

**T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**BETONARME YAPILARIN DEPREM
PERFORMANSLARININ BELİRLENMESİ İÇİN
KULLANILAN HIZLI DEĞERLENDİRME METOTLARININ
KARŞILAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EZGİ GÜLGEÇ

BALIKESİR, HAZİRAN 2019

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



BETONARME YAPILARIN DEPREM
PERFORMANSLARININ BELİRLENMESİ İÇİN
KULLANILAN HIZLI DEĞERLENDİRME METOTLARININ
KARŞILAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EZGİ GÜLGEÇ

Jüri Üyeleri : Dr. Öğr. Üyesi Barış ÖZKUL (Tez Danışmanı)

Dr. Öğr. Üyesi Fehmi ÇİVİCİ

Doç. Dr. Ali Mardani AGHABAGLOU

BALIKESİR, HAZİRAN 2019

KABUL VE ONAY SAYFASI

Ezgi GÜLGEÇ tarafından hazırlanan “**BETONARME YAPILARIN DEPREM PERFORMANSLARININ BELİRLENMESİ İÇİN KULLANILAN HIZLI DEĞERLENDİRME METOTLARININ KARŞILAŞTIRILMASI**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 19.06.2019 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / ~~oy çokluğu~~ ile Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Barış ÖZKUL

Üye
Dr. Öğr. Üyesi Fehmi ÇİVİCİ

Üye
Doç. Dr. Ali Mardani AGHABAGLOU


.....

.....

.....

Jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş olan bu tez Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca onanmıştır.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Prof. Dr. Necati ÖZDEMİR

.....

**Bu tez çalışması Balıkesir Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Birimi tarafından 2017/070 nolu proje ile desteklenmiştir.**

ÖZET

**BETONARME YAPILARIN DEPREM PERFORMANSLARININ
BELİRLENMESİ İÇİN KULLANILAN HIZLI DEĞERLENDİRME
METOTLARININ KARŞILAŞTIRILMASI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
EZGİ GÜLGEÇ
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: DR. ÖĞR. ÜYESİ BARIŞ ÖZKUL)
BALIKESİR, HAZİRAN - 2019**

Ülkemizin büyük bir kısmı, Dünya’da en yoğun ikinci deprem kuşağı olan Alp-Himalaya Deprem Kuşağının içinde yer almaktadır. Gerek tarihi gerekse aletsel dönem kayıtları, ülkenin çok büyük bir kesiminde geçmişte büyük depremler olduğunu işaret etmektedir. Dolayısıyla, oluşabilecek depremlerde can kayıplarının ve büyük maddi hasarların önüne geçebilmek adına yeterli güvenlikte ve ekonomik tasarımlar büyük önem arz etmektedir. Ülkemizdeki mevcut yapıların büyük bir kısmı, 01.01.2019 tarihinde yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY’19) ve Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslardaki yapı güvenlik koşullarını sağlamadığı bilinmektedir. Mevcut yapıların detaylı analizlerinin yapılması hem sayıca fazla olması hem de uzun zaman alması sebebiyle neredeyse imkansızdır. Risk analizi yapabilmek için kısa zamanda hazırlanan, ekonomik ve güvenilir sonuç ihtiyacına olan gereksinim Hızlı Değerlendirme Yöntemlerini doğurmuştur. Bu yöntemler, binaların depreme dayanıklılıklarını kesin olarak belirlemeyi değil, risk durumuna göre öncelik oluşturmayı ve detaylı analiz gerektirip gerektirmediği konusunda hızlı sonuçlara ulaşmayı hedefler.

Bu çalışma kapsamında mevcut betonarme bir okul binası, Kanada Sismik Tarama, FEMA 154 Görsel Tarama, Japon Sismik İndeks ve P25 Yöntemleri kullanılarak inceleme yapılmıştır. P25 Yöntemi ile elde edilen Psonuç puanına yapının görelî kat öteleme değeri dahil edilerek oluşturulan P25-V.ÖZKA versiyonu ile de çözümleme yapılmıştır. Söz konusu yöntemlerin ortak ve farklı yanlarının sonuç puanlarına olan etkileri belirlenmiştir. Yöntemlerin uygulaması neticesinde elde edilen sonuçlar yorumlanmış ve benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

İncelenen hızlı değerlendirme yöntemleri birbirleri arasında uygulama süresi, uygulama kolaylığı, güvenliği ve materyal çeşitliği açısından değerlendirilmiş ve uygulanabilirlik açısından öncelik sıralaması önerisinde bulunulmuştur.

ANAHTAR KELİMELEER: Deprem, hızlı değerlendirme, P25 yöntemi, Japon sismik indeks, Kanada sismik tarama yöntemi

ABSTRACT

COMPARISON OF RAPID ASSESSMENT METHODS USED FOR DETERMINATION OF SEISMIC PERFORMANCE OF REINFORCED CONCRETE BUILDINGS

MSC THESIS

EZGİ GÜLGEÇ

BALIKESİR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

CIVIL ENGINEERING

(SUPERVISOR: ASSIST.PROF.DR.BARIŞ ÖZKUL)

BALIKESİR, JUNE 2019

A large part of our country is located in the Alp-Himalaya Earthquake Belt which is the second most intense earthquake zone in the world. Both historical and instrumental period records indicate that there have been major earthquakes in the vast majority of the country in the past. Therefore, sufficient safety and economic designs are of great importance in order to prevent loss of life and major material damage in the earthquakes that may occur.

A large part of the existing structures in our country, which was put into force on 01.01.2019 Turkey Earthquake Building Regulations (TBDY'19) is known not to provide structure and security conditions in the Principles Regarding the Determination of Risky Buildings. Detailed analysis of existing structures is almost impossible because of both their numbers and taking long time. The need for economic and reliable results, which were prepared in a short time in order to make a risk analysis, gave rise to Fast Assessment Methods. These methods aim not to classify the earthquake resistance of buildings correctly, but to prioritize them according to the risk situation and to achieve rapid results about whether they require detailed analysis.

In this study, an existing reinforced concrete school building was conducted by using Canadian Seismic Screening, FEMA 154 Visual Screening, Japanese Seismic Index and P25. It has been tried to reveal the exact result with the P25-V.ÖZKA Version, which was created by adding the values of the relative coefficients of the structure to P result scores obtained by the P25 method. The effects of common and different aspects of these methods on the result scores were determined. The results obtained as a result of the application of the methods have been interpreted and it has been found that the results are similar.

The examined rapid evaluation methods were subjected to scoring in terms of application time, ease of application, safety and material variety, and a priority was suggested.

KEYWORDS: Earthquake, rapid assessment, P25 method, Japanese seismic index, Canadian seismic screening method.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
TABLO LİSTESİ	vii
SEMBOL LİSTESİ	viii
KISALTMALAR	xii
ÖNSÖZ.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Çalışmanın Amacı	2
1.2 Çalışmanın Kapsamı.....	2
1.3 Literatür Taraması	2
2. HIZLI DEĞERLENDİRME METOTLARI	11
2.1 Kanada Sismik Tarama Yöntemi	12
2.2 Japon Sismik İndeks Yöntemi	13
2.3 Kapasite İndeks Yöntemi	14
2.4 Hızlı Durum Tespit Yöntemi.....	17
2.5 P25 Hızlı Değerlendirme Yöntemi.....	19
2.6 Kolon ve Duvar İndeks Yöntemi.....	20
2.7 ATC-21 – FEMA-154 Yöntemi	24
2.8 Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi (DGTY)	25
3. BALIKESİR’İN DEPREMSELLİĞİ	28
3.1 Deprem	28
3.2 Balıkesir’in Deprem Riski.....	28
3.3 Metodoloji	32
4. HIZLI DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ İLE İNCELENCEK YAPI	34
4.1 Yapı Bilgileri.....	34
4.2 Yapıya ait Beton Dayanımı ve Donatı Tespiti Bilgileri	38
4.3 Yapının Genel Durumu	43
5. KANADA SİSMİK TARAMA YÖNTEMİ VE BU YÖNTEM İLE BİNA PERFORMANSININ BELİRLENMESİ	46
5.1 Yöntem	46
5.2 Kanada Sismik Tarama Yöntemi Uygulaması	51
6. JAPON SİSMİK İNDEKS YÖNTEMİ ve BU YÖNTEM ile BİNA PERFORMANSININ BELİRLENMESİ	56
6.1 Yöntem	56
6.2 Japon Sismik İndeks Yöntemi Uygulaması.....	62
7. P25 HIZLI DEĞERLENDİRME YÖNTEMİ ve P25-V.ÖZKA PUAN HESAPLAMASI ve BU YÖNTEM ile BİNA PERFORMANSININ BELİRLENMESİ	65
7.1 Yöntem	65
7.1.1 Yapı ile İlgili Gerekli İncelemeler	65
7.1.2 Kritik Kat Alanı Seçimi ve Efektif Kat Alanı.....	65
7.1.3 CA Enkesit Alanı Endeksi Bileşenleri	66

7.1.4	C1 Atalet Momenti Endeksleri Bileşenleri.....	67
7.1.5	P0 Taşıyıcı Sistem Puanı	69
7.1.6	P1 Temel Yapısal Puanı.....	70
7.1.7	P2 Kısa Kolon Puanı.....	71
7.1.8	P3 Yumuşak Kat ve Zayıf Kat Puanı.....	71
7.1.9	P4 Çıkmalar ve Çerçeve Süreksizliği Puanı	73
7.1.10	P5 Çarpışma Puanı.....	73
7.1.11	P6 Sıvılaşma Potansiyeli Puanı.....	74
7.1.12	P7 Toprak Hareketleri Puanı.....	75
7.1.13	α Düzeltme Çarpanı	76
7.1.14	β Düzeltme Çarpanı	77
7.1.15	P Sonuç Puanı	77
7.2	Band Aralıklarının Tanımı ve Bölgelerin Puanları	78
7.3	P25-V.ÖZKA Versiyonu	80
7.4	P25 METODU ve P25-V.ÖZKA Versiyonu Uygulaması	81
7.4.1	P0 Puanının Hesaplanması.....	82
7.4.2	P1 Puanının Hesaplanması.....	86
7.4.3	P2 ve P3 Puanlarının Hesaplanması	88
7.4.4	P4 ve P5 Puanlarının Hesaplanması	89
7.4.5	P6 ve P7 Puanlarının Hesaplanması	89
7.4.6	Psonuç Puanının Hesaplanması.....	89
7.4.7	P25-V.ÖZKA Puanının Hesaplanması	91
8.	FEMA-154 YÖNTEMİ ve BU YÖNTEM ile BİNA PERORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ.....	93
8.1	Yöntem	93
8.2	FEMA P-154 Yöntemi ile RBTEİE 2019’da Verilen Basitleştirilmiş Yöntemlerin Karşılaştırılması	96
8.3	FEMA P-154 Yöntemi Uygulaması	98
9.	SONUÇLAR VE YORUMLAR.....	101
10.	KAYNAKLAR.....	106

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Kolon ve duvar indeksleri yöntemi sonuç grafiği.....	22
Şekil 2.2: DGTY'nin 1. Aşama değerlendirmesi akış diyagramı.....	27
Şekil 3.1: Balıkesir yer bulduru haritası.....	29
Şekil 3.2: Türkiye Deprem Tehlike Haritası.....	31
Şekil 3.3: Balıkesir ve çevresi fay haritası.....	32
Şekil 4.1: Yapı konumu-uydu görüntüsü.....	34
Şekil 4.2: Binanın genel görünüşü.....	35
Şekil 4.3: D blok arka cepheden görünüş.....	35
Şekil 4.4: D blok ön cepheden görünüş.....	36
Şekil 4.5: İncelenen yapının zemin(kritik) kat planı – rölövesi.....	36
Şekil 4.6: İncelenen yapının STA4-Cad ile tanımlanan 3 boyutlu görünüşü..	37
Şekil 4.7: İncelenen yapının 1.kat planı – rölövesi.....	37
Şekil 4.8: İncelenen yapının STA4-Cad de bodrum ve zemin tavanı kalıp görünüşü	38
Şekil 4.9: İncelenen yapıdan alınan karot numuneler.....	38
Şekil 4.10: İncelenen yapıda kolonlarda pas payı sıyırma ile donatı tespiti.	41
Şekil 4.11: İncelenen yapıda kirişlerde pas payı sıyırma ile donatı tespiti...	43
Şekil 4.12: Korozyondan dolayı hasar görmüş kolon.....	44
Şekil 5.1: Maksimum yer ivmesi ve hızına bağlı Z_a ve Z_v değerleri.....	48
Şekil 5.2: İncelenen bina için oluşturulan Kanada Sismik Tarama Formu-1	54
Şekil 5.3: İncelenen bina için oluşturulan Kanada Sismik Tarama Formu-2	55
Şekil 6.1: Kolon temiz yüksekliği ve derinliği.....	58
Şekil 7.1: Örnek efektif kat alanı.....	66
Şekil 7.2: Dolgu duvara temas eden duvarın durumu.....	68
Şekil 7.3: Dolgu duvarın ortasında mevcut olan pencere boşluğu.....	68
Şekil 7.4: Kısa Kolon gösterimi, oluşumu ve hasarları (AFAD) a) kısa kolon oluşumunun şematik gösterimi, b) kısa kolon oluşumu örnekleri, c) kısa kolon hasarı.....	71
Şekil 7.5: Yumuşak ve Zayıf kat Örnekleri a) Dolgu duvar süreksizliği durumunda deprem davranışı, b) yumuşak kat oluşumu hasarları, c) giriş katında dolgu duvar bulunmayan konut.....	72
Şekil 7.6: Çerçeve kirişi süreksizliği.....	73
Şekil 7.7: Bitişik bina örnekleri ve aldığı hasar örneği a) Kat seviyesi aynı bitişik binalar, b) kat seviyesi farklı bitişik binalar, c) bitişik binaların deprem sonucu aldığı hasar.....	74
Şekil 7.8: 1999 depreminde zemin sıvılaşmasından hasar gören bir bina (adapazarı).....	75
Şekil 7.9: β katsayısının değişimi.....	77
Şekil 7.10: Puanlama grafiğinin bölgeleri.....	78
Şekil 7.11: P25-V.ÖZKA versiyonunda puanların bölgelere ayrılması.....	81
Şekil 8.1: İncelenen bina için oluşturulan RBTEİE Veri Toplama Formu	97
Şekil 8.2: İncelenen bina için oluşturulan FEMA 154 Veri Toplama Formu	100
Şekil A.1: Çok yüksek sismik hareketlilik.....	115
Şekil A.2: Yüksek düzeyde sismik tehlike	116
Şekil A.3: Orta yüksek düzeyde sismik tehlike.....	117

Şekil A.4: Orta düzeyde sismik tehlike.....	118
Şekil A.5: Düşük düzeyde sismik tehlike.....	119
Şekil B.1: Sismik tarama formu-1.....	120
Şekil B.2: Sismik tarama formu-2.....	121
Şekil B.3: Sismik tarama formu-3.....	122
Şekil B.4: Sismik tarama formu-4.....	123



TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1: Beton kalitesine göre tavsiye edilen beton dayanımları	14
Tablo 2.2: Yapı özelliklerine göre önerilen ağırlık katsayısı	16
Tablo 2.3: C_m katsayısı için önerilen değerler	17
Tablo 2.4: Değerlendirme puanları	20
Tablo 3.1: Balıkesir ve ilçelerinde meydana gelen büyük depremler	30
Tablo 4.1: Karot test sonuçları	39
Tablo 4.2: Kolonlardaki donatıların pas payı sıyırma ile tespiti sonuçları	39
Tablo 4.3: Kirişlerdeki donatıların pas payı sıyırma ile tespiti sonuçları ..	42
Tablo 5.1: Kanada sismik tarama yöntemi parametre değerleri.....	53
Tablo 6.1: Aşamalara göre E_s indeksi değerleri.....	57
Tablo 6.2: S_D düzensizlik indeksi değerleri için G_i ve R_i indisleri... ..	61
Tablo 6.3: T indeksi için (1. Aşama incelemesinde) değerlendirme	62
Tablo 6.4: G_i ve R_i katsayılarının hesaplanması... ..	64
Tablo 7.1: Elastisite modülü oranları.....	67
Tablo 7.2: Yapısal düzensizlik katsayıları(f_i).....	70
Tablo 7.3: P_2 kısa kolon puanı hesaplama	71
Tablo 7.4: Çıkmalar ve çerçeve süreksizliği puanı.....	73
Tablo 7.5: P_5 Çarpışma puanı tablosu.....	74
Tablo 7.6: P_6 Sıvılaşma potansiyeli puanları.....	75
Tablo 7.7: P_7 Toprak hareketleri puanları.....	76
Tablo 7.8: $P_1, P_2 \dots P_7, P_{min}$ puanları için önerilen ağırlık oranları.....	77
Tablo 7.9: P25-V.ÖZKA deplasman puanı için P25 yöntemi sonuç puanına etkililen deplasman katsayıları.....	80
Tablo 7.10: İncelenen yapıdaki kolonları atalet momentleri.....	82
Tablo 7.11: Kritik kattaki x yönü dolgu duvarların değerleri	82
Tablo 7.12: Kritik katın bir üstündeki katın(1. kat) x yönü dolgu duvar değerleri	83
Tablo 7.13: Kritik kattaki y yönü dolgu duvarların değerleri	83
Tablo 7.14: Kritik katın bir üstündeki katın(1. Kat) y yönü dolgu duvar değerleri.....	83
Tablo 7.15: İncelenen binanın f_i katsayıları için seçilen değerler	86
Tablo 7.16: P_i puanlarının ağırlık oranları ile çarpımı	90
Tablo 7.17: İncelenen binanın kat deplasmanları.....	91
Tablo 9.1: Dört Yöntem ve bir versiyonun sonuçları	103
Tablo 9.2: Dört Yöntem ve bir versiyon için kullanılan parametreler... ..	103
Tablo 9.3: Hızlı değerlendirme yöntemleri için önerilen öncelik sınıflaması.....	105

SEMBOL LİSTESİ

a	: P25 Yönteminde mevcut binanın kalıp planındaki x doğrultusundaki uzunluğu
a₁	: Yer değiştirme uyum katsayısı
a₂	: Kısa kolon bulunması durumunda perdeler için yer değiştirme uyum katsayısı
a₃	: Kısa kolon bulunması durumunda kolonlar için yer değiştirme uyum katsayısı
A	: Depremsellik puanı
A_c	: P25 Yönteminde kritik kattaki kolon enkesit alanları toplamı
A_c	: Brüt kolon enkesit alanı
A_{ce}	: Temeldeki kolonların etkili kesit alanı
A_{col}	: Temel üstündeki kolonların toplam kesit alanı
A_{cw}	: Temeldeki betonarme perde duvarların bir yöndeki kesit alanı
A_{c1}	: Eleman net yüksekliği / kesit derinliği < 6 olan kolonların toplam enkesit alanı
A_{c2}	: Eleman net yüksekliği / kesit derinliği > 6 olan kolonların toplam enkesit alanı
A_e	: P25 Yönteminde efektif kat alanı
A_{ef,x} – A_{ef,y}	: P25 Yönteminde istenen doğrultuda dolgu duvarların enkesit alanları elastisite modülüne oranı ile çarpılarak, kolon ve perdelerin enkesit alanlarıyla toplamı
A_{ft}	: Temel üstündeki toplam kat alanı
A_{mw}	: Temeldeki dolgu duvarların bir yöndeki kesit alanı
A_{sc}	: Kısa kolonların toplam enkesit alanı
A_{sx} – A_{sy}	: P25 Yönteminde kritik kattaki betonarme perde duvarların enkesit alanları toplamı
A_{tf}	: Yapının toplam zemin alanı
A_w	: Dolgu duvarların alanı
A_{wt}	: Duvarların etkili kesit alanı
A_{wx} – A_{wy}	: P25 Yönteminde kritik kattaki dolgu duvarlarının enkesit alanları toplamı
A_{w1}	: İki tarafından başlıklı perdelerin toplam enkesit alanı
A_{w2}	: Bir taraftan başlıklı perdelerin toplam enkesit alanı
A_{w3}	: Başlıksız perdelerin toplam enkesit alanı
A₀	: Deprem bölgesine göre tayin edilen efektif ivme katsayısı
BCPI	: Temel kapasite indeksi
BAÇ	: Betonarme çerçeve
BAÇP	: Betonarme çerçeve ve perde
b	: P25 Yönteminde mevcut binanın kalıp planındaki y doğrultusundaki uzunluğu
B	: Zemin koşulları puanı
b_w	: Kolon boyutu
b_w	: Betonarme elemanın genişliği
c	: Eleman doğrultusuna ait katsayı
C	: Taşıyıcı sistem puanı
C1	: Betonarme çerçevesiz yapılar

C2	: Betonarme perdeli ve çerçevesli yapılar
C3	: Duvarları yığma olarak teşkil edilen betonarme çerçevesli yapılar
CI	: Kolon indeksi
CPI	: Kapasite İndeksi
C_a ve C_m	: Binanın mimari özellikleri ve yapı kalitesine bağlı katsayılar
C_A	: P25 Yönteminde bileşke alan indeksi
C_{AF}	: Düşey düzensizlik katsayısı
C_{AP}	: Planda düzensizlik katsayısı
C_{AS}	: Yumuşak kat katsayısı
C_{ASC}	: Kısa kolon katsayısı
C_{AX} ve C_{AY}	: P25 Yönteminde alan endeksleri
C_C	: Kolonların taşıma gücü katsayısı
C_I	: P25 Yönteminde bileşke atalet momenti indeksi
C_{Ix} ve C_{Iy}	: P25 Yönteminde atalet momenti endeksleri
C_{SC}	: Kısa kolonların taşıma gücü katsayısı
C_W	: Perdelerin taşıma gücü katsayısı
d	: Kirişin faydalı yüksekliği
D	: Kesit derinliği
D	: Düzensizlik puanı
E	: Bina kullanım amacı ve kapasitesini belirleyen puan
E_{cm}	: Mevcut beton elastisite modülü
E₀	: Ana yapısal performans indeksi
E_S	: Ana karşılaştırma indeksi
E_m/E_c	: P25 Yönteminde dolgu duvarların elastisite modülünün beton elastisite modülüne oranı
f_c	: P25 Yönteminde mevcut binanın Mpa cinsinden beton kalitesi
f_c	: Beton basınç dayanımı
f_{cd}	: Beton basınç dayanımı
f_{cm}	: Mevcut beton basınç dayanımı
f_{ctk}	: Beton karakteristik çekme dayanımı
f_{ctm}	: Mevcut beton çekme dayanımı
f_i(f₁, f₂ ...)	: P25 yönteminde yapısal düzensizlik katsayıları
F	: Yapısal olmayan faktörlerin puanı
F_{SC}	: Kısa kolon sünekliğine bağlı katsayı
F_W	: Perdenin süneklik indeksi
G	: Yerel Zemin katsayısı
h	: Betonarme elemanın boyu
h	: Kat yüksekliği
h_i	: P25 Yönteminde kritik kat yüksekliği
h_{i+1}	: P25 Yönteminde kritik katın bir üstündeki kat yüksekliği
h₀	: Taşıyıcı eleman net yüksekliği
h₀	: P25 Yönteminde bina yüksekliği ile ilgili düzeltme çarpanı
H	: P25 Yönteminde kritik kattan itibaren ölçülen bina toplam yüksekliği
I	: Bina önem katsayısı
I_b	: P25 Yönteminde kritik katta en çok tekrar eden kirişin atalet momenti
I_{Cx} ve I_{Cy}	: Kritik kat kolonlarının x ve y yönüne göre atalet momentleri toplamı

