54	-0.50	0.50	-6.61	1.00	5.99	26.49	
Üst	-EX	26.54	21.94	26.31	26.52	Kiriş	-1.15	-2.71	-0.85	-1.49	9.55	0.79	-0.85	-1.49	-67.03	1.00	9.58	26.50	
As22=2.01 cm²	+EY	26.54	21.94	9.67	21.94	Kiriş	0.92	-2.34	0.51	-0.51	0.64	4.63	0.51	-0.51	-25.27	1.00	4.68	22.00	
As33=2.01 cm²	-EY	26.54	21.94	10.33	21.96	Kiriş	-2.75	0.53	-1.54	0.12	0.71	5.78	-1.54	0.12	-48.37	1.00	5.82	21.99	
S122	+EX	41.32	31.81	19.66	36.76	Kolon	0	0	0	0	22.09	12.84	40.44	-69.99	-91.66	1.00	25.55	38.14	
Alt	-EX	41.31	31.81	18.40	36.19	Kolon	0	0	0	0	17.13	10.83	-33.27	55.10	-40.19	1.00	20.26	37.78	
In22=3.3 m	+EY	41.31	31.81	71.44	41.31	Kolon	0	0	0	0	22.86	0.13	0.16	73.90	-37.47	1.00	22.86	41.31	
In33=3.3 m	-EY	41.32	31.81	73.12	41.32	Kolon	0	0	0	0	29.37	0.30	-0.23	-93.76	-94.38	1.00	29.37	41.31	
S122	+EX	41.32	31.81	19.66	36.76	Kiriş	3.46	4.46	1.94	2.92	22.09	12.84	1.94	2.92	-88.49	1.00	25.55	38.14	
Üst	-EX	41.31	31.81	18.40	36.19	Kiriş	-4.37	-2.17	-2.45	-1.42	17.13	10.83	-2.45	-1.42	-37.02	1.00	20.26	37.78	
As22=1.57 cm²	+EY	41.31	31.81	71.44	41.31	Kiriş	0.46	-2.17	0.26	-1.54	22.86	0.13	0.26	-1.54	-34.30	1.00	22.86	41.31	
As33=6.28 cm²	-EY	41.32	31.81	73.12	41.32	Kiriş	-1.38	4.46	-0.77	3.15	29.37	0.30	-0.77	3.15	-91.21	1.00	29.37	41.31	
S123	+EX	26.54	21.94	18.49	21.99	Kolon	0	0	0	0	1.19	5.36	16.47	-2.15	-41.38	1.00	5.49	22.10	
Alt	-EX	26.54	21.94	18.15	21.97	Kolon	0	0	0	0	0.91	6.76	-20.39	2.43	-79.17	1.00	6.82	22.00	
In22=3.3 m	+EY	26.54	21.94	18.24	26.53	Kolon	0	0	0	0	7.32	0.41	0.94	23.60	-30.02	1.00	7.33	26.52	
In33=3.3 m	-EY	26.54	21.94	18.90	26.53	Kolon	0	0	0	0	10.35	0.57	-1.19	-32.52	-90.52	1.00	10.37	26.52	
S123	+EX	26.54	21.94	18.49	21.99	Kiriş	2.33	3.71	1.21	1.77	1.19	5.36	1.21	1.77	-39.04	1.00	5.49	22.10	
Üst	-EX	26.54	21.94	18.15	21.97	Kiriş	-3.67	-1.24	-1.91	-0.59	0.91	6.76	-1.91	-0.59	-76.83	1.00	6.82	22.00	
As22=2.01 cm²	+EY	26.54	21.94	18.24	26.53	Kiriş	2.33	-1.24	0.43	-0.55	7.32	0.41	0.43	-0.55	-27.68	1.00	7.33	26.52	
As33=2.01 cm²	-EY	26.54	21.94	18.90	26.53	Kiriş	-3.67	3.71	-0.68	1.64	10.35	0.57	-0.68	1.64	-88.18	1.00	10.37	26.52	
S124	+EX	26.54	21.94	18.55	21.95	Kolon	0	0	0	0	1.75	6.43	20.34	-1.38	-78.95	1.00	6.67	22.18	
Alt	-EX	26.54	21.94	18.66	21.94	Kolon	0	0	0	0	0.92	5.36	-16.47	0.97	-40.25	1.00	5.44	22.03	
In22=3.3 m	+EY	26.54	21.94	17.12	26.47	Kolon	0	0	0	0	7.85	0.73	1.76	25.29	-39.46	1.00	7.89	26.48	
In33=3.3 m	-EY	26.54	21.94	17.73	26.47	Kolon	0	0	0	0	10.03	0.95	-2.24	-31.24	-79.75	1.00	10.08	26.48	
S124	+EX	26.54	21.94	18.55	21.95	Kiriş	1.71	5.38	0.89	4.40	1.75	6.43	0.89	4.40	-76.61	1.00	6.67	22.18	
Üst	-EX	26.54	21.94	18.66	21.94	Kiriş	-2.36	-2.51	-1.23	-2.05	0.92	5.36	-1.23	-2.05	-37.91	1.00	5.44	22.03	
As22=2.01 cm²	+EY	26.54	21.94	17.12	26.47	Kiriş	1.71	-1.43	0.66	-0.62	7.85	0.73	0.66	-0.62	-37.12	1.00	7.89	26.48	
As33=2.01 cm²	-EY	26.54	21.94	17.73	26.47	Kiriş	-2.36	4.30	-0.91	1.86	10.03	0.95	-0.91	1.86	-77.41	1.00	10.08	26.48	
S125	+EX	41.31	31.81	11.34	31.81	Kolon	0	0	0	0	0.56	4.82	13.60	-0.11	-46.78	1.00	4.85	31.89	
Alt	-EX	41.32	31.81	11.41	31.84	Kolon	0	0	0	0	0.32	5.58	-16.27	0.45	-81.83	1.00	5.59	31.83	
In22=3.2 m	+EY	41.31	31.81	80.27	41.31	Kolon	0	0	0	0	23.18	0.23	0.45	73.44	-36.32	1.00	23.18	41.31	