$I_{ef,x} - I_{ef,y}$	: P25 Yönteminde istenen doğrultuda dolgu duvarların atalet momentlerinin elastisite modülüne oranı ile çarpılarak, kolon ve perdelerin atalet momentleriyle toplamı
I_x, I_y	: P25 Yönteminde kritik kat kolonlarının ortalama boyutlarından elde edilen temsili kolonun atalet momenti
I_x	: P25 Yönteminde x doğrultusundaki efektif kat atalet momenti
I_y	: P25 Yönteminde y doğrultusundaki efektif kat atalet momenti
I_s	: Sismik performans indeksi
I_{sx} ve I_{sy}	: P25 Yönteminde kritik kat perdelerinin x ve y yönüne göre atalet momentleri toplamı
I_{so}	: Sismik Karşılaştırma İndisi
I_{wx} ve I_{wy}	: P25 Yönteminde kritik kat dolgu duvarlarının x ve y yönüne göre atalet momentleri toplamı
i	: Göz önüne alınan kat
L	: P25 Yönteminde dolgu duvar uzunluğu
m	: Kat adedi
MH	: Modüler sistemli yapılar
N	: Binanın zemin seviyesi üstündeki kat adedi
NSI	: Yapısal Olmayan İndeks Puanı
n	: Toplam kat adedi
n	: P25 Yönteminde hareketli yük çarpanı
O_i, OP_i	: Olumsuzluk parametre değeri
OP	: Olumlu parametre puanı
P	: P25 Yönteminde sonuç puanı
P_{min}	: P25 Yönteminde göçme riski puanları arasından seçilecek en küçük puan
P_w	: P25 Yönteminde ağırlıklı ortalama puanı
$PC1$	: Önüretimli yapılar
$PC2$	: Prefabrik yapılar
PI	: Öncelik İndeksi
PP	: Performans puanı
r_a	: P25 Yönteminde kritik kat ve bir üstündeki katın kolon, perde ve dolgu duvarlarının efektif alanları oranı
r_r	: P25 Yönteminde kritik kat ve bir üstündeki katın kolon, perde ve dolgu duvarlarının efektif atalet momentleri oranı
R	: Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
$RM1$	: Esnek diyaframlı donatılı yığma yapılar
$RM2$	: Rijit diyaframlı donatılı yığma yapılar
$S1$	: Çelik çerçevelerden oluşan yapılar
$S2$	: Çaprazlı çelik çerçevelerden oluşan yapılar
$S3$	: Hafif metal taşıyıcılı yapılar
$S4$	: Betonarme perde duvarlı ve çelik çerçeveli yapılar
$S5$	: Duvarları yığma olarak teşkil edilen çelik çerçeveli yapılar
SI	: Yapısal İndeks Puanı
SPI	: Yapısal ve yapısal olmayan indeks puanı
S_D	: Yapının fiziksel özelliklerine ve geometrisine göre belirlenen katsayı
S_{L1}	: Birinci aşama yapısal sonuç puanı
S_{L2}	: İkinci aşama yapısal sonuç puanı

t	: P25 Yönteminde topografik konum katsayısı
t	: P25 Yönteminde dolgu duvar kalınlığı
T	: Zamana bağlı etki katsayısı
T_a – T_b	: Spektrum karakteristik periyotları
TP	: Taban Puanı
U	: Yapı önem ve kullanım katsayısı
URM	: Donatısız yığma yapılar
V_{ci}	: Betonarme elemanın kesme kapasitesi
V_{code}	: Yönetmelik ile hesaplanan taban kesme kuvveti
V_c	: Beton kesme kapasitesi
V_y	: Akma taban kesme kuvveti
V_{yw}	: Duvarların bulunmayan akma taban kesme kuvveti
w	: Ağırlık katsayısı
W	: Göz önüne alınan kat üzerindeki bina ağırlığı
W	: Binanın, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı
W1	: Tek ya da daha çok kattan ve birimden oluşan ahşap iskeletli yapılar
W1A	: Çok kat ve birimden oluşan, her bir kat alanı 3000 feet ² (278.7 m ²)’den fazla olan ahşap iskeletli yapılar
W2	: Genellikle ticari ve ya endüstriyel amaçlı inşa edilen, her bir kat alanı 5000 feet ² (464.5 m ²)’den fazla olan ahşap iskeletli yapılar
WI	: Duvar indeksi
YSP	: Yapısal sistem puanı
Z	: Deprem bölge katsayısı
Z_a	: Maksimum yer ivmesi
Z_v	: Maksimum yer hızı
δ_x – δ_y	: x ve y doğrultularındaki deplasmanlar
δ/h	: Göreli kat öteleme oranı
Δ_x – Δ_y	: Göreli kat öteleme değeri
α	: P25 Yönteminde düzeltme çarpanı
β	: P25 Yönteminde düzeltme çarpanı

KISALTMALAR

ABYYHY'98	: Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
AIJ	: Architectural Institute of Japan
ATC 21	: Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards- Applied Technology Council
BAÇ	: Betonarme Çerçeve
BAÇP	: Betonarme Çerçeve-Perdeli
ÇTB	: Çok Tehlikeli Binalar
DÖB	: Düşük Öncelikli Binalar
DURTES	: Durum Tespit Yöntemi
FEMA 154	: Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards
FEMA P 154	: Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards
JBDPA	: Japan Building Disaster Prevention Association
OÖB	: Orta Öncelikli Binalar
NRRC	: National Research Council of Canada
RBTE 2019	: Riskli Bina Tespit Esasları 2019
TDY 2007	: Deprem Bölgelerinde Yapılan Binalar Hakkında Yönetmelik 2007 (Türk Deprem Yönetmeliği)
TBDY 2018	: Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018
USGS	: Science for a Changing World (ABD Jeoloji Araştırma Kurumu)
YASS	: Yeraltı Su Seviyesi
YDG	: Yeterli Deprem Güvenliği
YÖB	: Yüksek Öncelikli Binalar

ÖNSÖZ

Uzun soluklu, zor ama güzel, umut dolu bir yolculuktu yüksek lisans dönemim. Yoğun geçen her iş günümün akşamında amacıma ulaşabilmek için oturdum bilgisayarımın başına. Heveslerimi, başarıma umudumu işledim ilmek ilmek. Hayatım boyunca hiç yarım bırakmadım başladığım işleri, hiç başaramayıp pes etmedim ve vazgeçmedim hiç isteklerimden. İçimdeki azmin mimarı ailem... İlk teşekkürüm size, babam Aydın YAZAR, annem Asuman YAZAR ve kardeşim Gizem YAZAR'a saygı, minnet ve gururla. İkinci teşekkürüm eşim, meslektaşım Yiğit Nazım GÜLGEÇ'e. Kolay olmayan, stresli ve tezli günler için sevgiyle. İyi ki vardınız ve iyi ki yanımdaydınız.

Tecrübesi ve bilgisini benden hiç esirgemeyen sayın hocam Dr. Öğr. Üyesi Barış ÖZKUL, desteğiniz benim için çok önemliydi, teşekkür ederim.

Son olarak; beni yüksek lisansa teşvik eden sayın hocam Doç. Dr. Nuray GEDİK, emekleriniz için, teşekkür ederim.

Balıkesir,2019

Ezgi GÜLGEÇ

1. GİRİŞ

Ülkemiz, dünyadaki önemli deprem kuşaklarından birinin üzerinde bulunması sebebiyle, deprem gibi korkunç bir afet ile her an karşı karşıyayız. Bu nedenle, yaşam alanlarımızın depreme karşı güvenliği büyük önem taşımaktadır. Bu yıla kadar ülkemizde yapılacak binaların tasarım ilkeleri ‘DBYBHY 2007’ [1]’e göre belirlenmekteydi. Ancak, 01.01.2019 tarihinde ‘DBYBHY 2007’ yürürlükten kaldırılmış, yerine “Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği”[2] yürürlüğe girmiştir. Bina türü yapıların deprem etkisi altında tasarım esaslarında önemli değişiklikler yapılmıştır. Bu yönetmelik ilkeleri ile mevcut ve yeni yapılacak binaların depreme karşı dayanıklılıklarının artması ve olası bir depremde can ve mal kayıplarının önlenmesi hedeflenmiştir.

Ülkemizdeki mevcut yapı stoğunun en riskli kısmını, deprem yönetmeliğine ve TS-500 [3] kurallarına uyulmadan yapılmış betonarme yapılar ile yığma yapılar oluşturmaktadır. Bu yapıların yeterli deprem güvenliğine sahip olamamasındaki başlıca nedenler; yetersiz beton kalitesi, taşıyıcı elemanların hatalı yerleşimleri, optimumun altında kalan donatı miktarı, kötü işçilik ve projesine uygun olmayan imalatlardır. Olası depremler karşısında büyük can ve mal kaybının önlenmesi için, mevcut yapı stoğunun öncelik sırasıyla incelenmesi, gerekirse güçlendirmesi ya da yıkılıp yeniden yapılması gerekmektedir.

Yönetmeliğin mevcut binaların deprem performanslarının belirlenmesinde kullanılmasını önerdiği yöntemlerin uzun zaman alması ve büyük çaba gerektirmesi sebebiyle Hızlı Değerlendirme Yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemler sayesinde mevcut yapı stoğunun deprem performansı yaklaşık olarak hızlı bir şekilde tespit edilebilmektedir. Hızlı incelemelerdeki amaç, hangi binanın depreme karşı dayanıklı olduğunu, hangisinin olmadığını kesin olarak sınıflandırmak değil, nispeten diğerlerine göre dayanıklı olan binaları ayıklamak ve toptan göçme riski taşıyan binalara detaylı analizde öncelik oluşturmaktır.

1.1 Çalışmanın Amacı

Mevcut yapıların, deprem esnasında toptan göçme ihtimalinin olup olmadığının tespiti için, hızlı değerlendirme yöntemlerinin önemi her geçen gün daha da artmaktadır. Çünkü yeni yürürlüğe giren “Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği”nin mevcut yapıların deprem performansının belirlenmesine ilişkin verdiği hesap esasları oldukça zaman alıcıdır. Hızlı değerlendirme yöntemlerinin zaman ve maliyet açısından avantajlı olduğu bir gerçektir. Ancak, güvenilirlik konusunda oluşabilecek belirsizliklerin ortadan kaldırılması gerekmektedir. Bu çalışma kapsamında ayrıntılı deprem performansı incelemesi yapılmış bir binanın dört adet hızlı değerlendirme yöntemi ile deprem performansı araştırılmıştır. Bu yöntemlerin sonuçları karşılaştırılarak, ayrıntılı inceleme neticesine elde edilen sonuçlara yakın değerleri veren yöntemler belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca birbirleri arasındaki benzer ve farklı yanların tespit edilmesi hedeflenmiştir.

1.2 Çalışmanın Kapsamı

Hızlı değerlendirme yöntemlerinden ‘P25 Yöntemi’, ‘Kanada Sismik Tarama Yöntemi’, ‘FEMA 154 Yöntemi’ ve ‘Japon Sismik İndeks Yöntemi’ ile mevcut bir okul binasının deprem performansı incelenmiştir. Balıkesir Üniversitesi Meslek Yüksek Okulu D Blok binası, daha önceden mevcut yönetmelik ilkeleri doğrultusunda ayrıntılı deprem performansı araştırılmış ve deprem güvenliğinin riskli olduğu tespit edilmiştir. Riskli olduğu bilinen bu bina, hızlı değerlendirme yöntemleri ile incelenerek sonuçları birbiri ile karşılaştırılmıştır. Yöntemlerin uygulama kolaylığı ve süresi, güvenilirliği, materyal çeşitliliği ve kullanılan parametre sayısına göre puanlaması yapılmıştır. Bu puanlamaya göre yöntemlerin öncelik sırası önerisinde bulunulmuştur.

1.3 Literatür Taraması

“Betonarme Yapıların Deprem Güvenliğinin Hızlı Değerlendirilmesi ve Balıkesir Uygulaması” adlı yüksek lisans tezinde; ‘P25 Hızlı Değerlendirme Yöntemi’ ile Balıkesir ilinde bulunan 50 adet yapının deprem performansları

araştırılmıştır. Ayrıca çalışma yapılan binalar arasında yer alan birbirinden farklı özelliklere ve imalat tarihlerine sahip 15 adet yapının TDY 2007'ye göre deprem performansları irdelenmiş ve P25 yöntemi sonuçları ile karşılaştırması yapılmıştır. Sonuç olarak P25 Yönteminin yaklaşık olarak sağlıklı sonuçlar verdiği tespit edilmiş ve çeşitli öneriler de bulunulmuştur [4].

“Hızlı Durum Tespit (DURTES) Yöntemi ve Bilgisayar Programının Geliştirilmesi” isimli yüksek lisans çalışmasında DURTES yöntemine hız kazandırmak amacıyla, mevcut yazılıma ek geliştirilen yazılımda, araziden alınan verilerin bilgisayara aktarımında zaman kaybını en aza indirecek şekilde tasarlandığı ifade edilmiştir. Bu yazılım ile farklı yazılım programları(MS Word,MS Excel, AutoCAD) ile etkileşim kurularak bina bilgi girişleri, raporlamaları ve çizimleri hızlı bir şekilde üretilmesi hedeflenmiştir ve kısa sürede sonuca ulaşıldığı ifade edilmiştir [5].

“Betonarme Yapıların Deprem Güvenilirliklerinin Hızlı Değerlendirme Yöntemleri ile Karşılaştırılması” isimli yüksek lisans tezinde; 6 katlı mevcut yapının ‘Kanada Sismik Tarama Yöntemi’, ‘Japon Sismik İndeksi Yöntemi’, ‘P25 Puanlama Yöntemi’, ‘Kolon ve Duvar İndeksleri Yöntemi’ ve ‘Kapasite İndeksi Yöntemi’ ile deprem performansı incelenmiştir. Tüm yöntemler ile yapılan performans değerlendirmelerinde yapının deprem güvenliğinin yetersiz olduğu belirlenmiştir [6].

“Düzce Depreminde Yıkılmış 6 Katlı Betonarme Binanın Farklı Yöntemlerle Değerlendirilmesi” adlı yüksek lisans tezinde; 1999 Düzce depreminde yıkılan 6 katlı betonarme binanın TDY 2007 - 7.Bölümdeki doğrusal elastik hesap yöntemi, Riskli Bina Tespit Esasları ve P25 Yöntemleri ile karşılaştırma yapılmıştır. İncelenen binanın hangi yöntem ile gerçek deprem performansına yakın sonuçlar elde ettiği hususunda bilgiler elde edilmiştir. Yapılan hesaplamalarda beton dayanımı ve etriye sıklıklarının günümüz yönetmelik koşullarına uygun şekilde teşkil edilmiş olsa idi elde edilen sonuçların değiştiği ve depremten sonra binanın az hasar almış olabileceğini ifade edilmiştir [7].

“Betonarme Yapıların Göçme Risklerinin Belirlenmesinde Kullanılan Hızlı Yöntemlerin Karşılaştırılması” adlı yüksek lisans tezinde; 30 adet mevcut yapının performanslarının ‘Kanada Sismik Tarama Yöntemi’, ‘P25 Puanlama Yöntemi’,

'TDY-2007 Doğrusal Elastik Hesap Yöntemi', ve Riskli Yapıların saptaması için yayımlanan esaslar (RYTEİE-2013), ile değerlendirmiştir. Yapılan inceleme sonuçları ile yeni geliştirilen bir hızlı değerlendirme yöntemi karşılaştırılmış ve bu yönteminde diğerleri ile oldukça yakın sonuçlara ulaştığı görülmüştür [8].

“Mevcut Binalarda Hızlı Değerlendirme ve Ayrıntılı İnceleme Yöntemleri ile Belirlenen Deprem Performanslarının Değerlendirilmesi” adlı yüksek lisans tezinde; 95 adet mevcut yapının deprem performansları ayrıntılı(TDY-2007, Park & Ang, PI) ve hızlı değerlendirme (P25, RBTE) yöntemleri ile değerlendirilmiştir. Yapılan inceleme ile ayrıntılı yöntemler ile hızlı değerlendirme yöntemlerinin sonuçlarının birbirinden farklı olduğu ifade edilmiştir. Ancak, kat sayısının artması sonucunda tüm yöntem sonuçlarının daha riskli hale dönmesi benzer yanlarının da olduğu sonucuna varılmıştır [9].

“FEMA 154 Hızlı Görsel Tarama, Kanada Sismik Tarama ve Japon Sismik İndeks Yöntemlerinin Karşılaştırmalı Değerlendirmesi ve Uygulaması” adlı yüksek lisans tezinde; 3 farklı bloktan oluşan bir ilkokul binası üzerinde ‘Kanada Sismik Tarama Yöntemi’, 'Japon Sismik İndeks Yöntemi' ve 'FEMA 154 Hızlı Görsel Tarama Yöntemi' ile deprem performansları karşılaştırılmıştır. Yapılan inceleme ile pek çok bakımdan 'Kanada Sismik Tarama Yöntemi' nin, Türkiye'deki değerlendirmelerde hızlı ve güvenilir bir şekilde kullanılabileceği sonucuna varıldığı ifade edilmiştir [10].

“Mevcut Betonarme Konut Tipi Binaların Deprem Performanslarının Hızlı Değerlendirme Metotları ile İncelenmesi ve P25 Metodunun Geliştirilmesi” adlı yüksek lisans tezinde; 63 adet mevcut binanın deprem performansları “P25 Puanlama Yöntemi” ile, seçilmiş 1 adet yapı da Japon Sismik İndeks Yöntemi', “Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar(RYTEİE-2013)', ve P25-V-ÖZKA ile değerlendirilmiştir. Ayrıca P25 yöntemine yapının deprem yükleri etkisi altındaki deplasmanları da entegre edilerek P25-V-ÖZKA versiyonu geliştirilmeye çalışılmıştır. Sonuç olarak bu yöntemlerin karşılaştırmalarının sunulduğu ve P25.V-ÖZKA Versiyonu ile yapılan çözümlerde P25 Yönteminde yer alan “belirsiz bölge”nin ortadan kaldırılarak daha açık bir sonuç elde edildiği görülmüştür [11].

“2007 ve 2018 Deprem Yönetmeliklerinin Kırklareli İli Özelinde Değerlendirilmesi” isimli araştırmada; Kırklareli ili şehir merkezinde bulunan iki farklı zemin sınıfı için Yatay Elastik Tasarım Spektrumlar elde edilmiş, bu spektrumlar DBYBHY2007 de yer alan Elastik Tasarım Spektrumları ile karşılaştırılmıştır. Kırklareli’nde bulunan için 4 katlıdan oluşan binanın deprem analizi iki farklı zemin sınıfları seçilerek ETABS programından yardım alarak yapılmış, analizlerin her iki yönetmelik için karşılaştırılması yapıp, yeni yönetmelik ile deprem tehlikesinin daha gerçekçi olarak ortaya konulduğu kanısına varılmıştır [12].

“Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine (TBDY2019) Göre Afyonkarahisar İçin Deprem Yüklerinin Değerlendirilmesi” isimli araştırma makalesinde; TBDY2019 esasları ve DBYBHY2007 esaslarına göre eşdeğer deprem yükleri hesaplanmış ve karşılaştırılması yapılmıştır. Hesaplamalarda 5 ve 10 katlı referans betonarme çerçeve modelleri kullanılmıştır. Araştırma sonucunda her iki çerçeve modeli için TBDY2019'a göre hesabı yapılan eşdeğer deprem yüklerinin DBYBHY2007'e göre azaldığı sonucuna varılmıştır [13].

“Betonarme Binaların Göçme Riskinin Hızlı Değerlendirme Yöntemleri ile Belirlenmesi: P25 Puanlama Yöntemi” adlı yüksek lisans tezi çalışmasında; geliştirilmekte olan P25 Puanlama Yöntemi detaylı şekilde irdelenmiştir. Mevcut 26 adet betonarme bina ‘P25 Puanlama Yöntemi’ ile incelenmiştir. İncelenen binalar arasından iki tanesi ‘2007 Türk Deprem Yönetmeliği’nde verilen ‘Doğrusal Elastik Yöntem’ ile çözümlenmiştir. Sonuç olarak deprem yönetmeliği ile yapılan performansların P25 Puanlama Yöntemi ile yakın sonuçlar verdiği ancak amprik formüller için daha fazla bina incelenmesi gerektiği belirtilmiştir [14].

“Hızlı Değerlendirme Yöntemlerinde Kullanılan Parametrelerin Yapı Performansı Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi” isimli tez çalışmasında; hazırlanan modellere yapı performanslarının yapı düzensizliklerinden olan yumuşak kat, kısa kolon, enine donatı miktarı ve kapalı çıkma gibi parametreler ile bu parametrelerin yapıdaki etkisini değerlendirmek için nonlinear statik analiz ve zaman tanım alanında elastik analizler yapılmıştır. Söz konusu çalışmada bahsedilen düzensizliklerin deplasman ve enerji sönüm kapasitesi üzerinde çok büyük öneme sahip olduğu tespit edilmiştir [15].

“Bitlis İlindeki Betonarme Binaların P25 Hızlı Tarama Yöntemi ile Değerlendirilmesi” isimli araştırma makalesinde; Bitlis ilinde P25 Yöntemi ile 94 adet betonarme yapının deprem puanı incelenmiştir. Mevcut yapı stoğunda 4 ve üzeri kat adedine sahip yapıların yaklaşık yüzde yetmişinin detaylı olarak incelenmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Güçlendirilerek kurtarılabilecek yapıların gerekli mühendislik çalışması yapılarak hazırlanan projeler ile güçlendirilmesi önerisinde bulunulmuştur [16].

“Mevcut Bir Yığma Yapının Farklı Değerlendirme Yöntemleri ile Değerlendirilmesi” isimli araştırma makalesinde; Diyarbakır'ın Sur ilçesinde yığma tarzda yapılmış tarihi bir yapı, iki farklı hızlı değerlendirme yöntemi ile değerlendirilmiştir. Kullanılan iki yöntemde de sağlıklı sonuçlara ulaşılmış ve amacına hizmet ettiği ifade edilmiştir [17].

“Deprem Etkisinde Betonarme Binaların Göçme Riskinin Saptanması için Hızlı Değerlendirme Yöntemleri” adlı çalışmada 1999 Kocaeli depreminde orta hasar almış mevcut bir binanın ‘Kapasite-Talep Oranı Yöntemi’, ‘Japon Sismik İndeks Yöntemi’, ‘Kanada Sismik Tarama Yöntemi’ ve ‘P25 Yöntem’leri ile değerlendirilmiş ve karşılaştırılması yapılmıştır. Depremde orta hasar almış olan söz konusu mevcut yapının hızlı değerlendirme yöntemleri ile değerlendirmesi sonucunda da benzer sonuçlara varılmıştır. Sonuç olarak ‘Kapasite-Talep Oranı Yöntemi’ en kısa sürede en doğru sonuçları veren yöntem olduğu ifade edilmiş, ‘Kanada Sismik Tarama Yöntemi’ nin ise hızlı ancak daha güvensiz tarafta kalacak şekilde sonuç verdiği için deprem riski bakımından sınıflandırmaya yönelik bir yöntem olduğu ifade edilmiştir [18].

“Muş İli Yapı Stoğunun Kanada Sismik Tarama Yöntemi ile İncelenmesi ve Bölgenin Depremselliği” isimli araştırma makalesinde; Muş şehiri kapsamında 200 tane betonarme tarzda yapılmış bina, Kanada Sismik Yöntemi ile değerlendirmeye alınmıştır. Değerlendirme sonucunda yapıların %47'sinin yüksek risk sınıfında olduğu ve ayrıca genel olarak yapılan incelemelerde zemin katlarının iş yeri olarak tasarlanması sebebiyle yumuşak kat oluşabileceği ihtimali ifade edilmiştir. P25 Yöntemi ile 94 adet betonarme yapının deprem puanı incelenmiştir [19].

“Hızlı Değerlendirme ve Ayrıntılı İnceleme Yöntemleri ile Betonarme Yapılarının Hasar Durumlarının İncelenmesi” isimli araştırma makalesinde; Manisa bölgesinde 24 farklı betonarme yapı 4 farklı hızlı değerlendirme yöntemi ile değerlendirilmiş ve yöntemler birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda ise bu 4 yöntemin birbirine benzer sonuçlar verdiği ifade edilmiştir [20].

“Mevcut Yapıların Değerlendirmesinde Bir Tarama Yöntemi” isimli çalışmada; ‘Japon Sismik Yöntemi’nin birinci ve ikinci aşamasının derlenmesi ile ülkemiz şartlarına ve yönetmeliklerine göre oluşturulan ‘Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi’ sunulmuştur. Bu yöntemin altı kat ya da daha az kattan oluşan bina türündeki yapılarda kullanılabilen hızlı bir tarama yöntemi olduğu ifade edilmiştir. Yapılan incelemelerde itme analizi ile söz konusu yöntem karşılaştırması yapılmıştır. Yöntemin sağlıklı bir yol gösterici olduğu ancak bazı parametrelerin araştırmalarına devam edilmekte olduğu ifade edilmiştir [21].

“Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar ile Birinci ve İkinci Aşama Değerlendirme Yöntemlerinin Karşılaştırılması” isimli tez çalışmasında; Niğde ilinde belirli bir alandaki tüm yapılara hızlı tarama yöntemi uygulanmış, tarama sonuçlarına göre de 60 adet yapı seçilmiş ve bu yapılar RYTE ile birinci ve ikinci aşama değerlendirme yöntemlerinin karşılaştırması yapılmıştır. Tezin kapsamı sonucunda bir akış şeması ile özetlenmiştir. Betonarme yapılar için Yöntem-1, yığma yapılar için ise Yöntem-VI daha uygun olduğu önerisinde bulunulmuştur [22].

“Farklı Değişkenler Kullanılarak Yapı Performans Puanının Hesaplanması” isimli araştırma makalesinde; Mevcut beş katlı bir betonarme yapıyı riskli yapıların tespit edilmesine ilişkin esaslar kısmında yer alan birinci aşama değerlendirme yöntemi kullanılarak hesaplama yapılmıştır. Bu hesaplamada zemin sınıfı, taşıyıcı sistem türü, ve yapı kalitesi gibi parametreler değişken olarak seçilmiş ve bina performansı hesaplanmıştır. Çalışmanın sonucunda ise hesap puanlarının karşılaştırmasının ve değişken parametrelerin yapı performansına etkileri yorumlanmıştır [23].

“Betonarme Binaların Göçme Riskinin Belirlenmesi için P25 Hızlı Değerlendirme Yöntemi” isimli çalışmada; mevcut yapının projesi veya rölövesi üzerinde gözlemler ile bazı sayısal ölçümler ve hesaplamalar yapılmıştır. Elde edilen

değerler neticesinde göçme ihtimali yüksek binalar hızla belirlenerek P25 Puanlama Yönteminin ayrıntıları ifade edilmiştir. Yöntem daha önceki depremlerde hafif, orta ve ağır hasar almış yada göçmüş 311 adet binaya uygulanarak kalibre edilmiş ve sonuç olarak P25 Puanlama Yöntemi göçmeye aday binaları büyük bir doğruluk payı ile ortaya koyduğu ifade edilmiştir. Çalışmada ayrıca, yöntemde önerilen ayrıntılı inceleme bandının genişliği ve maliyete etkisi de irdelenmiştir [24].

“Doğu ve Batı Avrupa Kentlerinde Değişik Tip Binaların Deprem Riskinin Hızlı Değerlendirmesinin Üzerine Bir Deneyim” isimli çalışmada; Kanada Sismik Yöntemi ile seçilen tipik iki adet yapıya bu yöntemin uygulaması yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda ise Türkiye’de deprem risk önceliklerinin gerçekçi olarak belirlenmesinde kullanılabileceği ve en olumsuz yapısal düzensizliğin, yumuşak kat olduğu ifade edilmiştir. Bu metot ile binaların deprem riski bakımından sınıflandırılabilceği, binaların gerçek deprem güvenliklerini yönetmelik ilkeleri doğrultusunda kapsamlı bir şekilde incelenmesi ile ortaya konulabileceği ifade edilmiştir [26].

“Kentsel Yapı Stoklarında Deprem Risklerinin Sokaktan Tarama Yöntemi ile Belirlenmesi” isimli çalışmada; Sokak Tarama Yöntemi ile 454 adet yapı için risk değerlendirmesi yapılmıştır. İstanbul Belediyesi’nin Zeytinburnu, Fatih ve Küçükçekmece ilçelerinin deprem risklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen projede bu metodun “birinci kademe değerlendirme yöntemi” olarak kullanıldığı ifade edilmiş ve örnek olarak Fatih İlçesi için elde edilen sonuçlar verilmiştir [27].

“Binaların Deprem Performanslarının Belirlenmesinde Japon Sismik İndeks Yöntemi ile Doğrusal Olmayan Artımsal İtme Analizi Sonuçlarının Karşılaştırılması” isimli Yüksek lisans tezinde; Mevcut iki adet betonarme okul binasının Japon Sismik İndeks Yönteminin birinci ve ikinci aşamasına göre ve aynı zamanda DBYBHY 2007’ye göre doğrusal olmayan hesap yöntemlerinden artımsal itme analizi de kullanılarak yapıların sismik performansı değerlendirilmiştir. Ülkemizde 1. aşama değerlendirmesinin doğrudan, 2. aşama değerlendirilmesinin ise, beton modifikasyon katsayısıyla düzenlenmesiyle hangi binanın daha dayanıklı olduğunu belirlemede kullanılabileceği sonucuna varılmıştır [28].

“Olası Bir Depremde 'Sıfır' Can Kaybı Projesi” isimli makalede; asıl hedefin olası bir depremde göçme riski taşıyan binaların tespiti olduğu ifade edilmiştir. Bu projenin hayata geçirilmesi için gerekli olan, teknik ekip ve finansman kısmı detaylarıyla verilmiş, sonucunda da “bu projenin hayata geçirilmesiyle olası bir depremde can kaybı yaşanmayacak” denilebileceği ifade edilmiştir [29].

“Düzce Depreminde Yıkılmış Binaların P25 ve Deprem Güvenliği Tarama Yöntemleri ile Değerlendirilmesi” isimli Yüksek lisans tezinde; 7 adet betonarme binanın P25 Yöntemi ve Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi(DGTY) ile deprem güvenliği ön değerlendirmesi yapılmış ve sonuçları yorumlanmıştır. Yapılardan bir tanesinin DBYBHY 2007 Eşdeğer Deprem Yüğü ve Doğrusal Elastik Hesap Yöntemi ile de performans değerlendirmesi yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda P25 ve DGTY Yöntemlerinin gerçekçi sonuçlar verdiği ifade edilmiş ve İstanbul gibi büyük şehirlerde daha hızlı değerlendirme yapılabilmesi açısından P25 Yönteminin kullanılması, geliştirilmesi, önerisinde bulunulmuştur [30].

“Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi ve Bir Uygulama” isimli Yüksek lisans tezinde; Mevcut bir adet betonarme binanın DGTY ile deprem riski değerlendirmesi yapılmıştır. Yöntem detayları ile açıklanmıştır. Çalışmanın sonucunda ise, DGTY'nin DBYBHY 2007 ve RBTE 2013 e göre daha hızlı bir değerlendirme yöntemi olduğu ve yaklaşık sonuçlar verdiği ifade edilmiştir [31].

“Mevcut Betonarme Yapıların İtme Analizi ile Hesabı ve Japon Sismik İndeks Yöntemi ile Karşılaştırılması” adlı yüksek lisans tezinde; üç farklı betonarme binanın itme analizi ve ‘Japon Sismik İndeks Yöntemi’ uygulanarak karşılaştırılması yapılmıştır. Çeşitli yükleme ve eleman boyutlandırılması yapıp, depremli ve depremsiz projelendirmesi ile taban kesme kuvvetleri ile ilişkileri incelemiştir. Sonuç olarak Japon Sismik İndeks Yöntemi’nin amacının; yapının depreme dayanıklılığını tespit etmek yerine, mevcut durumu ile binanın kullanılıp kullanılmayacağı veya ayrıntılı inceleme gerekliliğini belirlemek için sunulan bir yöntem olduğu ifade edilmiştir [34].

“İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Yerleşkesi Hızlı Durum Tespit Çalışması” isimli çalışmada; hastane olarak hizmet veren 57 adet yapının Hızlı Durum Tespit Yöntemi(DURTES) ile deprem etkileri açısından risk analizi yapılmıştır. Üç

aşamadan oluşan bu çalışmanın ilk aşamasında saha verileri toplandığı, ikinci aşamada yapıların yapısal karakteristiklerinin belirlendiği, üçüncü aşamada ise toplanan verilerin DURTES yönteminin algoritmasını kullanan yazılıma girilerek risk analizlerinin tamamlandığı ifade edilmiştir. Sonucunda ise, 57 adet binanın risk seviyeleri tespit edilmiştir [36].

“Bakırköy Özelinde, Türkiye Genelinde Yapı Durum Tespiti için Bir Algoritma” isimli çalışmada; Bakırköy ilçesinde bulunan yapı stokunun deprem riski açısından değerlendirilmesi için DURTES adlı bir bilgisayar programı kullanılmıştır. Yapılan anketler sonucu ulaşılan bilgiler ile yapının taban kesme kuvveti hesaplanmaktadır. Mevcut yapıların durumlarına ve yük taşıma kapasitelerine göre puanlanmakta ve puanlar raporlar ile data dosyalarına aktarılmakta, böylece istenilen yapılara belirli gruptandırma işlemi yapılmış olmaktadır. Bu çalışmada Bakırköy için söz konusu yöntemi uygulamak ve geliştirebilme aynı zamanda fikir alış verişi yapma amacı güdülmüştür [37].

“Hasarlı Bir Betonarme Binanın Performans Puanın Hesaplanması” adlı makalede; 2011 yılında, Van depreminde tamamen yıkılmış bir ilköğretim okulu örnek bina olarak seçilmiş ve Kanada Sismik Tarama, Japon Sismik İndeksi ve P25 Hızlı Değerlendirme Yöntemleri ile değerlendirme yapılmıştır. Bu çalışmanın amacının, hızlı değerlendirme yöntemlerinin uygulanabilirliğinin ortaya konulması olduğu ifade edilmiştir. Üç yöntem ile de yapının deprem güvenliğinin yeterli düzeyde olmadığı sonucuna varılmıştır [40].

“Deprem Etkisindeki Betonarme Binaların Göçme Riskinin Hızlı Değerlendirme Yöntemleri ile Belirlenmesi” isimli yüksek lisans tezinde; ampirik ve analitik yaklaşımlar açıklanmıştır. P24 Puanlama Yöntemi ve analitik yöntemler ile 23 adet mevcut betonarme bina incelenmiştir. Uygulanan yöntemler gerçekte depremlere maruz kalmış binalar ile doğrulanmıştır. Göreli kat öteleme değerleri ile uyumluluğu gözlenmiştir. Kullanılan yöntemdeki parametrelerin daha fazla örnek bina ile denenmesi ve geliştirilmesi gerektiği şeklinde öneride bulunulmuştur [41].

2. HIZLI DEĞERLENDİRME METOTLARI

Ülkemizde ve dünyada son yıllarda gerçekleşen depremlerde oluşan hasar ve yıkımlar ile birlikte çok sayıda can ve mal kaybı ortaya çıkmıştır. Bu nedenle binaların depreme karşı güvenli olup olmadığının tespit edilmesi bir gereklilik haline gelmiştir. Mevcut yapı stoğunun çok büyük ve geniş alanda olması, ekonomik nedenler, zaman ve donanım yetersizlikleri nedeniyle mevcut nonlinear yöntemler kullanılarak deprem performanslarının değerlendirilmesi mümkün değildir. Bu nedenle olası bir deprem esnasında yapıların, gösterecekleri davranışların önceden tespit edilebilmesi, çok ayrıntılı bilgiye ihtiyaç duymadan hızlı ve pratik biçimde yapının deprem performansını belirleyecek metotlara gereksinim duyulması sebebi ile hızlı değerlendirme yöntemleri geliştirilmiştir.

Hızlı değerlendirme yöntemleri ilk olarak Japonya'da 1968 Tokachi-oki depreminden sonra kullanılmaya başlanmıştır. Bu depremde çoğu betonarme bina ciddi ölçüde hasar görmüş olup, 1968 yılında Shiga, Shibata ve Takahashi tarafından yapılan çalışmada, bu depremde elde edilen veriler kullanılarak kolon- duvar indeksine dayalı SST adlı bir hızlı tarama yöntemi geliştirilmiştir [26].

O tarihlerden günümüze, hem yabancı hem de yerli araştırmacılar tarafından hızlı değerlendirme yaklaşımı için çeşitli yöntemler geliştirilmiş ve halen de bu yaklaşımlar ile ilgili çalışmalar sürdürülmektedir. Başlıca Hızlı Değerlendirme Yöntemleri;

1. Kanada Sismik Tarama Yöntemi
2. Japon Sismik İndeks Yöntemi
3. Kapasite İndeks Yöntemi
4. Hızlı Durum Tespit Yöntemi
5. P25 Hızlı Değerlendirme Yöntemi

6. Kolon ve Duvar İndeksleri Yöntemi
7. ATC-21- FEMA-154 Hızlı Davranış Değerlendirme Yöntemi
8. Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi

2.1 Kanada Sismik Tarama Yöntemi

Bu yöntem, 1993 yılında Kanada Ulusal Araştırma Birliği [50] tarafından yayımlanan ilkeler ışığında önerilmiş bir yöntemdir. Bina tipi yapıların deprem riskinin belirlenmesindeki ilk aşama, bina ile ilgili olabildiğince bilgi toplanmasıdır. Elde edilen bu bilgiler sayısal parametrelere dönüştürülmektedir. Binanın adresi, kat sayısı, toplam bina kullanım alanı, yapımda kullanılan taşıyıcı sistemin malzemesi (betonarme, çelik vb.), taşıyıcı sisteme yapılan müdahale, bozulmalar, bölgenin depremselliği, zemin sınıfı, binayı kullanan insan sayısı, gibi parametrelere değer verilerek çeşitli indeksler belirlenmiştir.

Bina ile ilgili gerekli incelemeler tamamlandıktan sonra elde edilen sayısal verilerin değerlendirilmesi yapılmaktadır. Öncelikli olarak, hesaplanan indekse göre sıralama yapılmaktadır. İndeksin yüksek olması, önceliğin yüksek olduğu anlamına gelmektedir. Yapılan hesaplamalar sonucunda sayısallaştırılan parametrelere göre yapısal indeks (SI), yapısal olmayan indeks (NSI), yapısal ve yapısal olmayan indeksin toplamına (SPI) olmak üzere üç indeks belirlenmektedir. Öncelik sıralamasında üç indeksten biri kullanılabilmesi gibi binanın ve bölgelerin depremselliği dikkate alınarak yalnızca biri de seçilebilir [20].

SI ya da NSI	1.0~2.0	Yeterli deprem güvenliği (YDG)
SPI	<10	Düşük öncelikli binalar (DÖB)
SPI	10~20	Orta öncelikli binalar (OÖB)
SPI	>20	Yüksek öncelikli binalar (YÖB)
SPI	>30	Çok tehlikeli binalar (ÇTB)

2.2 Japon Sismik İndeks Yöntemi

Japon Sismik İndeks metodu, üç aşamalı bir değerlendirme süreci bulunan bir hızlı değerlendirme yöntemidir. Kullanıcı tercihinine bağlı olarak, yöntemde ilk aşama uygulanarak, yapının deprem performansı en kaba şekli ile belirlenebilmektedir. İlk iki aşamanın uygulaması ile nispeten daha kapsamlı bir değerlendirme yapılabilmektedir. Her üç aşamanın uygulaması ile, hızlı değerlendirme kapsamında bu metod ile yapılabilecek en ayrıntılı deprem performansı değerlendirmesi yapılmış olur.

Betonarme çerçeve, perde-çerçeve veya sadece perdelerden oluşan taşıyıcı sisteme sahip ve kat sayısı altıdan daha az olan bina türü yapılara uygulanabilen Japon Sismik İndeks Yöntemi, söz konusu türlerdeki binaların deprem güvenliğini hızlı şekilde tahmin edilmesi amacı ile kullanılmaktadır. Bu metotta, her kat için I_S ; sismik performans indeksi ile I_{SO} karşılaştırma indeksi tanımlanmakta ve bu iki indeks karşılaştırılarak yapının deprem önceliği hesaplanmaktadır. Eğer $I_S > I_{SO}$ olursa yapı deprem güvenliği yeterlidir ancak $I_S < I_{SO}$ ise yapının deprem güvenliğinin belirsiz olduğu yani detaylı incelemeye tabi tutulması gerekir sonucu ortaya çıkmaktadır.

Yapıda bulunan herhangi bir kat için sismik performans değeri (I_{SO}):

$$I_S = E_O \times S_D \times T \quad (2.1)$$

$$I_{SO} = E_S \times Z \times G \times U \quad (2.2)$$

Bu denklemde E_O ana yapısal performans indeksi, S_D incelenen binanın fiziksel özelliklerine ve şekline göre belirlenen katsayıdır. T ise zamanla yapıda oluşan değişiklikleri belirten katsayıdır.

Burada, E_S sismik taban indeksi; Z deprem bölgesi katsayısı; G yerel zemin koşulları ve U ise yapının önem katsayısı olarak tarif edilmektedir. Sismik Karşılaştırma İndeksi (I_{SO}) aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmaktadır. [40].

2.3 Kapasite İndeks Yöntemi

Deprem etkisi ile altında binada oluşan taşıma kapasitelerini incelemek ve gerekirse kapasitesini arttırmak için kullanılan yöntemlerden biridir. Bu yöntem, az katlı ve orta yükseklikte yapılar için önerilmektedir. Her bir elemanın salt beton tarafından karşılanabilecek kesme kapasitesi aşağıdaki denklem ile hesaplanır:

$$V_{ci} = c \cdot a \cdot f_{ctk} \cdot b_w \cdot h \quad (2.3)$$

Burada;

- V_{ci} : Dikdörtgen kesitli betonarme elemanın kesme kapasitesi,
- c : Elemanların doğrultusuna ait bir katsayı (enine çalışan kolonlarda 1/3, boyuna çalışan elemanlarda 2/3),
- a : Dayanım azaltma faktörü ile çekme dayanımı etkisinde kesme dayanımı ilişkisinin ortak etkisini göz önüne alan bir katsayı (TS-500'de[3] 0,65'dir [24]),
- b_w : Söz konusu eleman boyutu,
- h : Söz konusu eleman boyutu
- f_{ctk} : Betonun karakteristik çekme dayanımıdır.

Ayrı ayrı hesaplanan eleman kesme kapasiteleri her iki doğrultuda ayrı ayrı toplandığında V_c , toplam kesme kapasitesi hesaplanabilir. Betonun çekme dayanımı (f_{ctk}), basınç dayanımı ile ilişkilidir. Tablo 2.1'da Ülkemizde bulunan yapılara ait beton dayanım değerleri sunulmuştur [6].

Tablo 2.1: Beton kalitesine göre tavsiye edilen beton dayanımları.

Gözle kontrole dayalı beton kalitesi	Tavsiye edilen basınç dayanımı (MPa)
Zayıf	< 10
Orta	10–16
İyi	> 16

Katın toplam beton kesme kapasitesinin, akma taban kesme kapasitesine oranı Denklem 2.4 yardımı ile hesaplanır. Denklemde verilen ifade, FEMA 273'e göre elde edilmiş tepe deplasman -taban kesme kuvveti ilişkisinin, yapı kat sayısına bağlı bir fonksiyonudur. Bu denklem ile yapılan hesaplamalar dolgu duvarı olmayan yapılar için geçerlidir ancak, dolgu duvarların kesit alanları ve yapının toplam zemin alanını kullanarak normalize edilmekte ve akma taban kesme kuvveti bu değerle büyütülmektedir.

$$V_y = \frac{V_c}{0.95 \cdot e^{0.125n}} \quad (2.4)$$

$$V_{yw} = V_y \left(46 \frac{A_w}{A_{tf}} + 1 \right) \quad (2.5)$$

Burada;

- V_y : Akma taban kesme kuvveti
- V_c : Kata ait toplam beton kesme kapasitesi
- n : Yapının kat sayısıdır.
- V_{yw} : Duvarsız akma taban kesme kuvveti,
- A_w : Dolgu duvarların alanı,
- A_{tf} : Yapının toplam zemin alanıdır

Denklem 2.5, dolgu duvarlı ve dolgu duvarsız binaların analizleri kullanılarak elde edilmiştir. Analiz yapılırken, duvarlar çubuk eleman olarak modellenmiştir. Açıklık barındıran dolgu duvarların, yapının yatay yük kapasitesine katkısı, şayet açıklık dolgu duvarın %40'ını oluşturuyorsa, ihmal edilebilecek düzeylere inmektedir. Yöntemde, yalnızca açıklık barındırmayan duvarlar göz önüne alınmıştır.

Denklemler (2.3-2.5) yardımıyla elde edilen yaklaşık akma taban kesme kuvveti değeri kullanılarak temel kapasite indeksi hesaplanmaktadır (Denklem 2.6). İfadedeki V_{code} , yönetmeliğe göre hesaplanan taban kesme kuvvetidir. Bu ifade literatürde akma-dayanım oranı olarak da kullanılmaktadır[6]. Denklem 2.6 kullanılarak, yönetmelik koşullarına uygun tasarlanmış ve yapılmış bir mevcut yapının, kapasite değerlendirmesi yapılabilir. Ancak bu denklem kullanıldığında, mimari açıdan olumsuzluk yaratan durumlar ya da hatalı işçilik uygulamaları sonucu doğacak kötü sonuçlar, kapasite değerlendirmesine dahil edilmemiş olmaktadır. Bu

olumsuzlukları da değerlendirmeye almak, performansa olan etkilerini görmek için denklem (2.7)'deki ifade oluşturulmuştur.

$$BCPI = \frac{V_{yw}}{V_{code}} \quad (2.6)$$

$$CPI = C_a \times C_m \times BCPI \quad (2.7)$$

C_a ve C_m katsayıları, incelenen yapının genel kalitesini, karakteristik değerlerini ve mimari proje özelliklerini ifade etmektedir. C_a , Denklem 2.8 yardımı ile hesaplanır.

$$C_a = 1 - (C_{AS} + C_{ASC} + C_{AP} + C_{AF}) \quad (2.8)$$

Denklem 3.8'de C_{AF} düşey düzensizliği, C_{AP} plandaki düzensizliği, C_{ASC} kısa kolonu ve C_{AS} ise yumuşak katı ifade etmektedir. Bu katsayılar kullanımı için farklı çalışmalarda farklı değerler önerilmiştir.

Tablo 2.2: Yapı özelliklerine göre önerilen ağırlık katsayısı.

Değişken	Ağırlık katsayısı		
	Sucuoğlu-Yazgan	FEMA 154	Gülkan-Yakut
Düşey Düzensizlik(C_{AF})	0.38	0.27	0.125
Yumuşak Kat(C_{AS})	0.32	0.36	0.50
Planda Düzensizlik(C_P)	0.19	0.19	0.125
Kısa kolon(C_{ASC})	0.11	0.18	0.25

Yapının kalitesine ve işçilik durumuna göre oluşturulacak katsayıların elde edilmesinde Denklem 2.9 kullanılmaktadır. Bu denklem ve Tablo 2.3 kullanılarak C_m katsayısı bulunur.

Tablo 2.3: C_m katsayısı için önerilen değerler.

İşçilik ve inşaat kalitesi	C_m
Zayıf	$1 - Q_r (1 - C_a)$
Orta	$1 - Q_r (1 - C_a)/3$
İyi	1

$$Q_r = \frac{1-C_m}{1-C_a} \quad (2.9)$$

Kapasite İndeksi Yöntemi, ülkemizdeki yapıların değerlendirilmesinde kullanıldığında C_a için 0.85 ve Q_r için de 0.55 değerlerini önermektedir [57]. Yönteme göre CPI'nin (kapasite indeks) alacağı değer 1.5'den az olması halinde inceleme yapılan binanın toptan göçme ihtimalinin fazla olduğu kanaatine varılır [14].

2.4 Hızlı Durum Tespit Yöntemi

İstanbul'un Bakırköy ilçesinde yapılmış olan "Bakırköy İlçesi Yerleşim Alanlarının Zemin-Yapı Etkileşimine Bağlı Risk Analizi Araştırma Projesi"nde, hızlı tarama yöntemlerinde kullanılacak parametrelerin seçimi için ulusal ve yerel yapılaşmanın özelliklerini dikkate alan özgün bir yöntemin oluşturulmasının gereği dikkate alınmıştır. Bu amaçla, risk analizi çalışması çerçevesinde Hızlı Durum Tespit (DURTES) Yöntemi geliştirilmiştir [5], [37], [38].

DURTES, bina türü yapıların deprem kuvvetlerine karşı yapısal risklerinin belirlenmesi için, gerekli olan minimum sayıda parametre ile güvenilir ve hızlı sonuçlar verebilen, sayısal değerlendirme esasına dayalı yaklaşık bir yöntemdir. DURTES'in temel esasları 1992 Erzincan depreminde belirlenmiş ve yöntemde kullanılan risk puanları takip eden yıllardaki depremlerde elde edilen verilerle kalibre

edilerek 2002 yılında “Bakırköy İlçesi Zemin Yapı Etkileşimine Bağlı Risk Analizi Araştırma Projesi” kapsamında 10162 bina üzerinde uygulanmıştır [39].

DURTES yöntemi belirli bir yapı stoğu üzerinde üç temel aşamada uygulanmaktadır. Söz konusu aşamalar; ekiplerin eğitimi ve arşiv çalışmaları, saha üzerindeki çalışmalar ve nihayetinde elde edilen veriler ışığında analizlerin gerçekleştirilmesi ve söz konusu işlemi takip eden rapor alma uygulamalarından ibarettir.

Saha üzerinde yöntemin uygulaması sırasında bina ile ilgili belirli verilerin elde edilmesi gerekmektedir. Her bir yapı için bina bilgi formları oluşturulmakta, yapının hangi katı olduğu belirtilmesi koşulu ile kat rölövesi, beton dayanımı, tespit edilen detay, hasar veya kusurlara ait fotoğraflar derlenmektedir. Söz konusu bilgiler saha ekipleri tarafından bina kod numarası ile ilişkilendirilerek ifade edilmektedir. DURTES, yapıdan elde edilen 100 parametre ile risk analizi yapmaktadır. Analizler özel bir algoritma ile oluşturulan yazılım ile yapılmaktadır [5].

Geliştirilen yazılım aşağıda listelenen gelişmiş özellikleri barındırmaktadır;

- Hızlı bilgi girişi
- Binaya özel raporlama
- Coğrafi bilgi sistemleri ile etkileşim
- CAD yazılımlarına kat planı çizimi oluşturma yapılabilir.