In33=3.2 m	-EY	41.32	31.81	79.56	41.31	Kolon	0	0	0	0	29.55	0.21	-0.59	-93.16	-92.29	1.00	29.55	41.31	
S125	+EX	41.31	31.81	11.34	31.81	Kiriş	3.20	2.13	1.81	1.67	0.56	4.82	1.81	1.67	-43.61	1.00	4.85	31.89	
Üst	-EX	41.31	31.81	11.41	31.84	Kiriş	-2.80	-0.71	-1.59	-0.56	0.32	5.58	-1.59	-0.56	-78.66	1.00	5.59	31.83	
As22=1.57 cm²	+EY	41.31	31.81	80.27	41.31	Kiriş	0.59	-1.62	0.28	-0.74	23.18	0.23	0.28	-0.74	-33.15	1.00	23.18	41.31	
As33=6.28 cm²	-EY	41.32	31.81	79.56	41.31	Kiriş	-0.20	3.04	-0.09	1.39	29.55	0.21	-0.09	1.39	-89.12	1.00	29.55	41.31	
S126	+EX	27.93	26.20	20.57	26.20	Kolon	0	0	0	0	1.04	7.49	23.13	1.15	-71.31	1.00	7.56	26.23	
Alt	-EX	27.93	26.20	20.72	26.20	Kolon	0	0	0	0	0.57	6.76	-20.21	-0.85	-43.96	1.00	6.79	26.21	
In22=3.3 m	+EY	27.93	26.20	26.70	27.93	Kolon	0	0	0	0	10.72	0.23	0.74	34.73	-33.52	1.00	10.72	27.93	
In33=3.3 m	-EY	27.93	26.20	26.18	27.93	Kolon	0	0	0	0	13.83	0.32	-1.02	-43.69	-81.76	1.00	13.83	27.93	
S126	+EX	27.93	26.20	20.57	26.20	Kiriş	2.83	4.93	1.60	2.27	1.04	7.49	1.60	2.27	-68.58	1.00	7.56	26.23	
Üst	-EX	27.93	26.20	20.72	26.20	Kiriş	-3.72	-2.28	-2.11	-1.05	0.57	6.76	-2.11	-1.05	-41.23	1.00	6.79	26.21	
As22=1.51 cm²	+EY	27.93	26.20	26.70	27.93	Kiriş	0.45	-1.33	0.01	-0.65	10.72	0.23	0.01	-0.65	-30.79	1.00	10.72	27.93	
As33=2.51 cm²	-EY	27.93	26.20	26.18	27.93	Kiriş	-1.34	3.99	-0.03	1.95	13.83	0.32	-0.03	1.95	-79.03	1.00	13.83	27.93	
S101	+EX	26.54	21.93	22.31	26.53	Kolon	0	0	0	0	7.14	0.45	-0.76	22.17	-22.71	1.00	7.16	26.51	
Alt	-EX	26.54	21.94	23.26	26.54	Kolon	0	0	0	0	9.88	0.96	0.98	29.57	-65.45	1.00	9.93	26.48	
In22=3.2 m	+EY	26.54	21.94	9.93	22.00	Kolon	0	0	0	0	1.66	6.32	19.26	3.72	-67.84	1.00	6.53	22.16	
In33=3.3 m	-EY	26.54	21.93	9.85	21.94	Kolon	0	0	0	0	0.87	4.35	-13.84	-2.26	-20.32	1.00	4.44	22.07	
S101	+EX	26.54	21.93	22.31	26.53	Kiriş	-1.08	1.21	-0.73	0.68	7.14	0.45	-0.73	0.68	-20.37	1.00	7.16	26.51	
Üst	-EX	26.54	21.94	23.26	26.54	Kiriş	3.25	-3.64	2.19	-2.05	9.88	0.96	2.19	-2.05	-63.11	1.00	9.93	26.48	
As22=2.01 cm²	+EY	26.54	21.94	9.93	22.00	Kiriş	3.25	-3.64	1.60	-1.57	1.66	6.32	1.60	-1.57	-65.50	1.00	6.53	22.16	
As33=2.01 cm²	-EY	26.54	21.93	9.85	21.94	Kiriş	-1.08	1.21	-0.53	0.52	0.87	4.35	-0.53	0.52	-17.98	1.00	4.44	22.07	
S102	+EX	26.54	21.94	31.21	26.53	Kolon	0	0	0	0	8.03	0.32	-0.52	-23.54	-29.51	1.00	8.04	26.53	
Alt	-EX	26.54	21.94	30.72	26.54	Kolon	0	0	0	0	9.89	0.69	0.68	30.12	-69.79	1.00	9.91	26.51	
In22=3.2 m	+EY	26.54	21.94	12.09	22.13	Kolon	0	0	0	0	1.89	6.78	20.25	5.26	-79.86	1.00	7.04	22.19	
In33=3.2 m	-EY	26.54	21.93	12.18	22.20	Kolon	0	0	0	0	1.52	4.49	-13.90	-3.75	-19.44	1.00	4.75	22.30	
S102	+EX	26.54	21.94	31.21	26.53	Kiriş	-1.03	4.59	-0.52	2.16	8.03	0.32	-0.52	2.16	-27.17	1.00	8.04	26.53	
Üst	-EX	26.54	21.94	30.72	26.54	Kiriş	3.10	-3.22	1.55	-1.51	9.89	0.69	1.55	-1.51	-67.45	1.00	9.91	26.51	
As22=2.01 cm²	+EY	26.54	21.94	12.09	22.13	Kiriş	3.10	-3.22	1.44	-0.80	1.89	6.78	1.44	-0.80	-77.52	1.00	7.04	22.19	
As33=2.01 cm²	-EY	26.54	21.93	12.18	22.20	Kiriş	-1.03	4.59	-0.48	1.13	1.52	4.49	-0.48	1.13	-17.10	1.00	4.75	22.30	

Tablo A1.3 (Devamı): Kesme kuvveti değerlendirmesi kritik (zemin) kat.