Bina ile ilgili değerlendirme ve yorumlar tamamen matematiksel prensiplerle yapılmakta ve raporlar yazılım tarafından otomatik olarak hazırlanmaktadır. Böylece farklı tecrübelerle sahip uzman görüşlerinde yapılabilecek hatalar minimuma indirilmektedir. DURTES yöntemi, detaylı analizi yapılan binaların analiz sonuçları ile kıyaslandığında oldukça makul sonuçlar vermektedir.

Analizler neticesinde binaların risk seviyesi göreceli olarak belirlenmekte ve her bina için binanın kimlik kartı da sayılabilecek bir rapor hazırlanmaktadır. Söz konusu raporlarda, saha çalışmalarında binaya ait elde edilen bilgilerin tamamı ile

birlikte, matematiksel esasa dayanan analiz sonuçları, binanın risk seviyesi ve deprem performansını arttırmaya yönelik çeşitli öneriler yer almaktadır [36].

2.5 P25 Hızlı Değerlendirme Yöntemi

1992 Erzincan Depremi'nden itibaren yurdumuzda da, göçme sınırını yakalamaya çalışan çeşitli hızlı değerlendirme yöntemleri araştırılmaya başlanmıştır.

Prof. Dr. Tezcan'ın 'Sıfır Can Kaybı Projesi' kapsamında 'P5 Yöntemi' ismiyle, depremde can kaybının önlenmesi için mevcut binaların hızla taranmasını amaç edinen değerlendirme yöntemi, birçok konferansta bildiri olarak sunulmuş ve dergilerde yayımlanmıştır[29]. Daha sonra Bal'ın İTÜ'de tamamladığı Yüksek Lisans Tezi (BAL, 2005) [41] kapsamında P5 yöntemini geliştirerek, daha önceki depremlerden etkilenen hasarsız, orta hasarlı ve yıkılmış 23 binaya uygulamış ve P24 Yöntemi adıyla uygulanarak başarılı sonuçlar elde etmiştir. 106M278 No.lu TUBİTAK Projesi kapsamında P24 Yöntemi daha çok sayıda binaya uygulanarak kalibre edilmiş ve yeniden düzenlenerek P25 adını almıştır [24].

Yöntem, çeşitli araştırmacılar tarafından da geliştirilmeye çalışılmıştır. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde hazırlanan; "Mevcut Betonarme Konut Tipi Binaların Deprem Performanslarının Hızlı Değerlendirme Metotları ile İncelenmesi ve P25 Metodunun Geliştirilmesi" isimli yüksek lisans tezinde, deprem performansının araştırıldığı yapıların kat ötelemeleri de yönteme dahil edilerek P25-V.ÖZKA Versiyonu geliştirilmiş ve 63 adet binaya uygulanmıştır [11].

P25-V.ÖZKA Versiyonu için binada mevcut kolon, perde ve dolgu duvar boyutları, rijitlikleri, taşıyıcı sistemin yerleşim şekli, bina yüksekliği, yönetmelikte verilen yapısal düzensizlikler, malzeme ve zemin özellikleri gibi parametreler ile hesap yapılarak P_1 temel yapısal puanı bulunmaktadır. Bu puan ile birlikte, binanın farklı göçme durumlarını da dikkate alarak toplam yedi adet göçme puanı hesaplanmaktadır. En sonunda da, hesaplanan puanların birbirlerine etkisi, binanın konumu itibarıyla bölgesel ve depremsel özellikleri ayrıca çevresel, yapısal özelliklerini de göz önüne alan bir $P_{sonuç}$ puanı belirlenmektedir. Bu $P_{sonuç}$ puanının Tablo 2.4'de gösterilen risk bölgelerinden hangisine girdiğini belirlenip yapıya

ilişkin net bilgiler edinilmektedir. Belirsizlik bandında kalması durumunda ise öncelikle ayrıntılı incelemeye alınması gerekmektedir. Binanın toptan göçme riski yüksek çıkması koşulunda ise yıkılması ya da güçlendirilmesi önerilmektedir.

Tablo 2.4: Değerlendirme puanları.

Puan	Değerlendirme
$0 < P \leq 24$	Göçme Riski Yüksek
$25 < P \leq 34$	Detaylı Analiz
$35 < P \leq 100$	Göçme Riski Az

Önerilen hızlı değerlendirme yönteminde binanın $P_{sonuç}$ puanını hesaplayabilmek için ilk önce söz konusu binanın $P_1, P_2, \dots, P_7$ olmak üzere yedi ayrı göçme riskini ifade eden 7 farklı değerlendirme puanı hesaplanır. Bu risklerin birbirleri ile etkileşime girip girmediklerini saptamak için her P_i puanı için belirlenen ağırlık çarpanı da dikkate alınarak P_w ağırlıklı ortalama puan hesaplanır. Daha sonra, P_i puanlarının en küçüğü olan P_{min} puanı için P_w ağırlıklı ortalama puanına bağlı olarak P_i göçme kriterlerinin birbirleri ile etkileşimini temsil eden bir β -çarpanı bulunur. Ayrıca, binanın önem derecesini, bölgenin depremsellik derecesini, binanın hareketli yük katsayısını ve binanın oturduğu arazinin topoğrafyasını temsil eden bir α -çarpanı ile düzeltme yapılır. Elde edilen $P_{sonuç}$ performans puanının değerine göre söz konusu binanın yıkılma potansiyeli olup olmadığı konusunda bilgi edinilmektedir [40].

2.6 Kolon ve Duvar İndeks Yöntemi

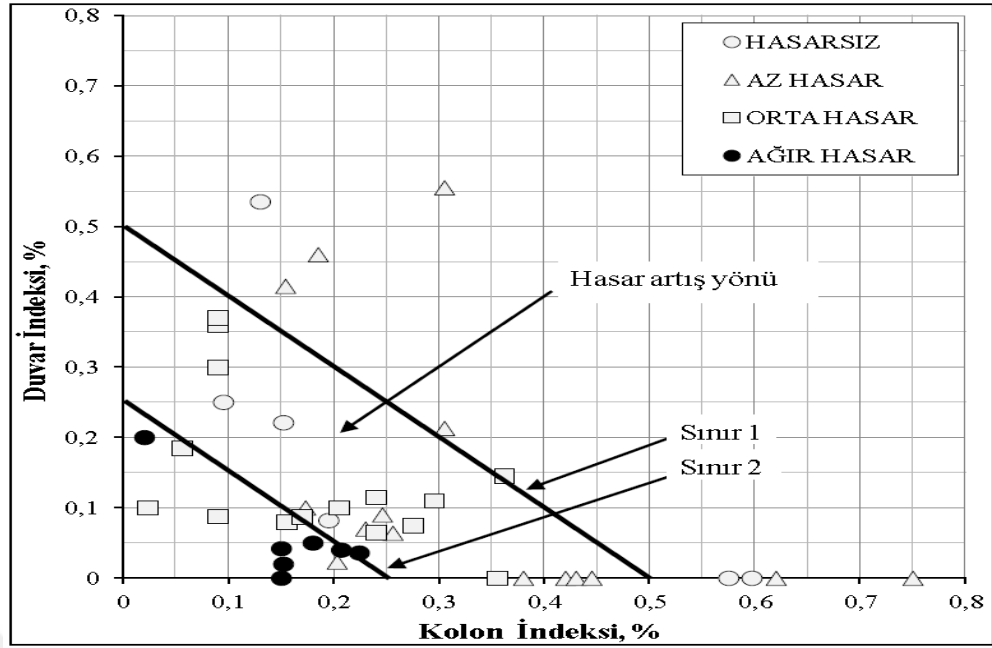
Hassan ve Sözen (1997)'in ortaya attığı bu yöntemde yapının, taşıyıcı elemanlarının ve dolgu duvarlarının ebatları göz önüne alınarak bir değerlendirme yapılması amaçlanmıştır [42]. 1992 yılında yaşanan Erzincan merkezli depreminde ($M_s = 6.8$) hasar aldığı tespit edilen toplam 46 bina üzerinde bu yöntem

kullanılmıştır. Bu indeks yöntemi genelde, deprem olasılığının düşük olduğu bölgelerdeki mevcut yapı stoğunu ele alan kapsamlı bir araştırma ve deprem risk tahmini yapmak yerine, basitleştirilmiş bir hesaplama sunmaktadır.

Japonya'nın Tokachi-Oki şehrinde 1968'de yaşanan büyük deprem sonrasında T. Shiga, A. Takashashi elde ettikleri verileri derleyip sentezleyerek hazırladıkları SST Yöntemini sunmuşlardır. Hassan ve Sözen (1997)'in yaptığı çalışmada da bu yöntem kullanılmıştır. Ama bu yöntemin Erzincan'daki incelenen binalara tatbik edilmesinin istenen sağlıklı sonuçlara ulaşamayacağı düşünülmüştür. Bunun sebebi ise incelenecek binaların benzer türde ve betonarme perdelerle sahip olmasıdır. Birinden farklı tipteki kalıp ve kat planlarından oluşan binaların olduğu bir yere uygulandığında daha doğru neticeler elde edilmektedir. Bu durum neticesinde SST Yöntemine benzerlik gösteren ama aslında keskin farklılıklara sahip bir yöntem tanımlanmıştır [14].

Bu yöntem aynı bölgede yer alan, az katlı ve farklı tipteki yapıların deprem dayanımlarının bulunması amacıyla geliştirilmiştir. Yöntem adımları ilk olarak Duvar İndeksi bulunur. Temelde bulunan duvar alanlarının, toplam kat alanlarına bölünmesiyle hesaplanır. Kolon İndeksi için ise, temelde bulunan kolon alanlarının, toplanarak elde edilen kat alanlarına bölünmelidir. Bu indeks değerleri hesaplandıktan sonra grafik (Şekil 3.1) üzerindeki yerleri belirlenir. Bu şekilde sonuçlar elde edilir ve sonuçlara göre değerlendirmesi yapılır[14]. Grafiğin X doğrultusuna Kolon İndeksi, Y doğrultusuna ise Duvar İndeksi değerleri yerleştirilir. Bu değerlerin kesiştiği noktalar incelenen binanın hasarsızlığı ya da hasar oranı hakkında bilgi vermektedir. Hasarlı oranları ise, hafif, ağır ve orta olarak verilmiştir.

Çalışma kapsamında incelenen, bu depremde hasar almış 46 binanın, on tanesi bir katlı, beş tanesi iki katlı, yirmi tanesi üç katlı, sekiz tanesi dört katlı ve üç tanesi beş katlıdır. Kat yükseklikleri ise, 3.60-2.75 aralığında değişkenlik göstermektedir. İncelenen binaların bazılarında, kesit alanı/kat alanı oranı %0,0 ile %1,0 aralığında değişkenlik gösteren perdeler yer almaktadır.



Şekil 2.1: Kolon ve duvar indeksleri yöntemi sonuç grafiği.

Binalarda beton dayanımı tespiti için, Schmidt çekici yardımıyla okuma yapılmış ve karot numuneleri alınmıştır. Ortalama beton dayanımının BS 16 civarında olduğu gözlemlenmiştir. Binaların duvar kalınlıkları bilinmemektedir. Bu nedenle civar binaların duvar kalınlıkları gözlemsel olarak incelenmiş ve 25cm olarak tahmin edilmiş ve bu kabul ile hesaplama yapılmıştır [30].

Bu yöntemde sadece kolonlar, perdeler ve dolgu duvarların kesme alanları dikkate alınarak indeks değerleri hesaplanmış ve sonuca ulaşma amaçlanmıştır. Bununla birlikte;

$$\text{Duvar İndeksi(WI)} : WI = \frac{A_{wt}}{A_{ft}} \cdot 100 \quad (2.10)$$

$$A_{wt} = A_{cw} + \frac{A_{mw}}{10} \quad (2.11)$$

$$\text{Kolon İndeksi(CI)} : CI = \frac{A_{ce}}{A_{ft}} \cdot 100 \quad (2.12)$$

$$A_{ce} = \frac{A_{col}}{2} \quad (2.13)$$

A_{ft} : temelin üst kısmındaki toplam kat alanı,

A_{wt} : duvarların etkili kesit alanı,

A_{cw} : temelde bulunan betonarme perde duvarların tek yöndeki kesit alanı,

A_{mw} : temelde bulunan dolgu duvarların tek yöndeki kesit alanı,

A_{ce} : temeldeki kolonların etkili kesit alanı,

A_{col} : temel üstündeki kolonların toplam kesit alanı,

CI : kolon indeksi

WI : duvar indeksini ifade etmektedir.

Denklemlerden de anlaşılacağı üzere, dolgu duvarların etkisi yüzde on, beton perde duvarların etkisi yüzde yüz ve kolonların etkisi ise yüzde elli oranında alınmaktadır. Grafikte(Şekil 2.1) Sınır 1 ile Sınır 2 olarak adlandırılan iki sınır çizgisi bulunmaktadır. Sınır çizgileri, daha önce hesaplanan indeks sonuçlarının grafiğe işlenmesinden sonra binaların hasar tespitinde kullanılan en önemli verilerdir. Sınır 1, X ve Y aksları arasında ki üçgen kısımda bulunan binalar, Sınır 2'nin dışında kalan binalara oranla çok daha fazla riskli olduğu savunulur. Eğer indeks sonuçlarının grafikteki yeri bu iki sınır çizgisinin arasında ise, şüpheli binalar olarak adlandırılır. Özetle, x ve y aksları kesişim yerine yani 0 noktasına yaklaştıkça hasar oranının artacağı şeklinde bir yorum yapılabilir.

İncelenen binanın deprem performans düzeyini belirlemeden önce hesaplanması gereken son indeks “Öncelik İndeksi”dir. Denklem 2.10 ve Denklem 2.11 de verilen Duvar ve Kolon İndekslerinin toplamı (denklem 2.14)’de verilen Öncelik İndeksini oluşturmaktadır. Bu indeksin (PI) değeri azaldıkça, risk derecesinin artacağı kabul edilmektedir.

$$\text{Öncelik İndeksi (PI) : } PI = WI + CI \quad (2.14)$$

Hassan ve Sözen (1997)'nin 46 bina üzerinde yaptığı çalışma sonucunda, 2'si Ağır Hasarlı, 17'si Orta Hasarlı, 19'u Hafif Hasarlı ve 8 adedi de Hasarsız olarak belirlenmiştir[42]. Ancak, söz konusu yöntemin hesap adımlarında, kiriş özellikleri, malzeme kalitesi, kat yüksekliği, ya da A2, A3 düzensizlikleri gibi birçok parametre bulunmamaktadır. Dolayısıyla yapı hakkında verilen, “yıkılmalı”, “güçlendirilmeli” gibi kararlarda şüphelidir. Ama yöntemin asıl amacının kesin karara ulaşmak değil de, daha hızlı ve kolay bir şekilde binaların risk durumlarının belirlenmesi olduğu unutulmamalıdır.

Bu çalışmadan iki sene sonra aynı binalara yöntem tekrar tatbik edilmiştir. ancak yöntemin güvenilirliğini arttırmak adına bazı yeni parametre değerleri

eklenmiştir. Kullanılan veri sayısı artmasıyla daha ayrıntılı ve detaylı hesaplama yapılmıştır.

2.7 ATC-21 – FEMA-154 Yöntemi

İlk olarak Amerika Birleşik Devletlerin'de geliştirilen ATC-21 “Deprem Riski Taşıyan Binaların Hızlı Değerlendirme Yöntemi” değerlendirme çalışmalarının öncüsü olarak adlandırılmaktadır. Yapı türleri arasından sadece binalara uygulanabileceği ifade edilmiştir.

Binaların sismik risk durumlarının (bölgesel sismik risk dağılımları şeklinde) hızlı değerlendirme metodu ile kısa sürede ve kolay bir şekilde bulunabilmesi için Amerikan Acil Durum Yönetimi Ajansı (FEMA) tarafından yapılan çalışmalar 1988 senesinde el kitabı olarak yayınlanmış ve yürürlüğe girmiştir [45,46]. FEMA 154 Potansiyel Sismik Hasarlar için Binaların Hızlı Görsel İncelenmesi (Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards) dökümanının adından da anlaşıldığı gibi yapıların hesaplama yapılmaksızın sadece göz taramasıyla depreme karşı değerlendirmesi amacıyla hazırlanmıştır [15]. Sokaktan tarama yöntemi olarak adlandırılan yöntem aslında dört aşamadan oluşmaktadır:

1. İncelenecek bölgeyi belirleme
2. Değerlendirilen binaya verilen taban puanının üzerinden, binanın genel durumu ve düzensizliklerine bakarak pozitif ve negatif ekleme ve çıkarma yapılmasıyla ortaya çıkan sonuç puanının hesaplanması
3. Bulunan performans puanları doğrultusunda risk grupları ve bu gruplar için puan aralıklarının seçilmesi
4. Binaların nihai(sonuç) performans puanları göz önünde bulundurularak üçüncü aşamada belirlenen risk gruplarına dağıtılması ve her biri için deprem risklerinin bölgesel olarak belirlenmesi

Bununla beraber, yöntemin tekil binaların deprem güvenliği tespitinde uygulanmaması gerekliliği büyük önem taşımaktadır.. Yöntemin, sayısal olarak

yeterlilik oluşturabilecek sayıda binanın bulunan bölgelerde uygulanabilmektedir. Değerlendirilen bölge kapsamındaki binaların her birine ayrı ayrı uygulanan bu yöntemin sonuçları istatistiksel olarak bir araya getirilerek, bölgesel olarak deprem tehlikesi belirlenmesinin yanı sıra her binanın hangi tehlike sınıfına dahil olduğu da tespit edilmiş olmaktadır. Yöntem esaslarıyla, binanın deprem performansına ilişkin puanlaması kesin olarak hesaplanmasına karşın, risk sınıflarının ayrılmasında belirlenmesi gereken sınır değerlerin incelemeyi yapacak mühendisler tarafından yapılacağı belirtilmiştir. FEMA tarafından sunulan yöntem 2002 yılında güncellenmiş [47] ve mühendislik dünyasında bilinen adıyla FEMA P - 154 dokümanı üçüncü sürüm olarak 2015 yılında yayımlanmıştır [48].

2.8 Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi (DGTY)

Dünyaca kabul görmüş hızlı değerlendirme yöntemlerinden biri olan Japon Sismik İndeks Yönteminin, 1992 Erzincan Depremi, 1998 Adana-Ceyhan Depremi ve 1999 Marmara ve Düzce Depremleri sonrasında farklı hasar seviyelerindeki binalara uygulanması sonucunda ve ABYYHY'98 çerçevesinde ülkemiz koşullarına uyarlanması ile geliştirilmiş olan Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi (DGTY) Boduroğlu ve diğ. [21] tarafından sunulmuştur. Yöntem daha öncesinde Özdemir ve diğ. [35] tarafından, 1999 yılında meydana gelen Düzce depremi sonrasında hasar görmüş binalara uygulanmış ve hasar belirlemede hangi parametrelerin daha etkin olduğu araştırılarak geliştirilmiştir.

Bu yöntem, üç aşamadan oluşan Japon Sismik Yöntemi'nin ilk iki aşaması ele alınarak geliştirilmiştir.

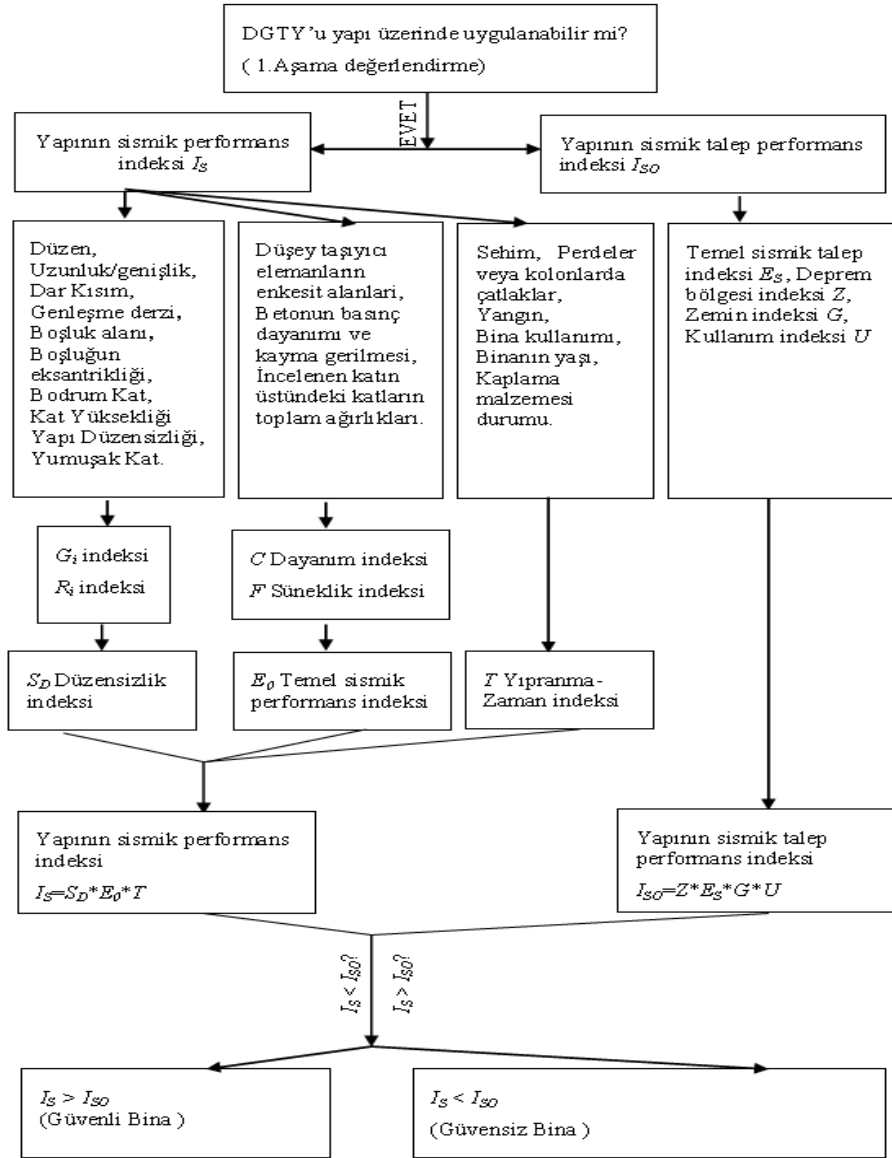
Deprem güvenliğinin kısa sürede belirlenmesi amacı ile sadece perdelerden, perde-çerçeve ve ya betonarme çerçeveden oluşan taşıyıcı sisteme sahip bodrum kat harici altı ve/veya daha az katlı bina türü yapılara uygulanabilen bir hızlı tarama yöntemidir. Yöntem giderek daha gerçekçi sonuç veren iki aşamadan oluşmaktadır. Yöntem yapının taşıyıcı sisteminin, kaç yıl önce yapıldığı ve zamanla oluşan fiziksel değişimlerin incelenmesini içermektedir. Bu incelemeler sonucu elde edilen veriler ışığında yapının deprem performansını gösteren indeks "I" belirlenir. "I" indeksi ile yapı için göz önüne alınması uygun olan karşılaştırma indeksi ID karşılaştırılarak

yapının deprem güvenliği tahmin edilmektedir. Bu karşılaştırma tüm kritik katlar ve iki asal deprem doğrultusu için ayrı ayrı yapılır. $I < ID$ olduğunda yapının deprem güvenliğinin belirsiz olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Bu durumda yapının deprem performansının ayrıntılı olarak araştırılması gerekmektedir [21,22,31].

DGTY'nin 1. Aşaması kapsamında, deprem etkisi ile karşılaşan kolonlarda oluşması beklenen kayma gerilmelerinden bu kolonların dayanımları hakkında bilgi edinilmesi amaçlanmaktadır. Taşıyıcı perde ve kolonların en kesit alanları ile kayma gerilmesi değerleri bulunarak, binadaki tüm katların depreme karşı dayanımları hesaplanabilmektedir. Çerçeve sünekliği hesapları için ise düşey taşıyıcı elemanlar (kolon ve perdelerin) kayma göçmesine maruz kalacağı kabulü kullanılmaktadır. S_D ve T indekslerinin hesabı da kısaca yapılabilir.

İkinci inceleme aşamasında ise perde ve kolonların taşıma gücü ve süneklik kapasiteleri, taşıma gücü esaslarına göre hesap edilmektedir. S_D ve T indisleri ilk aşamaya kıyasla daha detaylı hesaplar ile bulunmaktadır. Bu inceleme seviyesi özellikle kolonların kirişlerden daha zayıf olduğu sistemlere uygundur. İkinci aşamada yapılan hesaplar ile bulunan sonuç, ilk aşama ile hesaplanandan daha güvenlidir. Bu kısımda çerçeveyi oluşturan kirişlerin rijit yani moment etkisi altında şekil değiştirmeyen olduğu kabul edilmektedir. E_0 ana indeksi, kolon ve perdelerin göçme türü dikkate alınarak tespit edilmektedir.

Üçüncü inceleme aşaması kapsamında E_0 ana indeksinin hesabında, perde ve kolonların göçme türlerinin yanı sıra yatay taşıyıcı eleman yani kirişlerin davranışı ve perde temelindeki dönme de dahil olmak üzere incelenen binanın göçme ihtimallerinin tamamı dikkate alınmaktadır. S_D ve T indislerinin hesabı ikinci aşamanın aynısıdır [13].



Şekil 2.2: DGTY'nin 1.aşama değerlendirmesi akış diyagramı [30].

3. BALIKESİR'İN DEPREMSELLİĞİ

3.1 Deprem

Deprem, yerkabuğu içindeki kırılmalar nedeniyle ani olarak ortaya çıkan titreşimlerin dalgalar halinde yayılarak geçtikleri ortamları ve yeryüzeyini sarsma olayına denir. Ayrıca doğal afetler arasında en çok rastlanan olması, bu afetin ne denli önem arz ettiğini açıklamaktadır. Dünyanın meydana gelmesinden bu yana sismik olarak aktif olan bölgelerde daimi yaşanan depremler sonucunda binlerce insanın ve evlerinin yok olduğu bilinmektedir. Ülkemiz, depremler yönünden en aktif deprem kuşaklarından, Alp-Himalaya Kuşağı üzerinde bulunmaktadır. Yurdumuzun, yüzölçümü olarak yaklaşık %92'si, toplam nüfusunun %95'i, ileri düzey sanayi merkezlerimizin %98'i ve temel su kaynağımız, barajlarımızın %93'ünün deprem riski altında olduğu da önemli bir gerçektir. Geçmişte şiddetli ve yıkıcı depremlerin yaşanması, gelecekte de yaşanma ihtimalinin ne kadar yüksek olduğunu gözler önüne sermektedir.

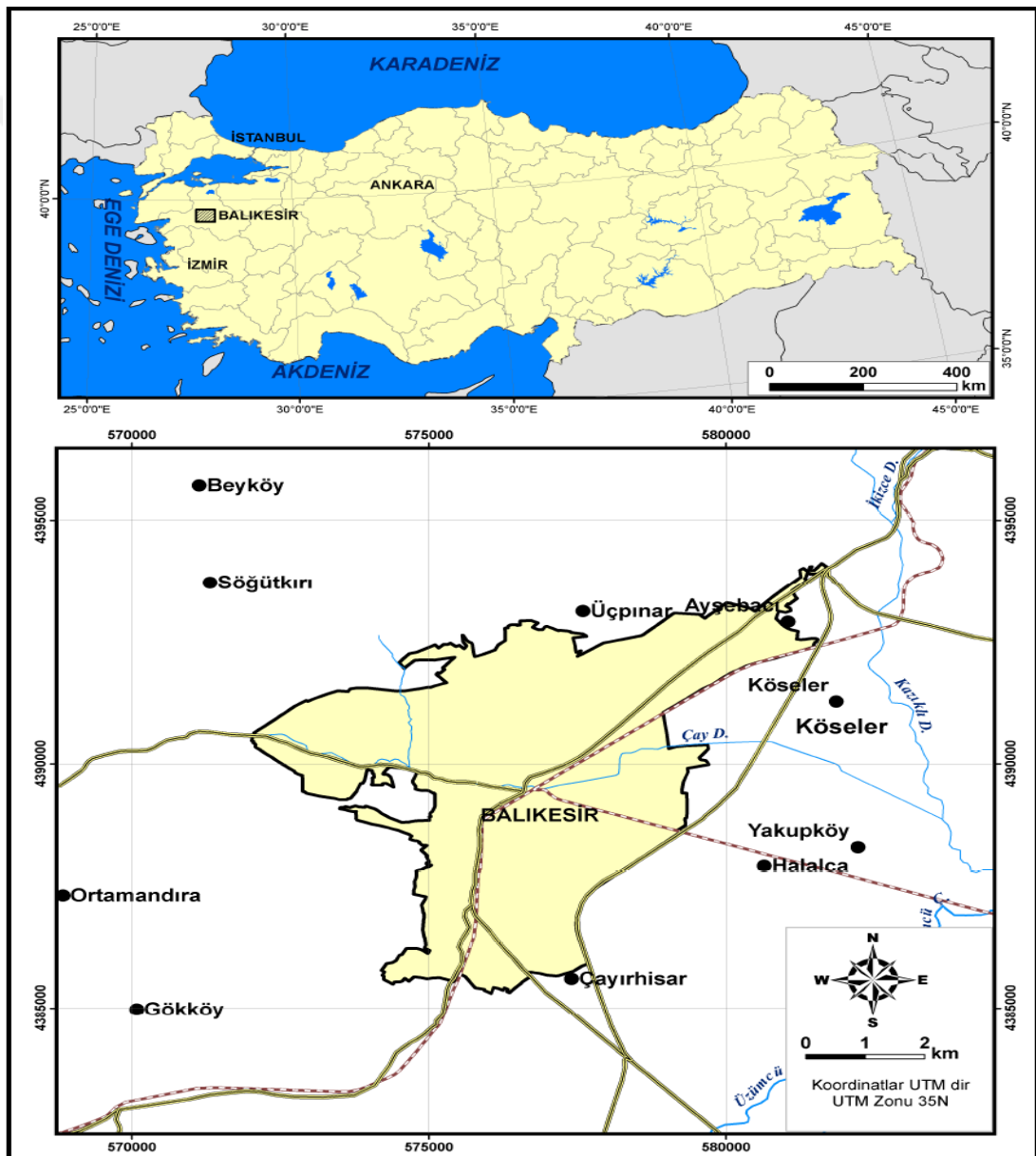
Bu afetin oluşturacağı can ve mal kayıplarını en aza indirmek için öncelikle yaşadığımız yerin depremselliğine dair bilgi sahibi olmamız gerekmektedir. Ardından hasara sebep olan başlıca etkenleri belirleyip, depremin yaşam üzerindeki etkilerini azaltma yoluna gidilmelidir. Ülkenin ekonomik koşulları doğrultusunda depreme dayanıklı yapı üretimi hız kazanmalıdır. Mevcut yapılar ise hızlı değerlendirme yöntemleri kullanılarak risk sınıflarına ayrılmalı ve en kısa zamanda depreme karşı gerekli önlemler alınmaya başlanmalıdır.

3.2 Balıkesir'in Deprem Riski

Balıkesir, Türkiye'de güncel sismik aktivitenin yoğun olarak yaşandığı bölgelerden biri olan Marmara Bölgesinde, 39.648369 kuzey paraleli, 27.88261 doğu meridyeni arasında bulunan, 12.496 km²'lik yüz ölçüme sahip ovalar arasında kurulmuş tarihi bir şehirdir.

Balıkesir şehir merkezi yerleşim alanı, genel olarak kireç taşı, kil, metamorfik kayalar, dasit, aglomera, andezit ve alüvyon tabakalarından oluşmaktadır. Şehrin üç tarafı büyük fay sistemleri ile çevrilmiş konumdadır. Güney yönünde Ege Graben ve kuzey yönünde Kuzey Anadolu Fay sistemi Balıkesir'i etkisi altına almaktadır.

Balıkesir kent merkezini etkilediği bilinen depremler içerisinde en önemlisi 29 Ocak 1898 tarihinde meydana gelen depremdir. Bu depremde Balıkesir merkezindeki binaların yarısına yakınının yıkıldığı ve 50'den fazla kişinin hayatını kaybettiği rapor edilmiştir [56].



Sekil 3.1: Balıkesir yer bulduru haritası [55].

Balıkesir ve yakın çevresinde geçmişte meydana gelmiş büyük depremlerden bazıları tarihleri ve şiddetleriyle birlikte Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1: Balıkesir ve ilçelerinde meydana gelen büyük depremler.

Tarih	Yer	Şiddet	Mag(ms)	Can kaybı	Hasarlı bina
15.11.1942	BİGADİÇ	VIII	6.1	16	2187
06.10.1964	MANYAS	IX	7	23	5398
06.10.1964	AYVALIK	IX	6.8	30	5500
04.01.1935	ERDEK	VIII	6.4	5	600
18.03.1953	GÖNEN	IX	7.2	265	6750

18.03.1953 yılında yaşanan 7.2M büyüklüğündeki depreme Kuzeydoğu-Güneybatı doğrultusundaki yaklaşık 50-60km uzunluklu Yenice-Gönen Fayı sebep olmuştur.

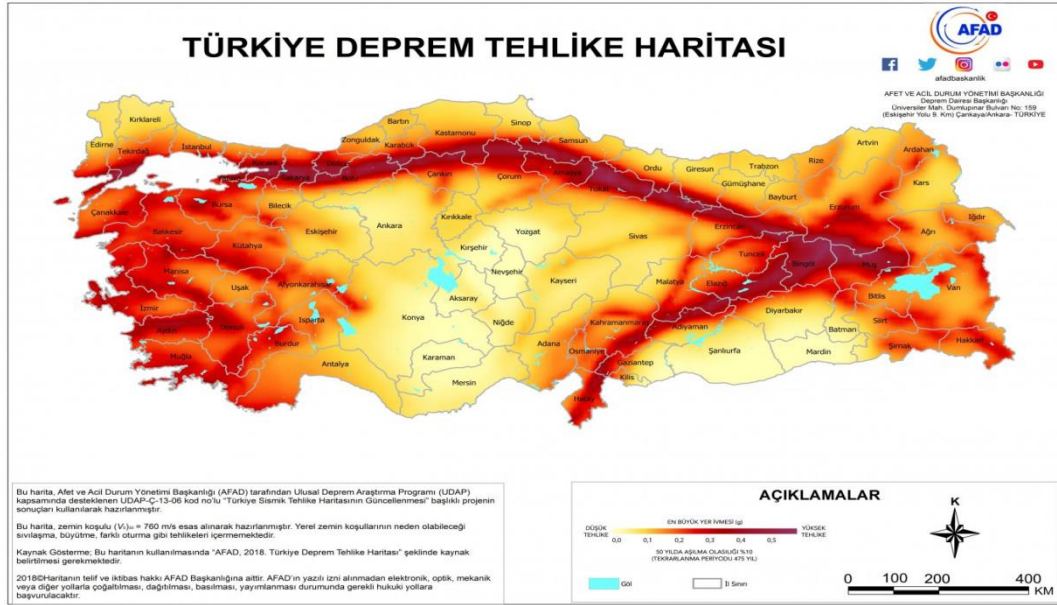
04.01.1935 yılında yaşanan 6.4M büyüklüğündeki depreme Kuzeydoğu-Güneybatı doğrultusundaki yaklaşık 30km uzunluklu Edincik Fayı sebep olmuştur.

06.10.1964 yılında yaşanan 7.0M büyüklüğündeki depreme Doğu-Batı doğrultusundaki yaklaşık 60km uzunluklu Manyas Fayı sebep olmuştur.

Ayrıca Sarıköy Fayının da yaklaşık 45km’lik bölümü Balıkesir il sınırları içinde yer almaktadır.

Balıkesir kenti merkezli 100 km yarıçaplı bir alan içerisinde Poisson yöntemi kullanılarak sismik risk analizi yapılmış ve önümüzdeki 10, 20, 30, 40, 50, 75 ve 100 yıl için 5,0 M ile 7,5 M arasındaki depremlerin 0,5 _M aralıkla meydana gelme olasılıkları ve dönüşüm periyotları hesaplanmış ve buna göre ve şehrin yakın çevresinde gelecek 40 yıl içerisinde 5,5 M ve daha büyük bir depremin olma ihtimali %99, tekrarlama zamanı ise 8,6 yıl olarak bulunmuştur [55].

Balıkesir, 01.01.2019 tarihinde yürürlüğe giren Türkiye Deprem Tehlike Haritası'nda tehlikeli kuşakta yer almaktadır.



Şekil 3.2: Türkiye Deprem Tehlike Haritası [51].

Şehrin depremselliğini tanımlayabilmek için öncelikle aktif faylarının ve mekanizmalarının bilinmesi gerekmektedir. MTA Genel Müdürlüğünün 2011 tarihli Türkiye Aktif Fay Haritasında da anlaşılabacağı üzere; Havran-Balya-Balıkesir Fay Zonu Balıkesir il sınırları içerisinde Edremit Körfezi ile Kepsut arasında uzanan sağ yönlü doğrultu atımlı aktif bir fay sistemidir. Havran-Balya-Balıkesir Fay Zonu iki segmente ayrılır. Edremit Körfezinden başlayan ve Ayvatlar Köyü kuzeyine kadar uzandığı tespit edilen Havran-balya Fayı ve İvrindi'den başlayan Balıkesir kentinden geçerken bükülerek Kepsut istikametine devam eden Balıkesir Fayı. Bu faylar arasında yaklaşık yedi sekiz kilometrelik bir mesafe bulunmaktadır.

Balıkesir ve çevresinin deprem kaynağı olan yaşayan fayların jeolojik ve jeomorfolojik özellikleri, sismik özellikleri, coğrafi konumu, ve bunlara bağlı olarak deprem ihtimallerini belirlemek amacıyla, son yıllarda TÜBİTAK destekli çalışmaların yapıldığı görülmektedir.

Elde edilen çalışmalar sonunda, insanların yaşam alanlarını etkileyebilecek, can ve mal kaybına neden olacak büyüklükteki depremlerin hangi sıklıkla meydana

eleman açısından oldukça uzun ve zorlu bir süreç gerektirmektedir. Mevcut her bir yapının detaylı olarak incelenmesi mümkün görünmemektedir. Bu sürecin önüne geçmek için yapılar için hızlı değerlendirme yöntemleri geliştirilmiştir. Bu bağlamda yapıların daha hızlı ve doğru sonuçlar verecek yöntemler kullanılarak doğru sonuçlara ulaşılabilir. Hızlı yöntemlerden amaç risk önceliği olanların tespit edilip detaylı incelemeye tabi tutulacak bina sayısının asgari seviyeye indirgemektir.

Hızlı değerlendirmeler neticesinde düşük riskli olarak belirlenen binaların yönetmelik esaslarını sağlayıp sağlamadığına ilişkin kesin bir yargı yapmak mümkün değildir. Yukarıda belirtildiği gibi bu sadece birinci aşama değerlendirmedir. Dolayısıyla kesin sonuçlar yalnızca kesin analiz yöntemleriyle hesap yapılması sonucunda ortaya çıkacaktır.

Çalışma kapsamında Balıkesir Üniversitesi Meslek Yüksek Okulu D blok belirlenmiş, 5 farklı hızlı değerlendirme metodu ile deprem performansları incelenmiştir.

4. HIZLI DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ İLE İNCELENCEK YAPI

4.1 Yapı Bilgileri

Bu tez çalışması kapsamında Hızlı Değerlendirme Yöntemleri ile uygulaması yapılacak yapı, Balıkesir ili, Altıeylül İlçesine bağlı Balıkesir Üniversitesi Çağış Yerleşkesi Meslek Yüksek Okulu D Blok olarak seçilmiştir.

Yapı 1990'lı yıllarda betonarme tarzda inşa edilmiştir. Bodrum, zemin ve 3 normal kattan oluşan yapının kat yüksekliği 3.80m'dir. Döşeme tipi plak döşeme ve 15cm'dir. Yüksekokulun bulunduğu şehir itibariyle 2019'da yürürlüğe giren 'Türkiye Deprem Tehlike Haritası'na göre en büyük yer ivmesi değeri yüksek kısımda kalmaktadır. Yapı iki cephesinden bitişik nizamdır. Diğer bloklara geçiş yapılmaktadır.



Şekil 4.1: Yapı konumu-uydu görüntüsü.

2017 yılında, Balıkesir Üniversitesi tarafından Balıkesir Üniversitesi Meslek Yüksekokulu Mevcut Durum Değerlendirmesi yaptırılmıştır. Yüksekokulun, deprem güvenliği performans analizleri lineer analiz(mod birleştirme yöntemi) baz alınarak yapılmıştır. Bu analizlerin yapılabilmesi için, yapının bulunduğu alanda üç adet zemin sondajına dayalı zemin etüt raporu hazırlanmıştır. 2007 Deprem Yönetmeliği'ne [1] göre zemin sınıfı Z3 (TA: 0,15,TB: 0,60), ve zemin grubu C'dir. Yapılan hesaplamalara göre Zemin Emniyet Gerilmesi: 1,98 kg/cm² ve Zemin Yatak Katsayısı: 2376 ton/m² olarak belirlenmiştir. Bina boyutları 24,80mx24,80m'dir. Yapıda en çok kullanılan kolon ebadı 60/30, en çok kullanılan kiriş ebadı ise 30/70 olarak tespit edilmiştir.



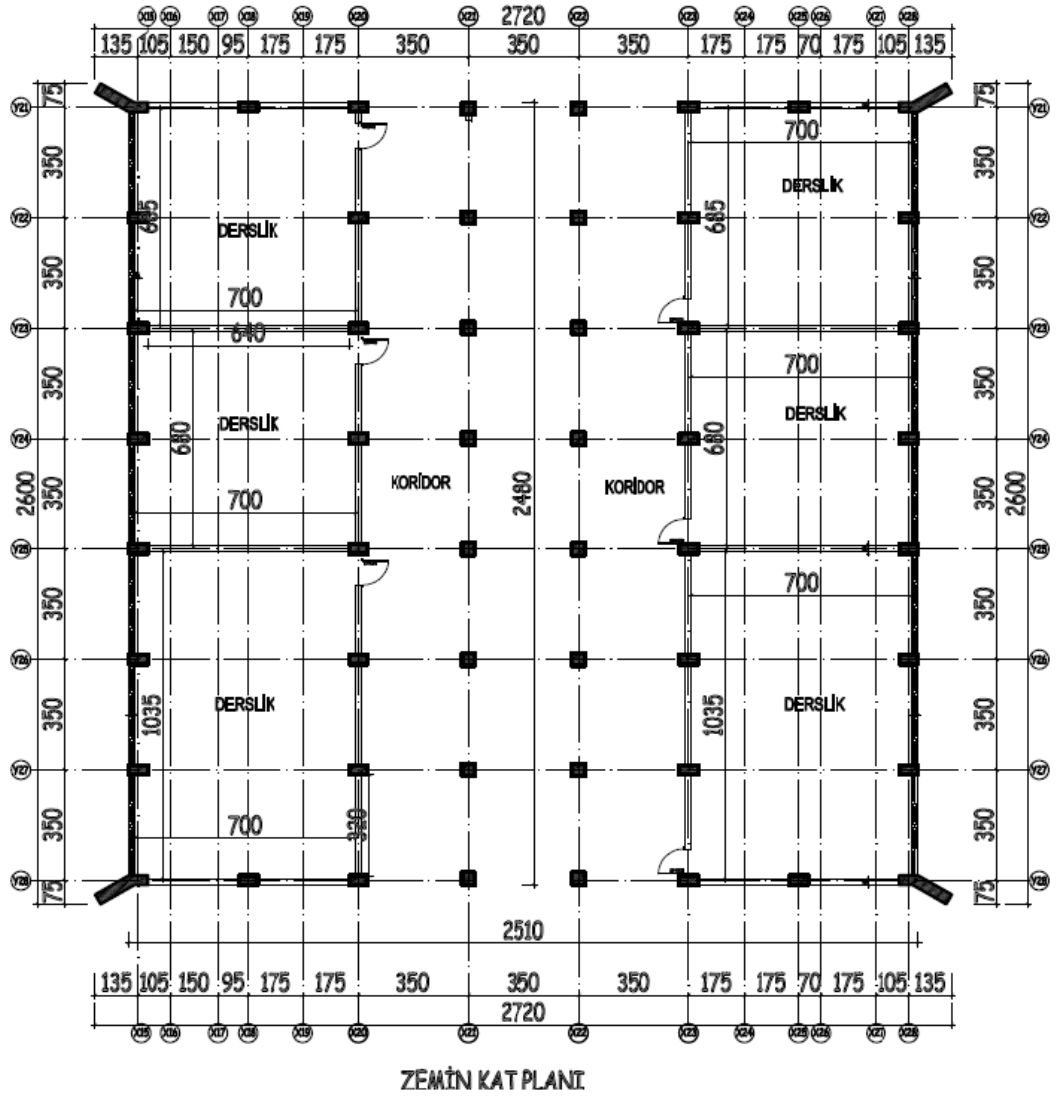
Şekil 4.2: Binanın genel görünüşü.



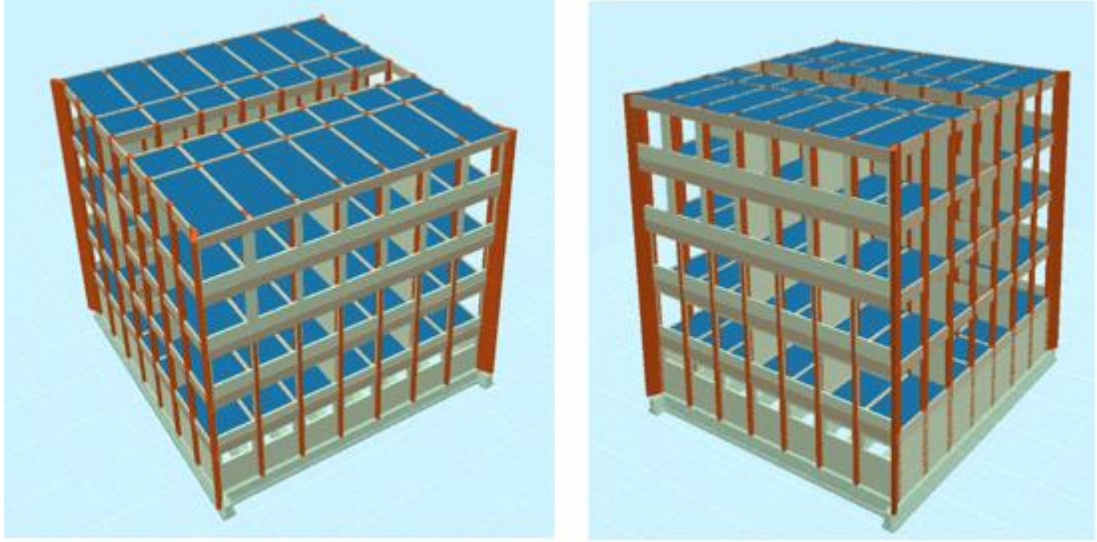
Şekil 4.3: D blok arka cepheden görünüş.



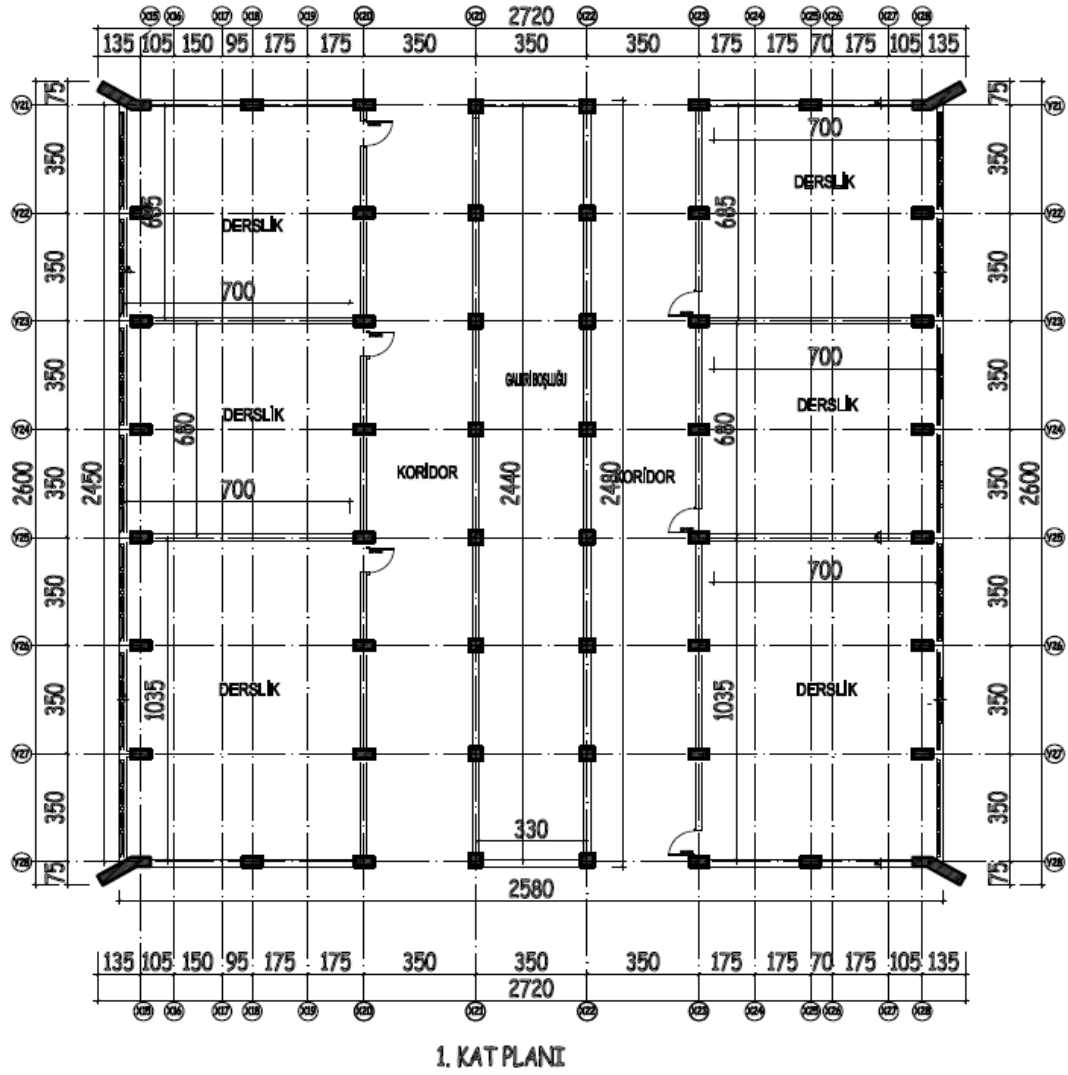
Şekil 4.4: D blok ön cepheden görünüş



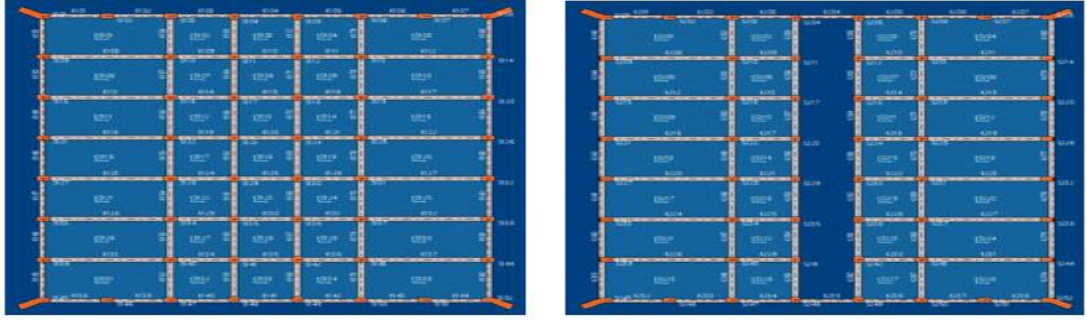
Şekil 4.5: İncelenen yapının zemin(kritik) kat planı – rölövesi.