S102	+EX	26.54	21.94	31.21	26.53	Kolon	0	0	0	0	8.03	0.32	-0.52	-23.54	-29.51	1.00	8.04	26.53
Alt	-EX	26.54	21.94	30.72	26.54	Kolon	0	0	0	0	9.89	0.69	0.68	30.12	-69.79	1.00	9.91	26.51
ln22=3.2 m	+EY	26.54	21.94	12.09	22.13	Kolon	0	0	0	0	1.89	6.78	20.25	5.26	-79.86	1.00	7.04	22.19
ln33=3.2 m	-EY	26.54	21.93	12.18	22.20	Kolon	0	0	0	0	1.52	4.49	-13.90	-3.75	-19.44	1.00	4.75	22.30
S102	+EX	26.54	21.94	31.21	26.53	Kiriş	-1.03	4.59	-0.52	2.16	8.03	0.32	-0.52	2.16	-27.17	1.00	8.04	26.53
Üst	-EX	26.54	21.94	30.72	26.54	Kiriş	3.10	-3.22	1.55	-1.51	9.89	0.69	1.55	-1.51	-67.45	1.00	9.91	26.51
As22=2.01 cm ²	+EY	26.54	21.94	12.09	22.13	Kiriş	3.10	-3.22	1.44	-0.80	1.89	6.78	1.44	-0.80	-77.52	1.00	7.04	22.19
As33=2.01 cm ²	-EY	26.54	21.93	12.18	22.20	Kiriş	-1.03	4.59	-0.48	1.13	1.52	4.49	-0.48	1.13	-17.10	1.00	4.75	22.30
S103	+EX	26.54	21.94	31.71	26.54	Kolon	0	0	0	0	8.06	0.20	-0.31	-25.20	-38.30	1.00	8.06	26.53
Alt	-EX	26.54	21.94	31.94	26.53	Kolon	0	0	0	0	7.81	0.43	0.36	24.45	-34.27	1.00	7.82	26.52
ln22=3.2 m	+EY	26.54	21.94	13.62	22.14	Kolon	0	0	0	0	1.62	6.45	19.71	4.89	-72.85	1.00	6.65	22.15
ln33=3.2 m	-EY	26.54	21.93	13.31	22.12	Kolon	0	0	0	0	0.95	3.61	-11.23	-2.72	0.28	1.00	3.73	22.16
S103	+EX	26.54	21.94	31.71	26.54	Kiriş	-0.69	1.26	-0.33	0.59	8.06	0.20	-0.33	0.59	-35.96	1.00	8.06	26.53
Üst	-EX	26.54	21.94	31.94	26.53	Kiriş	2.07	-1.16	1.00	-0.54	7.81	0.43	1.00	-0.54	-31.93	1.00	7.82	26.52
As22=2.01 cm ²	+EY	26.54	21.94	13.62	22.14	Kiriş	2.07	-1.16	0.94	-0.29	1.62	6.45	0.94	-0.29	-70.51	1.00	6.65	22.15
As33=2.01 cm ²	-EY	26.53	21.93	13.31	22.12	Kiriş	-0.69	1.26	-0.31	0.31	0.95	3.61	-0.31	0.31	2.62	1.00	3.73	22.16
S104	+EX	26.54	21.94	30.25	26.53	Kolon	0	0	0	0	8.31	0.96	0.43	-26.16	-43.70	1.00	8.37	26.46
Alt	-EX	26.54	21.94	30.24	26.54	Kolon	0	0	0	0	7.51	0.32	-0.14	23.44	-28.91	1.00	7.52	26.53
ln22=3.2 m	+EY	26.54	21.94	9.52	22.20	Kolon	0	0	0	0	1.56	6.15	17.24	4.63	-48.15	1.00	6.34	22.15
ln33=3.2 m	-EY	26.54	21.94	8.49	22.27	Kolon	0	0	0	0	1.33	4.79	-14.53	-3.98	-24.46	1.00	4.97	22.19
S104	+EX	26.54	21.94	30.25	26.53	Kiriş	5.22	0.93	2.66	0.44	8.31	0.96	2.66	0.44	-41.36	1.00	8.37	26.46
Üst	-EX	26.54	21.94	30.24	26.54	Kiriş	-1.74	-1.26	-0.89	-0.60	7.51	0.32	-0.89	-0.60	-26.57	1.00	7.52	26.53
As22=2.01 cm ²	+EY	26.54	21.94	9.52	22.20	Kiriş	5.22	-1.43	2.44	-0.35	1.56	6.15	2.44	-0.35	-45.81	1.00	6.34	22.15
As33=2.01 cm ²	-EY	26.54	21.93	8.49	22.27	Kiriş	-1.74	1.09	-0.81	0.27	1.33	4.79	-0.81	0.27	-22.12	1.00	4.97	22.19
S105	+EX	26.54	21.94	17.19	21.94	Kolon	0	0	0	0	0.47	6.18	19.19	0.58	-65.24	1.00	6.19	21.96
Alt	-EX	26.54	21.94	17.40	21.96	Kolon	0	0	0	0	0.93	5.36	-15.79	0.23	-34.59	1.00	5.44	22.04
ln22=3.2 m	+EY	26.54	21.94	18.90	26.48	Kolon	0	0	0	0	9.79	0.86	-1.82	28.37	-57.38	1.00	9.83	26.49
ln33=3.2 m	-EY	26.54	21.94	16.52	26.47	Kolon	0	0	0	0	8.39	0.64	1.65	-25.85	-42.45	1.00	8.41	26.50
S105	+EX	26.54	21.94	17.19	21.94	Kiriş	1.15	2.48	0.58	0.92	0.47	6.18	0.58	0.92	-62.90	1.00	6.19	21.96
Üst	-EX	26.54	21.94	17.40	21.96	Kiriş	-2.67	-7.44	-1.35	-2.75	0.93	5.36	-1.35	-2.75	-32.25	1.00	5.44	22.04
As22=2.01 cm ²	+EY	26.54	21.94	18.90	26.48	Kiriş	-2.67	-7.44	-0.94	-2.97	9.79	0.86	-0.94	-2.97	-55.04	1.00	9.83	26.49
As33=2.01 cm ²	-EY	26.54	21.94	16.52	26.47	Kiriş	1.15	2.48	0.41	0.99	8.39	0.64	0.41	0.99	-40.11	1.00	8.41	26.50
S106	+EX	26.54	21.94	15.59	22.01	Kolon	0	0	0	0	2.02	7.69	21.22	2.58	-90.33	1.00	7.95	22.17
Alt	-EX	26.54	21.94	16.12	21.94	Kolon	0	0	0	0	0.86	8.06	-19.98	-1.55	-74.35	1.00	8.11	21.98
ln22=3.2 m	+EY	26.54	21.94	19.89	26.51	Kolon	0	0	0	0	11.41	1.60	-1.64	33.27	-97.66	1.00	11.52	26.42
ln33=3.2 m	-EY	26.54	21.94	17.60	26.53	Kolon	0	0	0	0	9.64	1.02	1.24	-29.76	-67.02	1.00	9.70	26.47
S106	+EX	26.54	21.94	15.59	22.01	Kiriş	6.55	-8.15	3.38	-3.90	2.02	7.69	3.38	-3.90	-87.99	1.00	7.95	22.17
Üst	-EX	26.54	21.94	16.12	21.94	Kiriş	-11.28	2.50	-5.82	1.20	0.86	8.06	-5.82	1.20	-72.01	1.00	8.11	21.98
As22=2.01 cm ²	+EY	26.54	21.94	19.89	26.51	Kiriş	-11.28	-8.57	-3.50	-3.25	11.41	1.60	-3.50	-3.25	-95.32	1.00	11.52	26.42
As33=2.01 cm ²	-EY	26.54	21.94	17.60	26.53	Kiriş	6.55	2.92	2.03	1.11	9.64	1.02	2.03	1.11	-64.68	1.00	9.70	26.47
S107	+EX	23.70	21.94	28.92	23.67	Kolon	0	0	0	0	12.61	2.99	2.88	-34.48	-85.67	1.00	12.96	23.59
Alt	-EX	23.70	21.94	27.68	23.70	Kolon	0	0	0	0	13.15	1.45	-2.39	37.35	-113.77	1.00	13.23	23.67
ln22=3.2 m	+EY	23.70	21.94	12.38	21.97	Kolon	0	0	0	0	1.96	8.89	23.34	4.31	-113.13	1.00	9.11	22.01
ln33=3.2 m	-EY	23.70	21.94	10.63	22.04	Kolon	0	0	0	0	2.22	7.32	-21.71	-4.72	-86.30	1.00	7.65	22.07
S107	+EX	23.70	21.94	28.92	23.67	Kiriş	12.34	11.99	6.69	5.87	12.61	2.99	6.69	5.87	-83.33	1.00	12.96	23.59
Üst	-EX	23.70	21.94	27.68	23.70	Kiriş	-4.11	-9.66	-2.23	-4.73	13.15	1.45	-2.23	-4.73	-111.43	1.00	13.23	23.67
As22=1.51 cm ²	+EY	23.70	21.94	12.38	21.97	Kiriş	12.34	-10.05	5.12	-1.95	1.96	8.89	5.12	-1.95	-110.79	1.00	9.11	22.01
As33=2.01 cm ²	-EY	23.70	21.94	10.63	22.04	Kiriş	-4.11	12.38	-1.71	2.40	2.22	7.32	-1.71	2.40	-83.96	1.00	7.65	22.07
S108	+EX	41.32	30.15	98.59	41.30	Kolon	0	0	0	0	28.16	1.05	1.21	-85.85	-94.26	1.00	28.18	41.29
Alt	-EX	41.31	30.14	96.46	41.31	Kolon	0	0	0	0	20.88	0.45	-0.71	65.40	-36.96	1.00	20.89	41.30
ln22=3.2 m	+EY	41.31	30.14	10.75	31.35	Kolon	0	0	0	0	15.13	13.54	39.20	47.99	-73.61	1.00	20.31	35.04
ln33=3.2 m	-EY	41.31	30.14	10.49	33.19	Kolon	0	0	0	0	15.32	11.51	-35.46	-47.77	-57.60	1.00	19.16	36.00
S108	+EX	41.32	30.15	98.59	41.30	Kiriş	8.78	4.36	2.16	4.26	28.16	1.05	2.16	4.26	-91.09	1.00	28.18	41.29
Üst	-EX	41.31	30.14	96.46	41.31	Kiriş	-2.93	-1.45	-0.72	-1.42	20.88	0.45	-0.72	-1.42	-33.79	1.00	20.89	41.30
As22=1.51 cm ²	+EY	41.31	30.14	10.75	31.35	Kiriş	8.78	-1.56	4.13	-0.44	15.13	13.54	4.13	-0.44	-70.44	1.00	20.31	35.04
As33=5.5 cm ²	-EY	41.31	30.14	10.49	33.19	Kiriş	-2.93	4.46	-1.38	1.25	15.32	11.51	-1.38	1.25	-54.43	1.00	19.16	36.00
S109	+EX	26.54	21.94	22.30	26.52	Kolon	0	0	0	0	10.07	0.72	-1.81	-28.67	-59.42	1.00	10.09	26.51