Şekil 4.6: İncelenen yapının STA4- Cad ile tanımlanan 3 boyutlu görünüşü.



Şekil 4.7: İncelenen yapının 1.kat planı - rölövesi.



Şekil 4.8: İncelenen yapının STA4-Cad de bodrum ve zemin tavanı kalıp görünüşü.

4.2 Yapıya ait Beton Dayanımı ve Donatı Tespiti Bilgileri

2017 yılında Balıkesir Üniversitesi tarafından kolonlarda ve kirişlerde donatı sınıfı, çapı adedi ve yerleşimi belirlenmesi amacıyla paspayı sıyirmaları yapılmıştır. Söz konusu yönetmelik ve şartnamede belirtilen mevcut kolonların %10'u ve kirişlerin %5'inde beton örtüsü kaldırılarak donatı tespiti yapılmıştır. Buna göre kolon düşey donatılarının Nervürlü (S420) ancak etriyelerinin nervürsüz (S220) ve $\Phi 8/25/25$ (kolon ve kiriş uç bölgelerinde sıkılaştırma yapılmadığı), kirişlerinde ise nervürsüz (S220) tespit edilmiştir. Bununla beraber, etriye kancalarının 90° bükülmüş olduğu sıyirmalar sonucu anlaşılmıştır.

Ayrıca, kolon bindirme boyları tam olarak belirlenememiş olsa bile yapılan donatı taramaları sırasında özellikle bodrum ve zemin katta çok fazla olduğu görülmüştür. Ayrıca, sıyirmalar sonucu tespit edilen kolon düşey donatıları projede verilenle karşılaştırılıp donatı gerçekleşme oranı hesaplanmıştır. Paspayı sıyirmaları gösterir Tablolar ve fotoğraflar aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.9: İncelenen yapıdan alınan karot numuneler.

Tablo 4.1: Karot test sonuçları.

Karot Test Sonuçları							
Kat no	Karot no	Kolon-perde aksı	Silindir Ebadı		Alan (cm ²)	Kırılma Yüğü (KN)	Ölçülen Karot Dayanımı (Mpa)
			Çap (cm)	Yüks. (cm)			
Bodrum	B01	22X/27Y	9.4	9.4	69.40	38.86	5.60
Bodrum	B02	21X/25Y	9.4	9.4	69.40	40.25	5.80
Bodrum	B03	21X/22Y	9.4	9.4	69.40	50.66	7.30
Zemin	Z01	29X/28Y	9.4	9.4	69.40	45.80	6.60
Zemin	Z02	15X/26Y	9.4	9.4	69.40	52.05	7.50
Zemin	Z03	21X/23Y	9.4	9.4	69.40	67.32	9.70
1	101	28X/22Y	9.4	9.4	69.40	51.35	7.40
1	102	28X/24Y	9.4	9.4	69.40	41.64	6.00
1	103	21X/28Y	9.4	9.4	69.40	58.29	8.40
2	201	22X/25Y	9.4	9.4	69.40	61.07	8.80
2	202	21X/26Y	9.4	9.4	69.40	47.19	6.80
2	203	15X/27Y	9.4	9.4	69.40	36.78	5.30
3	301	20X/26Y	9.4	9.4	69.40	31.23	4.50
3	302	25X/27Y	9.4	9.4	69.40	37.47	5.40
3	303	21X/22Y	9.4	9.4	69.40	47.88	6.90
				Aritmetik Ortalama			6.80
				Standart sapma			1.43
				$f_{cm}(Mpa)$			4.60

Tablo 4.2: Kolonlardaki donatıların pas payı sıyırma ile tespitinin sonuçları.

No	Kat- Eleman	İşlem adı	Aks	Yerinde boyuna donatı	Yerinde etriye	Yerin de donatı alanı	Projede boyuna donatı	Projede donatı alanı	Projede gerçekl eşme oranı
1	Bodrum	PPSB01	21X/28Y	8Φ18	Φ8/25	20.32	14Φ18	35.56	0.57
2	Bodrum	PPSB02	22X/25Y	8Φ18	Φ8/25	20.32	14Φ18	35.56	0.57
3	Bodrum	PPSB03	21X/23Y	8Φ18	Φ8/25	20.32	14Φ18	35.56	0.57

Tablo 4.2: Kolonlardaki donatıların pas payı sıyırma tespitinin sonuçları devamı.

4	Bodrum	PPSB04	22X/22Y	8Φ18	Φ8/25	20.32	14Φ18	35.56	0.57
5	Bodrum	PPSB05	23X/26Y	8Φ18	Φ8/25	20.32	14Φ18	35.56	0.57
6	Bodrum	PPSB06	20X/25Y	8Φ18	Φ8/25	20.32	14Φ18	35.56	0.57
7	Zemin	PPSZ01	23X/27Y	8Φ18	Φ8/25	20.32	14Φ18	35.56	0.57
8	Zemin	PPSZ02	22X/25Y	8Φ18	Φ8/25	20.32	14Φ18	35.56	0.57
9	Zemin	PPSZ03	31X/28Y	8Φ18	Φ8/25	20.32	14Φ18	35.56	0.57
10	Zemin	PPSZ04	15X/22Y	8Φ18	Φ8/25	20.32	14Φ18	35.56	0.57
11	Zemin	PPSZ05	21X/23Y	8Φ18	Φ8/25	20.32	14Φ18	35.56	0.57
12	Zemin	PPSZ06	15X/22Y	6Φ18	Φ8/25	15.24	14Φ18	35.56	0.43
13	1.kat	PPS101	22X/28Y	8Φ18	Φ8/25	20.32	14Φ18	35.56	0.57
14	1.kat	PPS102	23X/24Y	8Φ20 (8Φ18)	Φ8/25	20.32	14Φ18	35.56	0.57
15	1.kat	PPS103	22X/22Y	8Φ18	Φ8/25	20.32	14Φ18	35.56	0.57
16	1.kat	PPS104	21X/21Y	8Φ20 (8Φ18)	Φ8/25	20.32	14Φ18	35.56	0.57
17	1.kat	PPS105	21X/24Y	8Φ20 (8Φ18)	Φ8/25	20.32	14Φ18	35.56	0.57
18	1.kat	PPS106	21X/27Y	8Φ20 (8Φ18)	Φ8/25	20.32	8Φ18	20.32	1.00
19	2.kat	PPS201	23X/27Y	6Φ18	Φ8/25	15.24	8Φ18	20.32	0.75
20	2.kat	PPS202	22X/25Y	8Φ20 (8Φ18)	Φ8/25	20.32	8Φ18	20.32	1.00
21	2.kat	PPS203	22X/23Y	8Φ18	Φ8/25	20.32	8Φ18	20.32	1.00
22	2.kat	PPS204	21X/22Y	8Φ20 (8Φ18)	Φ8/25	20.32	8Φ18	20.32	1.00
23	2.kat	PPS205	15X/24Y	8Φ20 (8Φ18)	Φ8/25	20.32	8Φ18	20.32	1.00

Tablo 4.2: Kolonlardaki donatıların pas payı sıyırma tespitinin sonuçları devamı.

24	2.kat	PPS206	21X/26Y	8Φ20 (8Φ18)	Φ8/25	20.32	8Φ18	20.32	1.00
25	3.kat	PPS301	20X/26Y	8Φ18	Φ8/25	20.32	8Φ18	20.32	1.00
26	3.kat	PPS302	25X/24Y	8Φ18	Φ8/25	20.32	8Φ18	20.32	1.00
27	3.kat	PPS303	21X/22Y	8Φ18	Φ8/25	20.32	8Φ18	20.32	1.00
28	3.kat	PPS304	20X/24Y	8Φ18	Φ8/25	20.32	8Φ18	20.32	1.00
29	3.kat	PPS305	18X/22Y	8Φ18	Φ8/25	20.32	8Φ18	20.32	1.00
30	3.kat	PPS306	21X/27Y	8Φ18	Φ8/25	20.32	8Φ18	20.32	1.00
ORTALAMA									0.75



Şekil 4.10: İncelenen yapıda kolonlarda pas payı sıyırma ile donatı tespiti.

Tablo 4.3: Kirişlerdeki donatıların pas payı sıyırma ile tespiti sonuçları.

No	Kat- Eleman	İşlem adı	Aks	Yerinde boyuna donatı	Yerinde donatı alanı	Projede boyuna donatı	Projede donatı alanı	Projede gerçekleş me oranı
1	Bodrum	PPSKB01	22-23X/28Y	2Φ18	5.08	2Φ18	5.08	1.00
2	Bodrum	PPSKB02	21-22X/25Y	2Φ14	3.08	2Φ14	3.08	1.00
3	Bodrum	PPSKB03	21-22X/23Y	2Φ14	3.08	2Φ14	3.08	1.00
4	Bodrum	PPSKB04	21-22X/22Y	3Φ16	6.03	3Φ16	6.03	1.00
5	Zemin	PPSKZ01	23-28X/27Y	3Φ16	6.03	3Φ16	6.03	1.00
6	Zemin	PPSKZ02	23-28X/22Y	2Φ16	4.02	2Φ16	4.02	1.00
7	Zemin	PPSKZ03	28-31X/18Y	4Φ16	8.04	4Φ16	8.04	1.00
8	Zemin	PPSKZ04	15-20X/22Y	2Φ16	4.02	2Φ16	4.02	1.00
9	1.kat	PPSK101	22-23X/28Y	2Φ16	4.02	2Φ16	4.02	1.00
10	1.kat	PPSK102	23-28X/24Y	3Φ16	6.03	3Φ16	6.03	1.00
11	1.kat	PPSK103	21-22X/24Y	3Φ16	6.03	3Φ16	6.03	1.00
12	1.kat	PPSK104	20-21X/27Y	2Φ14	3.08	2Φ14	3.08	1.00
13	2.kat	PPSK201	23-28X/27Y	2Φ16	4.02	2Φ16	4.02	1.00
14	2.kat	PPSK202	22-23X/25Y	2Φ14	3.08	2Φ14	3.08	1.00
15	2.kat	PPSK203	20-21X/22Y	2Φ16	4.02	2Φ16	4.02	1.00
16	2.kat	PPSK204	15-20X/24Y	2Φ16	4.02	2Φ16	4.02	1.00
17	3.kat	PPSK301	21-22X/27Y	3Φ14	4.62	3Φ14	4.62	1.00
18	3.kat	PPSK302	22-25X/24Y	2Φ16	4.02	2Φ16	4.02	1.00
19	3.kat	PPSK303	18-20X/24Y	2Φ18	5.08	2Φ18	5.08	1.00
20	3.kat	PPSK304	11-18X/22Y	2Φ18	5.08	2Φ18	5.08	1.00
ORTALAMA								1.00



Şekil 4.11: İncelenen yapıda kirişlerde pas payı sıyırma ile donatı tespiti.

4.3 Yapının Genel Durumu

Yapının kolon ve kirişlerinde yapılan paspayı sıyırmalarının ve donatı taramalarının ışığında kolon ve kiriş paspaylarının yeterli olduğu düşünülmektedir. Mevcut planlara ve yapılan rölöve çalışmaları sonucunda ortaya çıkan çizimlere göre kolon ve kiriş en kesit ebatları yeterli olmasına rağmen yapıda perde bulunmamaktadır. Bunun yanında açıklıkların uzunluk olarak az olması taşıyıcı sistemin verimli çalışması açısından iyi olarak görülmektedir.

Yapının bodrum katında yüksek oranda nem olduğu tespit edilmiş ve yapı kolonlarına tesir ettiği tespit edilmiştir. Bu yüzden; kolon donatılarının korozyona uğradığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.12: Korozyondan dolayı hasar görmüş kolon.

Yapının 3. katında koridor akslarında bulunan bazı kolon-kiriş birleşimlerinde rijit düğüm noktası oluşturulamadığı görülmüştür. Tüm bunların dışında bodrum katlar hariç yapının iç ve dış duvarlarında başka hasara rastlanmamıştır.

Balıkesir Üniversitesi Meslek Yüksekokulu binasında, yapılan rölöve çalışmaları ve incelenen mevcut projeler sonucunda günümüz TBDY 2018 ve 1975 yönetmelikleri incelenmiş ve aşağıdaki çıkarımlar yapılmıştır;

-1975 yılı yönetmeliği karşılaştırması-

- 1975 yönetmeliğine göre yapı önem kat sayısı 1'den büyük olan binalar da beton sınıfı en az B225 (C18) olmalıdır. Yapıdan alınan karot numunelerinde yapılan beton basınç deneyi sonuçlarına göre yönetmeliğin bu maddesini sağlamamaktadır [54].

- Ayrıca, yapı kolonlarda aranan en kesit alanının en az %1'i kadar düşey donatı oranını sağlamaktadır.

-2018 yılı yönetmeliği karşılaştırması-

- 2018 yılında yayınlanan yönetmeliğe göre beton sınıfı en az C25 olmalıdır. Mevcut yapı bu koşulu sağlamamaktadır.
- 1975 yılında yayınlanan yönetmelikte vurgulanan kolon kısa kenarlarının 25 cm'den az olmaması koşulu 2018 yılı yönetmeliğinde 30cm'den az olmaması şeklinde değiştirilmiştir [2].

Ayrıca, yapının mevcut planları incelendiğinde kolon donatılarının nervürlü (S420) ve beton sınıfının C14 olması planlandığı görülmüştür.



5. KANADA SİSMİK TARAMA YÖNTEMİ VE BU YÖNTEM İLE BİNA PERFORMANSININ BELİRLENMESİ

Bu bölümde, Kanada Sismik Tarama Yönteminin hesap adımları detaylı bir şekilde açıklanıp, bu tez kapsamında hızlı değerlendirme yöntemleriyle deprem riski belirlenecek olan yapımızın bu yöntem ile uygulaması anlatılmıştır.

5.1 Yöntem

Kanada Ulusal Araştırma Birliği tarafından yayınlanan ilkeler ışığında önerilen yöntem çok aşamalı ve detaylı bir incelemenin ilk aşaması olarak düşünülmekte ve incelenen yapı grubundaki her bir binanın deprem riskinin sayısal olarak ön değerlendirilmesini içermektedir [50]. Ön değerlendirme olarak geliştirilen bu yöntemin ardından mutlaka detaylı bir inceleme ve hesaplama yapılması gerekliliği önerilmektedir. Mevcut yapılarda gerekli inceleme ve hesapların olası bir depremden önce yapılarak yetersiz görülen yapıların depremde hedeflenen performans seviyesine yükseltilmesi için uygulanacak iyileştirme işlemlerine karar verilmesi yöntemin esas amacını oluşturmaktadır [19].

Değerlendirmeye tabi tutulacak binaların seçilmesi de önemli bir aşamadır. Mühendislik hizmeti almamış, hasar görebilirliği yüksek, sünek olarak tasarlanmadığı ve imal edilmediği düşünülen çerçeve türü binalara öncelik verilmelidir. Mimari çizim ve mühendislik projelerine ulaşılabilen binalar bir sonraki değerlendirmeye bırakılabilir [18].

Bu yöntemin kullanıcıları mühendisler, mimarlar, bina sahipleri, acil müdahale yöneticileri olabilmektedir. Değerlendirme yapacak ekibin başında devamlı olarak bilgi alınabilecek yapı ve deprem mühendisliği konularında tecrübeli bir yol göstericinin bulunması gerekmektedir. Böylece daha güvenilir değerlendirme yapılması sağlanmış olur [18], [26].

Geçmiş büyük depremler ülkemizin kentsel yerleşimlerindeki deprem hasarlarının bina kat sayısı ile doğru orantılı olduğunu göstermiştir. Bu durum özellikle deprem tasarımından yoksun olan binalar için geçerlidir. Hasarı arttıran diğer faktörler de iyi bilinmektedir [27].

Deprem performansı araştırılan binalarda doğru ve güvenilir sonuçlara ulaşabilmenin için ilk ve en önemli adımı mümkün olduğu kadar bilgi toplamaktır. Bu amaçla hazırlanmış formda bu bilgilere yer verilmektedir. Her bir bilgi, sayısal bir değere karşılık gelmektedir. Binanın adresi, posta numarası, bina kat adedi, yapının imal yılı, projelendirme yılı, toplam bina kullanım alanı, bina adı, değerlendirme yapanın künyesi, değerlendirme tarihi, binanın çevresiyle ilişkisini gösteren şematik bir plan, binanın tipik bir fotoğrafı, var ise tipik kat planı, yapımda kullanılan taşıyıcı sistemin malzemesi (betonarme, çelik, yığma, ahşap vb.), taşıyıcı sisteme zaman içerisinde yapılan müdahale, bozulmalar gibi bilgiler kayıt edilmektedir.

(A), bölgenin depremsellik katsayısı,

(B), zemin koşulları katsayısı,

(C), taşıyıcı sistem türü katsayısı,

(D), düzensizlik katsayısı,

(E), binayı kullanan insan sayısına bağlı önem katsayısı,

(F), yapısal olmayan binada tehlike oluşturan durum katsayısı,

gibi parametrelere değerler verilerek sayısallaştırılmış ve yapısal indeks (*SI*) olarak aşağıdaki biçimde tanımlanmıştır [17], [50]:

$$SI = A . B . C . D . E \quad (5.1)$$

Binanın genel hali (*G*) ve yapısal olmayan bileşenleri (*H*) de değerlendirmeye alan yapısal olmayan indeks (*NSI*) ise;

$$NSI = B . E . F \quad (5.2)$$

formülü ile hesaplanmaktadır. Yapısal ve yapısal olmayan indekslerden sismik öncelik indeksine (SPI) aşağıdaki denkleme ile geçilebilir:

$$SPI = SI + NSI \quad (5.3)$$

Bu sayısal verilerin dışında, incelenen bina ile ilgili değerlendirmeler yöntem için hazırlanan kullanım kılavuzunda yer alan formlara işlenebilmektedir [50]. Bu formlar Ek-B’de verilmiştir.

A, B, C, D, E, F, katsayılarının alabileceği sayısal değerlerin üst ve alt limitleri değerlendirme sonuçları bakımından önemlidir.

Depremsellik faktörü olarak da tanımlanan “A” değeri, iki parametre değeri ile belirlenmektedir. Bunlar maksimum yer hızı Z_v ve maksimum yer ivmesi Z_a ’dır. Bu değerler, altı bölgeden oluşan deprem zonları ile tabir olunur. Z_v değeri Z_a ’dan büyük ise Z_v , Z_a değeri Z_v ’den büyük ise $Z_v + 1$ değeri deprem zonunu belirlemektedir.

g	Z_a	m/sn	V	Z_v
0	0	0	0	0
0.04	1	.05	1	1
0.08	2	.10	2	2
0.11	3	.15	3	3
0.16	4	.20	4	4
0.23	5	.30	5	5
0.32	6	.40	6	6

Şekil 5.1 Maksimum yer ivmesi ve hızına bağlı Z_a ve Z_v değerleri [10].

Veri toplama formunda yönetmelik yılı ve deprem zonuna göre depremsellik puanı belirlenir. Formadaki değerlere göre bu puan 1 ile 4 aralığında değişebilmektedir; yüksek A değerleri daha riskli bölgelere karşılık gelmektedir.

Zemin koşulu faktörü “B” puanı, 1 ile 2 aralığında değişebilmektedir. Zeminin sağlam, zayıf ya da kayabilir olmasına göre veri toplama formunda işaretlenerek bu puan belirlenir. Puan azaldıkça zemin sağlamlığı artmaktadır.

Taşıyıcı sistemle ilgili olan “C” puanı, taşıyıcı sistemin türü ve değerlendirme yılına göre veri toplama formuna işaretlenerek tespit edilir. Bu puan 1 ile 3.5 arasında değişmektedir. Puan büyüdükçe taşıyıcı sistemin depreme karşı dayanıklılığı azalmaktadır. Taşıyıcı sistem türleri veri toplama formunun ilk sayfasında belirtilmiştir.

Yapının deprem performansını olumsuz yönde etkileyecek olan düzensizlikler “D” değeri ile ifade edilir. Bu olumsuz etkiler, düşeyde düzensizlik, planda düzensizlik, kısa kolonlar, yumuşak kat, çekiçleme etkisi, önemli değişiklikler ve bozulmalar olarak tanımlanmıştır. Bu düzensizliklerinin hiç birinin yapıda bulunmaması durumu için de tanımlama yapılmıştır. Yapısal düzensizlikler, statik tasarımın doğru şekilde teşkil edilmemesi dolayısıyla da oluşabilmektedir. Ancak mimari tasarımın, deprem davranışı dikkate alınmadan teşkil edilmesi dolayısıyla bu tür düzensizlikler ile daha sık karşılaşmaktadır. Bu şekilde yapısal düzensizliklerin oluşması, mimari proje aşamasında deprem davranışı da göz önüne alınarak engellenebilir. İncelenen yapıda, yönetmelik yılı da gözönüne alınarak tespit edilen her düzensizlik puanı birbiri ile çarpılıp ‘D’ puanı hesaplanır. Her bir düzensizlik durumu için 1 ile 2 aralığında bir değer belirlenmektedir. En büyük /olumsuz katsayı ise yumuşak kat oluşumuna verilmektedir.

Binanın kullanım amacı ve kapasitesi ile ilgili olan “E” değeri, sonuç puanının belirlenmesinde büyük önem taşımaktadır. Kullanıcı kapasitesi (N), yapının alanı, ne yoğunlukta kullanıldığı ve ortalama bir haftada kaç saat kullanıldığına göre değişiklik göstermektedir. İncelenen yapının kullanıcı sayısı, ondan az ise düşük önem düzeyi, on ile üç yüz arasındaysa normal önem düzeyi, üç yüz ile üç bin arasındaysa (okul, kütüphane gibi) yüksek önem düzeyi, üç binden fazla ise afet durumunda bile kullanılabilir olması beklenen çok yüksek önem düzeyine sahiptir.

Yönetmelik yılı ve kullanıcı sayısı dikkate alınarak veri toplama formu ile E puanı belirlenir. Bu puan 0.7 ile 3 arasında değişkenlik göstermektedir. Puan büyüdükçe yapının önem derecesi de artmaktadır.

Yapısal olmayan faktörler “F” puanı, düşme tehlikesine sahip eleman puanı ‘F1’ ve özel işletmelerde oluşabilecek tehlike durumu puanı ‘F2’ den büyük olan ile tanımlanmaktadır. Yönetmelik yılı da dikkate alınarak $F = \max(F1, F2)$ şeklinde belirlenir ve bu değer en az 1 en çok 6 değerini almaktadır.