Alt	-EX	26.54	21.94	23.35	26.51	Kolon	0	0	0	0	12.02	1.17	2.14	32.91	-94.71	1.00	12.08	26.48
ln22=3.3 m	+EY	26.54	21.94	12.97	21.94	Kolon	0	0	0	0	1.33	6.22	19.30	0.69	-66.47	1.00	6.36	22.09
ln33=3.3 m	-EY	26.54	21.94	12.70	21.95	Kolon	0	0	0	0	0.30	6.95	-20.92	-0.19	-87.67	1.00	6.96	21.94
S109	+EX	26.54	21.94	22.30	26.52	Kiriş	0.78	7.81	0.58	4.55	10.07	0.72	0.58	4.55	-57.08	1.00	10.09	26.51
Üst	-EX	26.54	21.94	23.35	26.51	Kiriş	-2.33	-11.60	-1.74	-6.75	12.02	1.17	-1.74	-6.75	-92.37	1.00	12.08	26.48
S110	+EX	24.91	24.91	24.30	24.91	Kolon	0	0	0	0	10.19	1.10	-2.36	-29.23	-72.73	1.00	10.25	24.91
Alt	-EX	24.92	24.92	23.12	24.92	Kolon	0	0	0	0	10.19	1.13	2.60	30.98	-92.49	1.00	10.25	24.92
ln22=3.3 m	+EY	24.92	24.92	20.37	24.92	Kolon	0	0	0	0	0.20	10.45	33.54	0.55	-90.64	1.00	10.45	24.92
ln33=3.3 m	-EY	24.92	24.92	20.20	24.92	Kolon	0	0	0	0	0.33	10.02	-31.99	-1.06	-74.57	1.00	10.03	24.92
S110	+EX	24.91	24.91	24.30	24.91	Kiriş	-2.85	9.98	-1.26	4.41	10.19	1.10	-1.26	4.41	-70.29	1.00	10.25	24.91
Üst	-EX	24.92	24.92	23.12	24.92	Kiriş	2.53	-5.96	1.12	-2.63	10.19	1.13	1.12	-2.63	-90.05	1.00	10.25	24.92
As22=2.01 cm ²	+EY	24.92	24.92	20.37	24.92	Kiriş	2.53	6.02	0.95	0.12	0.20	10.45	0.95	0.12	-88.21	1.00	10.45	24.92
As33=2.01 cm ²	-EY	24.91	24.91	20.20	24.91	Kiriş	-2.85	-2.01	-1.07	-0.04	0.33	10.02	-1.07	-0.04	-72.14	1.00	10.03	24.91
S111	+EX	25.69	20.99	13.50	21.03	Kolon												

Tablo A1.3 (Devamı): Kesme kuvveti değerlendirmesi kritik (zemin) kat.

S113	+EX	26.54	21.94	34.08	26.52	Kolon	0	0	0	0	10.10	0.68	-1.58	-31.82	-84.36	1.00	10.13	26.51
Alt	-EX	26.54	21.94	34.72	26.52	Kolon	0	0	0	0	8.49	0.97	1.22	25.50	-40.26	1.00	8.55	26.46
ln22=3.3 m	+EY	26.54	21.94	12.08	21.94	Kolon	0	0	0	0	0.30	6.77	20.63	-0.73	-83.11	1.00	6.78	21.94
ln33=3.3 m	-EY	26.54	21.94	12.21	21.95	Kolon	0	0	0	0	0.51	5.21	-16.63	0.88	-41.51	1.00	5.24	21.97
S113	+EX	26.54	21.94	34.08	26.52	Kiriş	-1.17	3.27	-0.66	1.52	10.10	0.68	-0.66	1.52	-82.02	1.00	10.13	26.51
Üst	-EX	26.54	21.94	34.72	26.52	Kiriş	3.51	-5.42	1.98	-2.52	8.49	0.97	1.98	-2.52	-37.92	1.00	8.55	26.46
As22=2.01 cm ²	+EY	26.54	21.94	12.08	21.94	Kiriş	3.51	1.07	1.71	0.26	0.30	6.77	1.71	0.26	-80.77	1.00	6.78	21.94
As33=2.01 cm ²	-EY	26.54	21.94	12.21	21.95	Kiriş	-1.17	-3.21	-0.57	-0.79	0.51	5.21	-0.57	-0.79	-39.17	1.00	5.24	21.97
S114	+EX	27.93	26.20	21.97	26.23	Kolon	0	0	0	0	2.03	7.64	23.51	-4.04	-73.54	1.00	7.90	26.31
Alt	-EX	27.93	26.20	21.48	26.24	Kolon	0	0	0	0	2.35	8.13	-24.68	4.23	-87.12	1.00	8.46	26.32
ln22=3.3 m	+EY	27.93	26.20	34.75	27.93	Kolon	0	0	0	0	13.53	0.15	0.36	41.86	-71.08	1.00	13.53	27.93
ln33=3.3 m	-EY	27.93	26.20	34.80	27.93	Kolon	0	0	0	0	14.25	0.18	-0.23	-44.94	-89.58	1.00	14.25	27.93
S114	+EX	27.93	26.20	21.97	26.23	Kiriş	3.35	4.96	1.70	2.64	2.03	7.64	1.70	2.64	-70.81	1.00	7.90	26.31
Üst	-EX	27.93	26.20	21.48	26.24	Kiriş	-4.21	-6.60	-2.13	-3.51	2.35	8.13	-2.13	-3.51	-84.39	1.00	8.46	26.32