Kanada Ulusal Araştırma Birliği tarafından yayınlanan kılavuza göre puan türleri binanın yönetmelik yılı ve değerlendirme yılına bağlı olarak belirlenir. Yönetmelik yılı olarak tabir edilen, binanın tasarlanmasından önce yayınlanan son yönetmeliğin yürürlüğe giriş yılıdır. Değerlendirme yılı ile kastedilen ise, kapsamlı değişikliklerin yapıldığı ve detaylı deprem hesabı ilkelerinin sunulduğu yönetmelik yılıdır [50]. Bu duruma göre ülkemizde yayınlanan geçmiş yönetmelikler incelendiğinde, gerilme esaslı tasarımda taşıma gücüne geçilmesi ve deprem hesabında tüm detayları açıklanması sebebiyle 1998 yılı değerlendirme yılı olarak kabul edilmiştir.

Bina ile ilgili inceleme tamamlandıktan sonra bir sonraki aşama için elde edilen sayısal sonuçların değerlendirmesi yapılır. Bu aşamada öncelikli olarak hesaplanan indekse göre bir sıralama yapılmaktadır. Puanın yüksek olması önceliğin yüksek olması gerektiği anlamına gelir.

Öncelik sıralamasında üç indeksten (SI, NSI, SPI) biri kullanılabileceği gibi binanın ve bölgenin depremselliği dikkate alınarak yalnızca biri de seçilebilir. Örneğin, deprem riski düşük bölgelerde yapısal olmayan hasarların değerlendirilmesi durumunda, o binanın değerlendirilme kapsamına alınıp alınmaması karar verilmektedir. Öncelik sıralamasında kullanılacak sınır değerlerin belirlenmesi bina için kullanılacak bütçeyi doğrudan etkilediğinden, güç olmakla birlikte, varsayılan bazı değerlere göre öncelik düzeyleri şu şekildedir [10], [17], [50]:

- SI ya da NSI 1.0~2.0 Yeterli Deprem Güvenliği (YDG)
- SPI <10 Düşük Öncelikli Binalar (DÖB)

- SPI 10~20 Orta Öncelikli Binalar (OÖB)
- SPI >20 Yüksek Öncelikli Binalar (YÖB)
- SPI >30 Çok Tehlikeli Binalar (ÇTB)

Pek çok faktörü dikkate alan bu yöntemin başarıya ulaşması nitelikli kişilerce doğru ve güvenilir veri toplama ile doğrudan ilgilidir. Bina ile ilgili bir projeye ulaşılamadığında güvensizlik doğurabilecek veriler; binanın projelendirme ve yapım yılı, kat alanları, zemin koşulları, olarak sıralanabilir. Belirsizliklerin çok olması durumunda güvenli tarafta kalacak seçimlerin yapılması önerilmektedir [26].

5.2 Kanada Sismik Tarama Yöntemi Uygulaması

Bölüm 4’de ayrıntıları sunulan Balıkesir Üniversitesi Meslek Yüksek Okuluna ait incelemeler tamamlandıktan sonra öncelikle binaya ait verilerin oluşturduğu A, B, C, D, E, F, katsayılarının alabileceği sayısal değerler belirlenmiştir. Değerlendirme sonuçlarının gerçeği yansıtması bakımından bu değerler önem arz etmektedir. Bina ile ilgili ne kadar çok bilgi toplanırsa, doğru kararlar verilmesine o kadar yardımcı olmaktadır.

Öncelikle, binanın 1990 yılında tasarlanmış olması sebebiyle yönetmelik yılı 1975, değerlendirme yılı ise taşıma gücüne göre deprem hesabına geçilmesi sebebiyle 1998 olarak kabul edilmiştir.

A parametresi; depremsellik faktörü olarak tanımlanmaktadır. Yöntemin uygulaması yapılacak olan bina bulunduğu bölgenin en büyük yer ivmesi 0.358, en büyük yer hızı 23.368 cm/sn (0.2 m/sn) olarak belirlenmiştir. Bu değerler ile $Z_a > Z_v$ olduğundan $Z_v + 1$ deprem zonunu vermektedir. Şekil 5.1’ye bakılarak bölgenin 6. Deprem zonunda yer aldığı tespit edilmiştir. Yönetmelik yılı olarak 1975, değerlendirme yılı 1998 olarak kabul edilmesi sebebiyle sismik tarama formundan depremsellik puanı A=2 olarak seçilmiştir.

B parametresi; zemin koşulu olarak tanımlanmaktadır. Daha önceden yapılmış sondajlı zemin etüt raporuna istinaden yerel zemin sınıfı C, zemin grubu Z3

olduğu belirtilmiştir. Bu zemin sınıfı da sismik tarama formunda zayıf zemine karşılık gelmekte ve zemin puanı B=1 olarak seçilmektedir.

C parametresi; taşıyıcı sistem türü olarak tanımlanmaktadır. Söz konusu yapının yerinde yapılan incelemeler neticesinde, betonarme çerçeve sistem türünde tasarlandığı tespit edilmiştir. Deprem yüklerinin çerçeveler ile karşılandığı bu sistemler Kanada Sismik Tarama Formunda 'CMF' kısaltmasıyla gösterilmiştir. İncelenen binanın 1975 yılı sonrasında 1998 yılı öncesinde yapılmış olması nedeniyle, sismik tarama formundan taşıyıcı sistem türü puanı C=1.5 olarak seçilmiştir.

D parametresi; düzensizlikler olarak tanımlanmaktadır. İncelenen yapıda kısa kolon oluşumu gözlemlenmiştir. Yapıda bulunan büyük galeri boşlukları sebebiyle döşeme süreksizliği oluşmuş, dolayısıyla A2 türü, plan düzensizliği tespit edilmiştir. Bitişik nizam olarak tasarlanan yapının, yeterli dilatasyon derzine sahip olmaması sebebiyle çekiçleme etkisine maruz kaldığı tespit edilmiştir. Binanın içinde yapılan incelemelerde bazı kolonların korozyona maruz kaldığı görülmüş ve bu sebeple yapıda bozulmalar olduğu tespit edilmiştir. Sismik tarama formunda her bir düzensizlik için verilen değerlerin çarpılmasıyla D düzensizlik parametresi aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$1.5(\text{A2 düzensizliği}) \times 1.5(\text{kısa kolon}) \times 1.3(\text{çekiçleme}) \times 1.3(\text{bozulma}) = 3.80$$

E parametresi; bina önem katsayısı olarak tanımlanmakta ve incelenen binayı kullanan insan sayısına göre belirlenmektedir. Söz konusu yapı ise yüksekokul olarak kullanılmaktadır. Bu tip yapılar deprem sonrası hemen kullanımı gereken ve insanların uzun zamanlı ve yoğun bir şekilde bulunduğu yapılar sınıfına girmektedir. Sismik tarama formundan E=1.2 olarak seçilmiştir.

F parametresi; yapısal olmayan tehlikeler olarak tanımlanmaktadır. Binanın dış cephesinde düşme ihtimali olan herhangi bir eleman (parapet, baca...vb) tespit edilmemiştir. Bina içinde yapılan inceleme ile acil durumlarda kaçış yollarının kapanmasına sebep olacak herhangi bir duruma rastlanmamış bu sebepten, yapısal olmayan tehlikeler puanı F=1 olarak seçilmiştir.

Tablo 5.1: Kanada sismik tarama yöntemi parametre değerleri.

Parametre simgesi	Parametre tanımı	Alt-Üst Sınır değerleri	Sayısal değerler
A	Yapının bulunduğu bölgenin depremselliği	1-4	2
B	Yerel zemin koşulları	1-2	1
C	Taşıyıcı sistem türü	1-3.5	1.5
D	Binada bulunan düzensizlikler	Her bir düzensizlik için 1-2 arasında	3.8
E	Bina önem katsayısı	0.7-3.0	1.2
F	Yapısal olmayan bileşenler	1-6	1

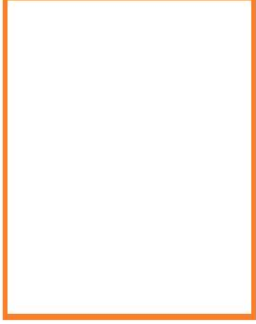
Seçilen yapının Yapısal İndeks ve Yapısal Olmayan İndeks değerleri için denklem (5.1) ve (5.2)'den elde edilir.

$$\text{Yapısal İndeks(SI): } 2 \times 1 \times 1.5 \times 3.8 \times 1.2 = 13.68$$

$$\text{Yapısal Olmayan İndeks(NSI): } 1 \times 1.2 \times 1 = 1.2$$

$$\text{Sismik Öncelik İndeksi(SPI): } 13.68 + 1.2 = 14.88$$

İndeks değerleri hesaplanması sonucunda SI değeri 13.68, NSI değeri 1.2 ve SPI değeri 14.88 olarak bulunmuştur. Elde edilen SPI=14.88 değeri ile SPI 10-20 Orta Öncelikli Binalar (OÖB) kapsamına da olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

SİSMİK TARAMA FORMU				Sf. 1/2	KONU No.:
Adres: Çağış Mah. Balıkesir Üniv. Kampüsü Altıeylül/BALIKESİR			Posta Kodu: 10100	Bina Adı: Meslek Yüksekokulu-D Blok	
Kat Sayısı:	Toplam Kat Alanı: 622.5 m ²		Yapım Yılı: 1990	Yönetmelik Yılı: 1975	
Kullanım (sf.2'deki listeden bakınız): Okul			Tarihi Miras: -		
Denetmen: Ezgi GÜLGEÇ		Tarih: 09.04.2019		Kontrol Eden:	
 D BLOK PLAN ÇİZİMİ					
TAŞIYICI SİSTEM TÜRÜ (uygun tanımı yuvarlak içine al)			DS	BINADAKİ DÜZENSİZLİKLER (uygun tanımı yuvarlak içine al)	
Ahşap	WLF	Hafif Ahşap Çerçeve	90	1. Düşeyde Düzensizlik	Planda ani değişiklikler (örn: geri çekme ya da eğimli arazideki bina)
Çelik	WPB	Ahşap, Dikme ve Kiriş	90	2. Planda Düzensizlik	Düzensiz bina şekilleri; L, V, E, T, burulma düzensizliği (örn: peerde duvarların tek cephede toplanması)
	SMF	Çelik Çerçeve		3. Betonarme Kısa Kolonlar	Kısmî kat yüksekliğinde duvarlarla tutulmuş kısa kolonlar (yapısal veya dolgu) ya da katlar arası boşluklar
	SBF	Çaprazlı Çelik Çerçeve		4. Yumuşak Kat	Perde duvarlardaki süreksizlik nedeniyle rijitlikte azalma, açıklıklar vb.
	SLF	Hafif Çelik		5. Çekiçleme	Binalar arasındaki boşluk 20 x Z _y x Kat Sayısı (mm)'den az ise
	SCW	Betonarme Perde Duvarlı Çelik Çerçeve		6. Önemli Değişiklikler	Yükleme veya ağırlıkta önemli artışa yol açan herhangi bir işlev, kullanım veya ek değişikliği
Betonarme	SIW	Dolgu Duvarlı Çelik Çerçeve	85	7. Bozulmalar	Yapısal elemanlar zarar görmüş, binanın zayıf koşulları görünüyor ise (paslanmış donatı, cürümüş ahşap, zayıf beton ya da yığma)
	CMF	Betonarme Çerçeve		8. Yok	Yukarıdaki düzensizliklerden hiçbiri yok ise
	CSW	Betonarme Perde Duvar			
	CIW	Dolgu Duvarlı Betonarme Çerçeve			
Yığma	PCF	Önüretimli Betonarme Çerçeve	90		
	PCW	Önüretimli Betonarme Duvar			
	RML	Diyaframı Ahşap / Trapez Levha Olan Donatılı Yığma			
	RMC	Diyaframı Betonarme Olan Donatılı Yığma			
	URM	Donatısız Yığma			
YAPISAL OLMAYAN TEHLİKELER (uygun tanımı yuvarlak içine al)					
F1 <u>Düşme Tehlikesi</u>					
Dış: Yığma bacalar, parapetler, ahşap ya da doğal taş ön üretimli paneller, güvenli olmayan camlar, yürüyüş yolu üzerinde bulunan kanopiler					
İç: Ağır bileşenler: yığma bölme elemanları; çıkışlarda güvenli olmayan camlar; insanların yoğun olduğu ortamlara göçebilecek raflar					
F2 <u>Özel İşletmelerde Tehlikeler</u> : Özel işletmelerin sürekli çalışması için gerekli olan ekipmanlar.					
Sahibi ya da yetkili kişi devam eden işlemler için gereken kritik öğelerin listesini oluşturmaktadır.					

Şekil 5.2 İncelenen bina için oluşturulan Kanada Sismik Tarama Formu-1

SİSMİK TARAMA FORMU														Sf. 1/2		Konu No.:																			
SİSMİK İNDEKS: Uygun değeri yuvarlak içine al ve sağ tarafta sonucu belirt. Kesin olmayan değerleri (*) işareti ile belirt.																																			
A	Depsemsellik	Yönetmelik Yılı	Etketif Sismik Bölge ($Z_a > Z_v$ ise Z_v ya da Z_v+1)										A= 2																						
			2	3	4	5	6																												
		65 Öncesi	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0																												
		65-84	1.0	1.0	1.3	1.5	2.0																												
		85 Sonrası	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0																												
B	Zemin Koşulları	Yönetmelik Yılı	Zemin Sınıfı										B= 1																						
			Kaya	Sağlam Zemin	Zayıf Zemin	Çok Zayıf ya da	Bilinmeyen																												
			Sağlam Zemin	> 50 m	> 15 m	Kayabilir Zemin	Zemin																												
		65 Öncesi	1.0	1.3	1.5	2.0	1.5																												
		65 Sonrası	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5																												
C	Taşıyıcı Sistem Türü (BM=Değerlendirme yılı)	Yönetmelik Yılı	Taşıyıcı Sistem Türü ve Sembolleri												C= 1.5																				
			Ahşap		Çelik		Betonarme		Ön Üret.	Yığma Dolgu		Yığma																							
			WLF	WPB	SLF	SMF	SBF	SCW	CMF	CSW	PCF	PCW	SIW, CIW	RML, RMC		URM																			
		70 Öncesi	1.2	2.0	1.0	1.2	1.5	2.0	2.5	2.0	2.5	2.0	3.0	2.5		3.5																			
		70- BM	1.2	2.0	1.0	1.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.8	1.5	2.0	1.5		3.5																			
BM Sonrası	1.2	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	-																						
D	Düzensizlikler	Yönetmelik Yılı	1. Düşeyde	2. Planda	3. Kısa Kolon	4. Yumuşak Kat	5. Çekiçleme	6. Dönüştürme	7. Bozulma	8. Hiçbiri	D= 3.8																								
		70 Öncesi	1.3	1.5	1.5	2.0	1.3	1.3	1.3	1.0																									
		70 Sonrası	1.3	1.5	1.5	1.5	1.3	1.0	1.3	1.0																									
E	Bina Önemi	Yönetmelik Yılı	Düşük Kullanım	Normal Kullanım	Okul ya da Fazla Kullanım	Afet Sonrası ya da Çok Fazla Kull.	Özel İşletme Gereksinimleri	E= 1.2																											
			N<10	N=10-300	N=301-3000	N>3000																													
		70 Öncesi	0.7	1.0	1.5	2.0	3.0																												
70 Sonrası	0.7	1.0	1.2	1.5	2.0																														
E= N= Kullanım Alanı x Kullanım Yoğunluğu x Süre Faktörü=x.....x.....=																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ana Kullanım</th> <th>Kullanım Yoğunluğu kişi/m²</th> <th>Ortalama Haftalık Kullanım Saati</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Toplantı</td> <td>1</td> <td>5-50</td> </tr> <tr> <td>Ticari, Hizmet</td> <td>0.2</td> <td>50-80</td> </tr> <tr> <td>Ofis, Enstitü, Üretim</td> <td>0.1</td> <td>50-60</td> </tr> <tr> <td>Konut</td> <td>0.05</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Depo</td> <td>0.01-0.02</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table> * Süre Faktörü ortalama haftalık kullanım saatinin 100'e bölünmesiyle elde edilir, değeri 1.0'den büyük olamaz.																		Ana Kullanım	Kullanım Yoğunluğu kişi/m ²	Ortalama Haftalık Kullanım Saati	Toplantı	1	5-50	Ticari, Hizmet	0.2	50-80	Ofis, Enstitü, Üretim	0.1	50-60	Konut	0.05	100	Depo	0.01-0.02	100
Ana Kullanım	Kullanım Yoğunluğu kişi/m ²	Ortalama Haftalık Kullanım Saati																																	
Toplantı	1	5-50																																	
Ticari, Hizmet	0.2	50-80																																	
Ofis, Enstitü, Üretim	0.1	50-60																																	
Konut	0.05	100																																	
Depo	0.01-0.02	100																																	
SI YAPISAL İNDEKS = A . B . C . D . E														SI= 13.68																					
F=	YAPISAL OLMAYAN TEHLİKELER		Tanım		Yok	Evet	Evet *	F= maks(F1, F2) = 1																											
	F1	Düşme Tehlikesi olan elemanlar		70 Öncesi Yönetmelik	1.0	3.0	6.0																												
				70 Sonrası Yönetmelik	1.0	2.0	3.0																												
	F2	Özel İşletmelerde Tehlike	Herhangi bir yıl	1.0	3.0	6.0																													
* İlk sayfada SMF, CMF, yumuşak kat, burulma durumlarından bir ya da birkaçı işaretlenmiş ise * olan bölümü işaretle.																																			
NSI YAPISAL OLMAYAN İNDEKS = B . E . F =														NSI= 1.2																					
SPI SİSMİK İNDEKS = SI + NSI =														SPI= 14.88																					
Yorumlar: Betonarme kısa kolon, bozulma, çekiçleme ve döşeme süreksizliği D Blok, B ve E Blokları arasında bitişik nizam olarak inşa edilmiştir.																																			

Şekil 5.3 İncelenen bina için oluşturulan Kanada Sismik Tarama Formu-2

6. JAPON SİSMİK İNDEKS YÖNTEMİ ve BU YÖNTEM ile BİNA PERFORMANSININ BELİRLENMESİ

6.1 Yöntem

Japonya'nın 1968 yılında yaşadığı Tokachi-oki depreminin ardından önerilen bu yöntemde asıl amaç, mevcut yapıların deprem etkisi altındaki taşıma gücünü incelemek ve gerekirse dayanımı arttırmak için çalışma başlatmaktır. Yaşanan depremin binalar üzerinde bıraktığı ağır hasarlardan sonra, deprem olmadan önce bina performansının tahmininin ne kadar önemli olduğu fark edilmiştir. Bu depremden yaklaşık 6-7 yıl sonra Architectural Institute of Japan (AIJ) tarafından “Seismic Capacity Evaluation Method for R/C School Building” geliştirilmiştir [25].

1977'de Japan Building Disaster Prevention Association (JBDPA) tarafından “Start of Seismic Safety Evaluation and Guideline for Retrofitting of Existing R/C Buildings” hazırlanmış, 1978 Miyakgiken-oki depreminden sonra ise 1979'da çelik ve ahşap binalar için bir yönetmelik yayınlanmıştır. 1977 yılında JBDPA tarafından yayınlanan yönetmelik 1990 yılında Tokyo Üniversitesi, Endüstriyel Bilimler Kurumu'na yenilenmiştir. Deprem güvenliğinin değerlendirilmesi ve güçlendirme, 1995 Hyogoken-nanbu depreminden sonra çeşitli betonarme binalara uygulanmıştır [28]. 2001 yılında revize edilerek JBDPA tarafından “Seismic Evaluation of Existing Reinforced Concrete Buildings” adlı ilk ingilizce basımı yayımlanmıştır.

Ülkemizde de bu yöntem kullanılarak deprem performansını tahmini yapılan bir çok yapı vardır. Yakın tarihte, 2010 yılında, Bursa Ticaret ve Sanayi Odası Organize Sanayi Bölgesi'ne ait 1999 yılından önce yapılan 5 adet banka şubesi ve atık su arıtma tesislerinde Japon Sismik Yöntemi kullanılarak incelemeler yapılmış ve çok önemli boyutta risk bulunmadığı belirlenmiştir.

Bu yöntem, sadece betonarme çerçevelerin taşıdığı, perde ile çerçevenin birlikte taşıdığı veya sadece perdelerin taşıdığı binalarda, kısa zamanda deprem performanslarını tahmin etmek amacıyla uygulanmaktadır. Alışılmadık taşıyıcı

sistemi olan, fiziksel bozuklukları bulunan, yangın geçirmiş, 30 yaşın üzerindeki ve çok düşük malzeme dayanımlı binalar için bu yöntem uygulanmamalıdır.

Yapılan bazı çalışmalarda, mevcut ve güçlendirilmiş binalara hem Japon Sismik İndeks Yöntemi hem de yapısal çözümleme uygulanarak sonuçları karşılaştırılmış, Türkiye’de yöntemin uygulanabilirliği desteklenmek istenmiştir [32].

Yapının deprem performansını belirleyebilmek için üç aşamalı inceleme yöntemi kullanılır. Aşama seviyesi ilerledikçe daha fazla hesap yapılması gerekliliği ile incelemeye alınan bina hakkında daha detaylı bilgi elde edilir. İncelemenin ilk aşaması yapının taşıyıcı sisteminin, kaç yıllık olması ve zamanla oluşan etkilerinin incelenmesini içerir. Bu incelemeler neticesinde ulaşılan veriler ile yapının deprem performansını tanımlayan indeks I_s belirlenir. I_s indeksi ile karşılaştırma indeksi olarak tanımlanan I_{so} karşılaştırılarak yapının deprem güvenliği tahmin edilebilir. Bu karşılaştırma işlemi x ve y doğrultusundaki deprem için ayrı ayrı tüm kritik katlarda yapılır. $I_s < I_{so}$ durumu olduğunda binanın dayanımının yüksek, depreme etkisine karşı güvenli olduğu, tam tersi durumda ($I_s > I_{so}$) ise binanın dayanımının düşük, deprem güvenliğinin belirsiz olduğu kanısına varılır. Ayrıca $I_s/I_{so} < 0.4$ ise yapının depreme karşı güvenliğinin detaylı incelenmesi gerekmektedir. Burada deprem güvenliği, binanın depreme maruz kaldığında hasar almayacağı anlamına gelmemektedir. Toptan göçme riskinin olmadığı anlamı taşımaktadır [34].

Karşılaştırma indeksi I_{so} Denklem 6.1 ile hesaplanmaktadır.

$$I_{so} = E_s \cdot Z \cdot G \cdot U \quad (6.1)$$

Bu denklemde E_s ana karşılaştırma indeksinin ilk aşama değerlendirme için 0.80 alınması önerilmektedir.

Tablo 6.1: Aşamalara göre E_s indeksi değerleri.

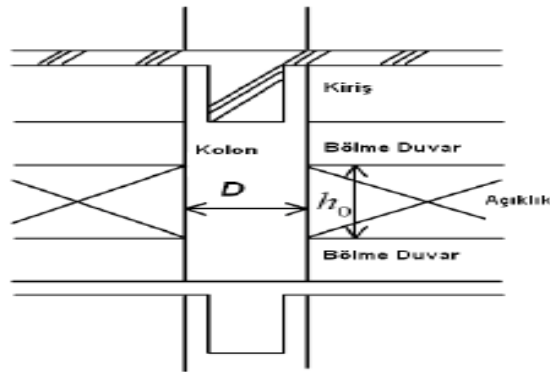
Aşama	E_s İndeks Değeri
1.Aşama Değerlendirme için	0,80
2.Aşama Değerlendirme için	0,60
3.Aşama Değerlendirme için	0,60

Z bölge katsayısı, yapının bulunduğu bölge itibariyle depremselliğini ifade etmektedir. Bu değerin 1.00 alındığı yerler genelde deprem riskinin yüksek olduğu yârlerdir. Ancak Z katsayısının hiçbir zaman 0.70'den küçük alınmaması önerilmektedir. Topografik şartlar ile zeminin genel durumunu ifade eden büyüklük, G zemin katsayısı olarak tanımlanmıştır. G katsayısı zeminin mevcut durumuna göre 1.00 ile 1.10 arasında değişen değerler alabilmektedir. Zemin şartlarının kötüye gittiği durumda G değeri de büyümektedir. Kullanım katsayısı olarak tanımlanan U, yapının önem derecesi ve insanlar tarafından kullanımının hangi yoğunlukta olduğuyula alakalıdır. Her yapı için deprem sonucu oluşabilecek etkilerin boyutu da göz önüne alınarak özel olarak belirlenmektedir. Deprem sırasında insanların barınak olarak kullanacağı yerle, tehlikeli madde depoları gibi yapılarda U katsayısının 1.25, konut ve benzeri yapılarda 1.00 olarak alınması önerilmektedir.