As22=1.51 cm ²	+EY	27.93	26.20	34.75	27.93	Kiriş	0.43	-6.60	0.12	-2.78	13.53	0.15	0.12	-2.78	-68.35	1.00	13.53	27.93
As33=2.51 cm ²	-EY	27.93	26.20	34.80	27.93	Kiriş	-1.29	4.96	-0.37	2.09	14.25	0.18	-0.37	2.09	-86.85	1.00	14.25	27.93
S115	+EX	26.54	21.94	35.80	26.54	Kolon	0	0	0	0	7.99	1.06	-0.38	-25.76	-41.36	1.00	8.06	26.43
Alt	-EX	26.54	21.94	36.42	26.54	Kolon	0	0	0	0	10.40	1.46	0.49	33.70	-101.73	1.00	10.51	26.42
ln22=3.3 m	+EY	26.54	21.94	15.49	21.94	Kolon	0	0	0	0	0.23	6.94	19.47	-0.74	-68.42	1.00	6.94	21.94
ln33=3.3 m	-EY	26.54	21.94	15.56	21.95	Kolon	0	0	0	0	0.32	6.81	-19.99	1.05	-74.67	1.00	6.81	21.94
S115	+EX	26.54	21.94	35.80	26.54	Kiriş	-5.48	1.37	-3.10	0.62	7.99	1.06	-3.10	0.62	-39.02	1.00	8.06	26.43
Üst	-EX	26.54	21.94	36.42	26.54	Kiriş	7.62	-1.40	4.32	-0.64	10.40	1.46	4.32	-0.64	-99.39	1.00	10.51	26.42
As22=2.01 cm ²	+EY	26.54	21.94	15.49	21.94	Kiriş	7.62	-0.05	3.43	-0.02	0.23	6.94	3.43	-0.02	-66.08	1.00	6.94	21.94
As33=2.01 cm ²	-EY	26.54	21.94	15.56	21.95	Kiriş	-5.48	0.02	-2.46	0.01	0.32	6.81	-2.46	0.01	-72.33	1.00	6.81	21.94
S116	+EX	31.48	24.21	89.10	31.48	Kolon	0	0	0	0	12.80	0.08	-0.08	-40.04	-11.22	1.00	12.80	31.48
Alt	-EX	31.48	24.22	89.04	31.48	Kolon	0	0	0	0	21.64	0.02	0.02	68.39	-152.58	1.00	21.64	31.48
ln22=3.2 m	+EY	31.48	24.21	8.15	24.22	Kolon	0	0	0	0	0.63	6.32	14.72	-0.73	-98.52	1.00	6.35	24.26
ln33=3.2 m	-EY	31.48	24.21	8.70	24.22	Kolon	0	0	0	0	0.60	5.74	-12.99	0.74	-65.28	1.00	5.77	24.27
S116	+EX	31.48	24.21	89.10	31.48	Kiriş	0.36	1.81	0.17	0.93	12.80	0.08	0.17	0.93	-8.78	1.00	12.80	31.48
Üst	-EX	31.48	24.22	89.04	31.48	Kiriş	-0.12	-1.66	-0.06	-0.85	21.64	0.02	-0.06	-0.85	-150.15	1.00	21.64	31.48
As22=1.57 cm ²	+EY	31.48	24.21	8.15	24.22	Kiriş	10.92	1.81	5.49	1.29	0.63	6.32	5.49	1.29	-96.08	1.00	6.35	24.26
As33=4.71 cm ²	-EY	31.48	24.21	8.70	24.22	Kiriş	-10.69	-1.66	-5.37	-1.18	0.60	5.74	-5.37	-1.18	-62.84	1.00	5.77	24.27
S117	+EX	41.32	31.81	155.26	41.32	Kolon	0	0	0	0	32.78	2.39	-0.01	-104.60	-131.97	1.00	32.86	41.24
Alt	-EX	41.31	31.81	155.24	41.31	Kolon	0	0	0	0	26.35	2.43	-0.11	83.66	-61.70	1.00	26.46	41.19
ln22=3.2 m	+EY	41.32	31.81	10.01	31.88	Kolon	0	0	0	0	1.25	9.18	22.66	-3.99	-106.62	1.00	9.26	31.93
ln33=3.2 m	-EY	41.32	31.81	10.83	31.86	Kolon	0	0	0	0	1.35	9.08	-22.37	4.26	-87.05	1.00	9.18	31.95
S117	+EX	41.32	31.81	155.26	41.32	Kiriş	-13.31	0.51	-7.63	0.28	32.78	2.39	-7.63	0.28	-128.80	1.00	32.86	41.24
Üst	-EX	41.31	31.81	155.24	41.31	Kiriş	13.39	-1.15	7.67	-0.65	26.35	2.43	7.67	-0.65	-58.53	1.00	26.46	41.19
S118	+EX	27.93	26.21	53.24	27.93	Kolon	0	0	0	0	17.02	1.90	1.04	-52.69	-189.41	1.00	17.13	27.91
Alt	-EX	27.93	26.20	55.42	27.92	Kolon	0	0	0	0	13.05	0.83	-1.01	36.15	-40.16	1.00	13.07	27.92
ln22=3.3 m	+EY	27.93	26.20	16.80	26.23	Kolon	0	0	0	0	1.82	8.63	27.00	0.95	-120.00	1.00	8.82	26.27
ln33=3.3 m	-EY	27.93	26.20	18.23	26.20	Kolon	0	0	0	0	0.54	9.32	-26.31	0.09	-109.58	1.00	9.33	26.21
S118	+EX	27.93	26.21	53.24	27.93	Kiriş	-10.17	7.51	-5.21	3.49	17.02	1.90	-5.21	3.49	-186.68	1.00	17.13	27.91
Üst	-EX	27.93	26.20	55.42	27.92	Kiriş	3.39	-14.86	1.74	-6.90	13.05	0.83	1.74	-6.90	-37.43	1.00	13.07	27.92
As22=1.51 cm ²	+EY	27.93	26.20	16.80	26.23	Kiriş	3.39	-11.02	1.48	-5.05	1.82	8.63	1.48	-5.05	-117.27	1.00	8.82	26.27
As33=2.51 cm ²	-EY	27.93	26.20	18.23	26.20	Kiriş	-10.17	3.67	-4.43	1.68	0.54	9.32	-4.43	1.68	-106.85	1.00	9.33	26.21
S119	+EX	38.04	28.73	103.22	38.04	Kolon	0	0	0	0	33.94	2.64	0.99	-102.23	-168.54	1.00	34.04	37.95
Alt	-EX	38.04	28.73	102.07	38.03	Kolon	0	0	0	0	33.42	3.22	-1.16	101.39	-159.49	1.00	33.57	37.91
ln22=3.3 m	+EY	38.04	28.73	10.97	28.82	Kolon	0	0	0	0	1.01	9.00	22.52	-3.22	-187.42	1.00	9.06	28.80
ln33=3.3 m	-EY	38.04	28.73	11.68	28.73	Kolon	0	0	0	0	0.76	8.99	-20.90	2.46	-140.61	1.00	9.03	28.77
S119	+EX	38.04	28.73	103.22	38.04	Kiriş	14.64	14.95	7.73	9.76	33.94	2.64	7.73	9.76	-165.61	1.00	34.04	37.95
Üst	-EX	38.04	28.73	102.07	38.03	Kiriş	-17.92	-13.62	-9.46	-8.89	33.42	3.22	-9.46	-8.89	-156.56	1.00	33.57	37.91
As22=1.57 cm ²	+EY	38.04	28.73	10.97	28.82	Kiriş	14.64	1.99	7.18	0.12	1.01	9.00	7.18	0.12	-184.50	1.00	9.06	28.80
As33=5.5 cm ²	-EY	38.04	28.73	11.68	28.73	Kiriş	-17.92	-0.66	-8.79	-0.04	0.76	8.99	-8.79	-0.04	-137.68	1.00	9.03	28.77
S120	+EX	30.57	22.45	52.28	30.55	Kolon	0	0	0	0	21.81	2.74	2.12	-64.73	-139.21	1.00	21.99	30.37
Alt	-EX	30.57	22.45	51.29	30.52	Kolon	0	0	0	0	17.63	3.71	-2.02	53.98	-71.02	1.00	18.02	30.03
ln22=3.3 m	+EY	30.57	22.45	13.86	22.56	Kolon	0	0	0	0	1.44	7.86	19.84	-2.21	-119.15	1.00	7.99	22.62
ln33=3.3 m	-EY	30.57	22.45	14.71	22.47	Kolon	0	0	0	0	0.78	8.28	-18.29	1.62	-91.09	1.00	8.31	22.49
S120	+EX	30.57	22.45	52.28	30.55	Kiriş	12.86	10.33	6.93	7.25	21.81	2.74	6.93	7.25	-136.58	1.00	21.99	30.37
Üst	-EX	30.57	22.45	51.29	30.52	Kiriş	-19.00	-5.99	-10.24	-4.20	17.63	3.71	-10.24	-4.20	-68.39	1.00	18.02	30.03
As22=1.51 cm ²	+EY	30.57	22.45	13.86	22.56	Kiriş	12.86	6.96	6.10	2.53	1.44	7.86	6.10	2.53	-116.52	1.00	7.99	22.62
As33=2.51 cm ²	-EY	30.57	22.45	14.71	22.47	Kiriş	-19.00	-2.62	-9.02	-0.95	0.78	8.28	-9.02	-0.95	-88.45	1.00	8.31	22.49
S130	+EX	26.54	21.94	26.87	26.47	Kolon	0	0	0	0	9.93	0.99	3.05	-32.17	-88.73	1.00	9.98	26.48
Alt	-EX	26.54	21.93	27.51	26.45	Kolon	0	0	0	0	5.09	0.69	-1.65	16.64	1.49	1.00	5.14	26.43
ln22=3.3 m	+EY	26.54	21.94	14.69	22.16	Kolon	0	0	0	0	1.33	5.17	16.88	-3.42	-45.42	1.00	5.34	22.15
ln33=3.3 m	-EY	26.54	21.94	15.26	22.21	Kolon	0	0	0	0	1.44	5.15	-16.47	3.54	-41.82	1.00	5.35	22.19
S130	+EX	26.54	21.94	26.87	26.47	Kiriş	0.36	-1.15	0.20	-0.60	9.93	0.99	0.20	-0.60	-86.39	1.00	9.98	26.48
Üst	-EX	26.53	21.93	27.51	26.45	Kiriş	-1.08	0.33	-0.61	0.17	5.09	0.69	-0.61	0.17	3.83	1.00	5.14	26.43
As22=2.01 cm ²	+EY	26.54	21.94	14.69	22.16	Kiriş	0.36	3.13	0.18	0.96	1.33	5.17	0.18	0.96	-43.08	1.00	5.34	22.15
As33=2.01 cm ²	-EY	26.54	21.94	15.26	22.21	Kiriş	-1.08	-3.95	-0.53	-1.22	1.44	5.15	-0.53	-1.22	-39.48	1.00	5.35	22.19
S129	+EX																	

Tablo A1.4: Kritik (zemin) kat risk değerlendirmesi.

Eleman Durumları					Kesme Kuvvetleri			
Eleman	Elastisite Modülü [tf/m ²]	Eksenel Kuvvet [tf]	Eksenel Basınç Gerilmesi [tf/m ²]	Sınır Dahilinde	+EX [tf]	-EX [tf]	+EY [tf]	-EY [tf]
S121	2039432.43	39.16	163.17	X	51.99	51.99	19.96	19.96
S122	2039432.43	65.93	202.85	X	24.40	24.40	144.56	144.56
S123	2039432.43	60.27	251.13	X	36.43	36.43	37.12	37.12
S124	2039432.43	59.60	248.34	X	37.15	37.15	34.66	34.66
S125	2039432.43	64.30	197.86	X	22.72	22.72	159.82	159.82
S126	2039432.43	57.64	205.85	X	41.29	41.29	52.87	52.87
S101	2039432.43	44.08	183.67	X	45.53	45.53	19.72	19.72
S102	2039432.43	49.65	206.88	X	61.87	61.87	23.60	23.60
S103	2039432.43	36.29	151.19	X	63.59	63.59	26.32	26.32
S104	2039432.43	36.31	151.28	X	60.47	60.47	17.35	17.35
S105	2039432.43	49.91	207.97	X	34.50	34.50	35.25	35.25
S106	2039432.43	82.34	343.09	X	31.54	31.54	37.42	37.42
S107	2039432.43	99.72	415.48	X	56.49	56.49	22.63	22.63
S108	2039432.43	65.61	201.87	X	195.03	195.03	18.39	18.39
S109	2039432.43	77.07	321.11	X	45.56	45.56	25.63	25.63
S110	2039432.43	82.61	330.43	X	47.24	47.24	40.55	40.55
S111	2039432.43	71.18	290.53	X	27.66	27.66	66.02	66.02
S112	2039432.43	61.26	255.26	X	56.11	56.11	25.35	25.35
S113	2039432.43	62.31	259.62	X	68.72	68.72	24.25	24.25
S114	2039432.43	80.33	286.89	X	42.99	42.99	69.55	69.55
S115	2039432.43	71.55	298.12	X	72.22	72.22	31.01	31.01
S116	2039432.43	81.90	327.60	X	178.14	178.14	16.84	16.84
S117	2039432.43	96.83	297.95	X	310.50	310.50	20.74	20.74
S118	2039432.43	114.79	409.95	X	108.61	108.61	34.92	34.92
S119	2039432.43	164.01	546.71	X	205.26	205.26	22.56	22.56
S120	2039432.43	105.12	389.32	X	103.43	103.43	28.39	28.39
S130	2039432.43	43.62	181.76	X	54.02	54.02	28.86	28.86
S129	2039432.43	63.18	194.41	X	23.82	23.82	161.00	161.00
S127	2039432.43	67.06	239.49	X	44.73	44.73	54.53	54.53
S128	2039432.43	60.36	215.57	X	41.78	41.78	55.78	55.78

Tablo A1.5: Yapı risk değerlendirmesi.

Risk Değerlendirmesi - ZEMİN KAT	
Eksenel basınç gerilmeleri ortalaması :	265.84 tf/m ²
0.65*f _{cm} :	954.45 tf/m ²
0.1*f _{cm} :	146.84 tf/m ²
Kat kesme kuvvetleri oranı sınır değeri:	0.3
Risk sınırını aşan eleman sayısı :	30
Toplam eleman sayısı :	30
En büyük m değeri	10.07 (S116)
[+EX] - Risk sınırını aşan kolon ve perdelerin kesme kuvvetleri toplamı / Toplam kat kesme kuvveti :	2193.8 / 2193.8 tf
[+EX] - Kat kesme kuvveti oranı :	1 > 0.298
[-EX] - Risk sınırını aşan kolon ve perdelerin kesme kuvvetleri toplamı / Toplam kat kesme kuvveti :	2193.8 / 2193.8 tf
[-EX] - Kat kesme kuvveti oranı :	1 > 0.298
[+EY] - Risk sınırını aşan kolon ve perdelerin kesme kuvvetleri toplamı / Toplam kat kesme kuvveti :	1335.93 / 1355.65 tf
[+EY] - Kat kesme kuvveti oranı :	0.985 > 0.298
[-EY] - Risk sınırını aşan kolon ve perdelerin kesme kuvvetleri toplamı / Toplam kat kesme kuvveti :	1298.12 / 1355.65 tf
[-EY] - Kat kesme kuvveti oranı :	0.958 > 0.298

BİNA İÇİN RİSK DEĞERLENDİRMESİ	
Riskli bina olarak değerlendirilmelidir.	X