Performans indeksi I_S Denklem 6.2 ile hesaplanmaktadır.

$$I_S = E_O \times S_D \times T \quad (6.2)$$

Bu denklemde E_O ana yapısal performans indeksi, S_D yapının şekli ve fiziksel özelliklerine göre belirlenen katsayıdır. Yapıda zamanla oluşan yıpranma ve etkiler ile tanımlanan katsayı T ile ifade edilir. E_O indeksinin hesaplanmasında kullanılmak üzere yapıdaki düşey taşıyıcı elemanlar kolon, kısa kolon ve perde olarak üç grupta incelenmektedir. Taşıyıcı eleman net yüksekliğinin, kesit derinliğine oranı 2'den büyük olan düşey taşıyıcı elemanlar ($h_o/D > 2$) kolon, taşıyıcı eleman net yüksekliğinin, kesit derinliğine oranı 2'den küçük veya eşit olan düşey taşıyıcı elemanlar ($h_o/D < 2$) kısa kolon olarak adlandırılmıştır [53].



Şekil 6.1: Kolon temiz yüksekliği ve derinliği.

Denklem 6.2'de kullanılan E_o indeksinin hesaplanma yöntemi, incelenen yapıda kısa kolon olup olmamasına göre değişiklik göstermektedir. E_o yapıda kısa kolon bulunmaması durumunda denklem 6.3 ile, kısa kolon bulunması durumunda ise Denklem 6.4 ile hesaplanmaktadır. Bu denklemlerden, n ; bodrum kat hariç olmak üzere toplam kat adedini, i ; dikkate alınan katı, C_w ; perdelerin taşıma gücünü, C_c ; kolonların taşıma gücünü, C_w ; sünekliğine bağlı katsayıyı ifade etmekte olup bu denklemde 1.00 olarak göz önüne alınabilir. a_1 , yerdeğiştirme uyum katsayısını belirlemekte olup genelde 0.70 alınır; ancak $C_w = 0$ ise, $a_1 = 1.00$ alınmalıdır. C_{sc} kısa kolonların taşıma gücünü, F_{sc} ; kısa kolon sünekliğine bağlı katsayıyı ifade etmekte olup 0.80 olarak alınabilir. a_2 ve a_3 kısa kolon bulunması durumunda sırasıyla perdeler ve kolonlar için yer değiştirme uyum katsayılarını belirlemekte olup $a_2 = 0.70$ ve $a_3 = 0.50$ alınabilir [28].

Yapıda Kısa Kolon Bulunmaması Durumunda;

$$E_o = \left(\frac{n+1}{n+i} \right) (C_w + a_1 \cdot C_c) \cdot F_w \quad (6.3)$$

Yapıda Kısa Kolon Bulunması Durumunda;

$$E_o = \left(\frac{n+1}{n+i} \right) (C_w + a_2 \cdot C_w + a_3 \cdot C_c) \cdot F_{sc} \quad (6.4)$$

Yapıda kısa kolon varsa E_o indeksi hesaplanırken kısa kolonların taşıma gücünü göz önünde bulunduran denklem (6.4) ile kısa kolonların taşıma gücünü ihmal eden denklem (6.3)'den büyük olanı alınmalıdır. Ancak, kısa kolonlarda meydana gelecek göçme sonucunda, toptan göçme veya can güvenliğini tehdit eden bir durumun oluşması olası ise, E_o indeksi her zaman denklem (6.4) ile hesaplanmalıdır.

Perde taşıma gücü C_w Denklem 6.5 ile hesaplanabilir. Bu denklemde iki tarafından başlıklı perdelerin toplam enkesit alanını A_{w1} (cm²), bir taraftan başlıklı perdelerin toplam enkesit alanını A_{w2} (cm²), başlıksız perdelerin toplam enkesit alanını A_{w3} (cm²), beton basınç dayanımı f_c (kgf/cm²), W göz önüne alınan kat üzerindeki bina ağırlığını (kgf) ifade etmektedir [33,34].

$$C_W = \frac{(30A_{W1}+20A_{W2}+10A_{W3}).f_c}{200.W} \quad (6.5)$$

$$C_c = \frac{(10A_{c1}+7A_{c2}).f_c}{200.W} \quad (6.6)$$

$$C_{SC} = \frac{15A_{sc}.f_c}{200.W} \quad (6.7)$$

Kolonların taşıma gücü (6.6) eşitliği ile hesaplanabilir. Bu denklemde eleman net yüksekliği / kesit derinliği < 6 olan kolonların toplam enkesit alanını (cm²), ise eleman net yüksekliği / kesit derinliği > 6 olan kolonların toplam enkesit alanını (cm²) göstermektedir. Kısa kolonları taşıma gücü ise Denklem (6.7) ile hesaplanabilir. Bu denklemde kısa kolonların toplam enkesit alanını (cm²) ifade eder.

S_D indis değeri 1.aşama için denklem (6.8) ile hesaplanabilir. Tablo 6.1'de her denetleme seviyesi hakkında dereceleri temsil eden G_i faktörünün irdelenmesi ve yapının deprem performansına göre her kısmın bir çeşit etki derecesini temsil eden R_i faktörü için elde edilebilir.

$$S_{D1} = q_{1a} \times q_{1b} \times \dots \dots q_{1k} \quad (6.8)$$

$$q_{1i} = \{ 1 - (1 - G_i)R_i \} \dots \dots i = a, b, c, d, e, f, i, j, k$$

$$q_{1i} = \{ 1.2 - (1 - G_i)R_i \} \quad i = h$$

Örneğin yapı yaklaşık simetrik bir plana sahip ise hesaplarda $S_D = 1.0$, L, T, U gibi simetrik olmayan bir plana sahipse $S_D = 0.9$ olarak göz önüne alınabilir. Planda binanın uzun boyut/kısa boyut oranı < 5 ise $S_D = 1.0$, bu oran 5 ile 8 arasında ise $S_D = 0.8$ olarak göz önüne alınabilir [34].

Tablo 6.2'deki a, b, c, d, e, f, g, h, i, ve j ifadeleri, binanın tüm katlarında ayrı ayrı belirlenmeli ve bu ifadelerden minimum olanı seçilip bütün katlara uygulanmalıdır. l, m, n tanımına karşılık gelen değerler, bütün katlarda x ve y yönünde belirlenmelidir.

Binanın 1. aşama değerlendirmesinde, T indeksinin hesaplanması sahada edinilen bilgiler ışığında Tablo 6.3'ün yardımıyla yapılır. T indeksi için bu tablodaki minimum değer alınır [28].

Binanın sismik performansının tespiti için hesaplanan I_s “Sismik Performans indisi” ve I_{so} “Yapının Sismik Karar indisi” karşılaştırılır. $I_s > I_{so}$ durumun da bina öngörülen deprem yer hareketine karşı gerekenden daha fazla sismik performansa sahip olduğundan güvenli sayılmaktadır. Bu durumda sonuç, binada hiç yapısal hasar olmayacağı anlamına değil, binada toptan göçmenin olmayacağı anlamına gelmektedir. $I_s < I_{so}$ durumunda ise bina öngörülen deprem yer hareketine karşılık sismik performans için kararsız kabul edilmektedir [52].

Tablo 6.2 : S_D düzensizlik indeksi değerleri için G_i ve R_i indisleri

			G_i DEĞERİ			R_i DEĞERİ	
			1.0	0.9	0.8	R_{1i}	R_{2i}
Planda Düzensizlik	a	Plan Düzeni	a_1	a_2	a_3	1.0	0.5
	b	Uzunluk/Genişlik	$b \leq 5$	$5 < b \leq 8$	$8 < b$	0.5	0.25
	c	Dar Kısım	$c \geq 0.8$	$0.8 > c \geq 0.5$	$0.5 > c$	0.5	0.25
	d	Dilatasyon Derzi	$d \geq 1/100$	$1/100 > d > 1/200$	$1/200 > d$	0.5	0.25
	e	Döşeme Boşluğu Alanı	$e \leq 0.1$	$5 < e \leq 8$	$0.3 < e$	0.5	0.25
	f	Döşeme Boşluğu Dışmerkezliği	$f_1 \leq 0.4$ ve $f_2 \leq 0.1$	$f_1 \leq 0.4$ ve $0.1 < f_2 \leq 0.3$	$0.4 < f_1$ veya $0.3 < f_2$	0.25	0.00
	g	Diğerleri					
Düşey Düzensizlik	h	Bodrum Kat	$1.0 \leq h$	$0.5 \leq h < 1.0$	$h < 0.5$	0.5	0.5
	İ	Kat Yüksekliği Düzensizliği	$0.8 \leq I$	$0.7 \leq I < 0.8$	$I < 0.7$	0.5	0.25
	j	Yumuşak Kat	Yok	Var	Eksantrik	1.0	1.0
	k						
Dış merkezlik	l	Dışmerkezlilik Oranı	$1 \leq 0.1$	$0.1 < 1 \leq 0.15$	$0.15 < 1$		1.0
	m						1.0
Rijitlik	n	Üst ve Alt Katların Rijitlik/Kütle oranı	$n \leq 1.3$	$1.3 < n \leq 1.7$	$1.7 < n$		1.0
	o						1.0

Bu yöntemin Türkiye de kullanılabilirliği ile ilgili Boduroğlu ve diğ. [53] hazırladığı çalışmada $I_s/I_{so} \leq 0.40$ olması halinde binanın deprem güvenliği bakımından yetersiz olduğu, $I_s/I_{so} > 0.40$ olması halinde ise deprem güvenliği bakımından yeterli olduğu kanaatine varılmıştır.

Tablo 6.3: T indeksi için(1. aşama incelemesi için) değerlendirme hususları.

HUSUSLAR	GÖZLEMLER	T	2.AŞAMA İLE İLGİSİ
Şekildeğiştirme	Bina eğime veya düzgün olmayan bir oturmaya sahip	0.7	Çatlaklar veya şekildeğiştirme
	Binanın doldurulmuş zemin üzerinde olması	0.9	
	Kiriş veya kolonlarda görülebilir deformasyon	0.9	
	Hiçbiri yok	1.0	
Perdeler veya kolonlarda çatlaklar	Yağmur suyu sızıntısı ve gözlemlenebilir donatı korozyonu	0.8	Çatlaklar veya şekildeğiştirme
	Kolonlarda görülebilir eğik çatlaklar	0.9	
	Perdelerde çok görülen eğik çatlaklar	0.9	
	Yağmur suyu sızıntısı var ama donatı korozyonu yok	0.9	
	Hiçbiri yok	1.0	
Yangın	Yangın geçirmiş ve tamir edilmemiş	0.7	Çatlaklar veya şekildeğiştirme, bozulma
	Yangın geçirmiş ama tamir edilmiş	0.8	
	Hiçbiri yok	1.0	
Bina kullanımı	Kimyasal etkileşim	0.8	bozulma
	Hiçbiri yok	1.0	
Bina yaşı	30'dan fazla	0.8	bozulma
	20'den fazla	0.9	
	20'den az	1.0	
Kaplama malzemesi	Dış perdelerde ciddi bozulma	0.9	bozulma
	Perdelerde ciddi bozulma	0.9	
	Hiçbiri yok	1.0	

6.2 Japon Sismik İndeks Yöntemi Uygulaması

İncelemeye konu olan binada $E_s=0,80$, bölgenin depremselliği göz önünde bulundurularak $Z=1$ olarak alınmıştır. Zemin özellikleri ve genel jeolojik durumu için kullanılan katsayısı $G=1,07$ olarak alınmıştır. U kullanım katsayısı ise, incelenen binanın okul olarak kullanılması sebebiyle 1,5 olarak hesaba katılmıştır.

Buradan Karşılaştırma İndeksi denklem (6.1)'den;

$$I_{so} = 0,8 \times 1 \times 1,07 \times 1,5 = 1,28$$

olarak hesaplanmıştır.

Söz konusu yapı betonarme çerçeve sistem ile taşınmakta, betonarme perde elemanı bulunmamaktadır. Bu nedenle perdelerin taşıma gücü $C_w=0$ olmaktadır. Yapının kolonları dikkate alındığında, kolon net yüksekliğinin kesit derinliğine bölünmesi sonucu 6'da küçük olan kolonlar için toplam enkesit alanı $A_{c1}=76200\text{cm}^2$,

Kolon net yüksekliğinin kesit derinliğine bölünmesi sonucu 6'dan büyük olan kolonlar için toplam enkesit alanı $A_{c2}=25600\text{cm}^2$, göz önüne alınan kat üzerindeki ağırlığı $w=2900000$ kgf olarak hesaplanmıştır. Binanın 2017 yılında yapılan mevcut durum değerlendirme raporuna istinaden alınan karot numune sonuçlarına göre, beton basınç dayanımı $f_c=46\text{kgf/cm}^2$ olarak hesaplamaya katılmıştır.

Denklem (6.6)'den kolonların taşıma gücü;

$$C_c = \frac{(10 \times 76200 + 7 \times 25600) \times 46}{200 \times 2900000} = 0,075$$

Olarak hesaplanır.

Ana yapısal performans indeksi E_0 , seçilen kritik katta kısa kolon olmaması sebebiyle (6.3) eşitliği kullanılarak bulunmalıdır. Ancak yapıdaki kısa kolonlar dolayısıyla bir göçme riski bulunuyorsa ' E_0 ' indeksinin (6.4) eşitliği hesaplanması gerektiği ifade edilmişti. Yapının normal katlarında galeri boşluğu çevresindeki kolonların bu riski taşıması sebebiyle denklem (6.4) kullanılarak ana yapısal performans indeksi hesaplanmıştır. Göz önüne alınan kat zemin kat olduğundan $i=1$, ve n ise bodrum kat hariç toplam kat adedini ifade ettiği için 4 alınır. İncelediğimiz yapının taşıyıcı sisteminde perde bulunmadığından $C_w=0$ olup, yerdeğiştirme uyum katsayısı $a_2 = 0.70$, $a_3 = 0.50$ ve perde sünekliğine bağlı katsayı $F_w = 1.00$ alınmıştır. Denklem (6.4)'den;

$$E_o = \left(\frac{4 + 1}{4 + 1} \right) \times (0 + 0,70 \times 0 + 0,50 \times 0,075) \times 0,80 = 0,03$$

Olarak hesaplanır.

Yapının fiziksel özellikleri ve geometrisine göre S_D katsayısının belirlenebilmesi için kullanılan G_i ve R_i katsayılarının hesaplanması Tablo 6.4'de özetlenmiştir.

$$S_D = 1 \times 1 \times 1 \times 0,95 \times 1 \times 1 \times 1,15 \times 1 \times 1 = 1,09$$

olarak hesaplanır.

Tablo 6.4: G_i ve R_i katsayılarının hesaplanması.

Zemin kat Düzensizlik	Açıklama	R_i	G_i	q_i
Düzen(a)	Yapıda çıkıntı var; 7,44/622,48=%1	1,0	1,0	1,0
Uzunluk/Genişlik(b)	25,10/24,80=1,01	0,5	1,0	1,0
Dar kısım(c)	yok	0,5	1,0	1,0
Yapısal Derz(d)	0,05/4=0,0125	0,5	0,9	0,95
Döşeme Boşluğu(e)	yok	0,5	1,0	1,0
Döşeme boşluğunun dışmerkezliği(f)	$f_1 = 0, f_2 = 0$	0,25	1,0	1,0
Bodrum kat(h)	615,04/622,48=0,99	0,5	0,9	1,15
Kat yüksekliği(i)	3,80/3,80=1	0,5	1,0	1,0
Yumuşak kat(j)	yok	1,0	1,0	1,0

Zamana bağlı etki katsayısı T için de, Tablo 6.2’de verilen bilgiler ışığında bina yaşının 20 den fazla olması ve kolonlarda görülebilir eğik çatlaklar olması sebebiyle $T = 0,90$ alınmıştır.

Buradan Deprem Performans İndeksi denklem (6.2)’den;

$$I_S = 0,03 \times 1,09 \times 0,9 = 0,029$$

Olarak hesaplanmıştır.

Deprem performans indeksi ile karşılaştırma indeksi değerlerine bakıldığında $I_S < I_{SO}$ olduğu, yani incelenen yapının depreme karşı güvensiz olduğu sonucuna ulaşılır.

$$\frac{I_S}{I_{SO}} = \frac{0,029}{1,28} = 0,023 \quad 0,023 < 0,40 \text{’dan olması sebebiyle de binanın}$$

deprem güvenliğinin yetersiz olduğu kanısına varılmıştır. Mevcut haliyle deprem performansının ayrıntılı incelenmesi gerekmektedir.

7. P25 HIZLI DEĞERLENDİRME YÖNTEMİ ve P25-V.ÖZKA PUAN HESAPLAMASI ve BU YÖNTEM ile BİNA PERFORMANSININ BELİRLENMESİ

7.1 Yöntem

Söz konusu yöntemin hesap adımları on altı adet alt başlık ile aşağıda anlatılmıştır.

7.1.1 Yapı ile İlgili Gerekli İncelemeler

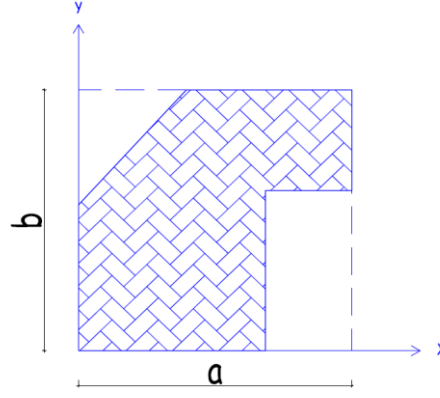
P25 Yönteminin uygulanabilmesi için öncelikle incelenecek yapının mimari ve statik projeleri olmalı, eğer yok ise yerinde rölöve alınarak projeleri oluşturulmalıdır. Mimari açıdan, bölme duvarların yeri ve boyutları, statik açıdan da taşıyıcı elemanların yerinin ve boyutlarının belirlenmesi gerekmektedir. Sahada yapılan incelemelerde bodrum ve zemin katlar görülmelidir. Ayrıca binanın beton ve donatı durumları öğrenilmelidir. Beton basınç dayanımları, karot numune sonuçlarından ya da schmidt çekici ile beton test edilerek öğrenilmelidir.

7.1.2 Kritik Kat Alanı Seçimi ve Efektif Kat Alanı

Söz konusu binanın zemin kat taban alanı, x ve y düzleminde oluşturulan en küçük dikdörtgenin içine oturtulmasıyla elde edilen a ve b kenar uzunlukları bulunur. Bu uzunlukların çarpılmasıyla A_e efektif kat alanı hesaplanır. Daha sonra x ve y doğrultularında I_x ve I_y efektif kat atalet momentleri hesaplanır.

$$A_e = a \cdot b \quad (7.1)$$

$$I_x = a^3 \cdot b / 12 \quad I_y = a \cdot b^3 / 12 \quad (7.2)$$



Şekil 7.1: Örnek efektif kat alanı.

Kritik kat seçimi ise, deprem esnasında en çok hasar alması beklenen kat olarak seçilir, ki bu sebepten genellikle zemin kat kritik kat olarak belirlenir. İncelenen binada bodrum katın en az üç cephesi betonarme perdeler ile çevrili ise, kritik kat seçilemez, ancak perde bulunmaması halinde bodrum kat kritik kat olarak seçilebilir. Kritik kat seçinde şüpheye düşüldüğü durumda ise, çelişki yaşanan her kat için hesapların yapılması önerilmektedir. Bu koşulda hesaplanan en olumsuz puan binanın performans puanı olarak kabul edilmelidir.

7.1.3 C_A Enkesit Alanı Endeksi Bileşenleri

Kritik katta x ve y yönünde bulunan kolon, perde ve dolgu duvarların enkesit alanları, atalet momentleri ve ardından alan ve atalet momenti endeksleri hesaplanır. Alan endeksi, kolon perde ve dolgu duvar alanlarının efektif kat alanına bölünmesiyle oluşan oran olarak tanımlanmaktadır. Bu oran, yapı elemanlarının x ve y yönündeki etkili kesme alanına dayanması sebebiyle yapının oturduğı bu x ve y yönlerinde farklı sonuçlar verecektir. Alan endeksleri C_{Ax} ve C_{Ay} aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$C_{Ax} = 2 \cdot (10^5) \cdot A_{ef,x} / A_e \quad (7.3)$$

$$C_{Ay} = 2 \cdot (10^5) \cdot A_{ef,y} / A_e \quad (7.4)$$

$$A_{ef,x} = A_c + A_{sx} + \left(\frac{E_m}{E_c} \right) \cdot A_{wx} \quad (7.5a)$$

$$A_{ef,y} = A_c + A_{sy} + \left(\frac{E_m}{E_c} \right) \cdot A_{wy} \quad (7.5b)$$

Burada;

A_c : Kritik katta bulunan kolon enkesit alanları toplamı,

A_{sx} :Kritik kattaki betonarme perde duvarların enkesit alanları toplamı,

A_{wx} : Kritik kattaki dolgu duvarlarının enkesit alanları toplamı,

E_m/E_c : Dolgu duvarların elastisite modülünün beton elastisite modülüne

oranıdır. Dolgu duvar türlerine göre elastisite modülü oranları Tablo 7.1 de verilmiştir.

Tablo 7.1: Elastisite modülü oranları.

Duvar Cinsi	E_m/E_c
Briket	0.30
Harman Tuğla	0.20
Boşluklu tuğla veya Gazbeton	0.15
Kerpiç	0.08

Buradan hesaplanan alan endekslerinden küçük olan için minimum, büyük olan için maksimum bileşen olarak tanımlanıp, C_A Alan Endeksi Bileşkesi aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$C_{A,min} = \min(C_{Ax}, C_{Ay}) \quad (7.6a)$$

$$C_{A,max} = \max(C_{Ax}, C_{Ay}) \quad (7.6b)$$

$$C_A = \sqrt{(0.87 \cdot C_{A,min})^2 + (0.50 \cdot C_{A,max})^2} \quad (7.7)$$

7.1.4 C_1 Atalet Momenti Endeksleri Bileşenleri

Öncelikle kritik katta x ve y doğrultusundaki dolgu duvar, kolon ve perde atalet momenti endeksleri (C_{1x} ve C_{1y}) ve ardından bunlar ile bağıntılı Bileşke Atalet Momenti Endeksi C_1 hesaplanır:

$$C_{1x} = 2 \cdot (10^5) \cdot (I_{ef,x}/I_x)^2 \quad (7.8)$$

$$C_{1y} = 2 \cdot (10^5) \cdot (I_{ef,y}/I_y)^2 \quad (7.9)$$

$$I_{ef,x} = I_{cx} + I_{sx} + \left(\frac{E_m}{E_c} \right) \cdot I_{wx} \quad (7.10a)$$

$$I_{ef,y} = I_{cy} + I_{sy} + \left(\frac{E_m}{E_c} \right) \cdot I_{wy} \quad (7.10b)$$

$$C_{1,min} = \min(C_{1x}, C_{1y}) \quad (7.11a)$$

$$C_{1,max} = \max(C_{1x}, C_{1y}) \quad (7.11b)$$

$$C_1 = \sqrt{(0.87C_{1,min})^2 + (0.50C_{1,min})^2} \quad (7.12)$$

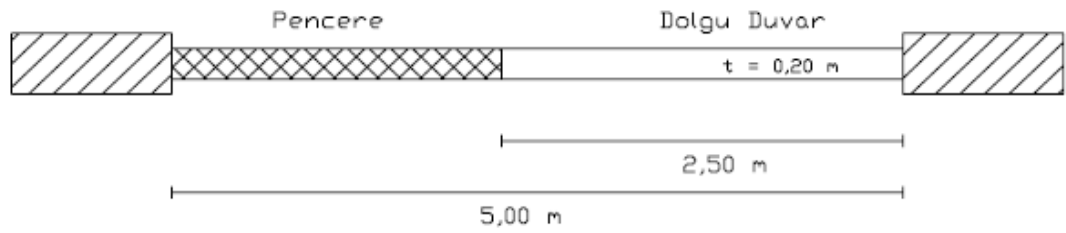
Burada;

I_{cx} ve I_{cy} : Kritik kat kolonlarının x ve y yönüne göre atalet momentleri toplamı,

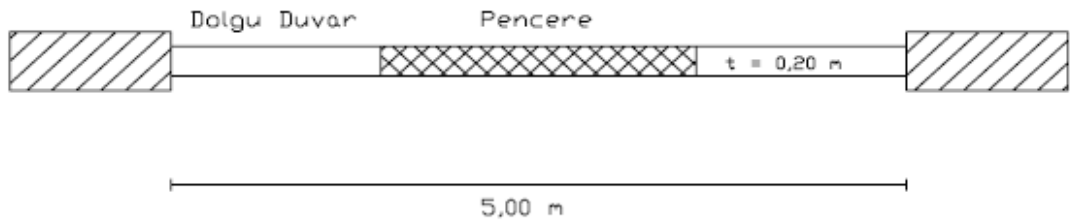
I_{sx} ve I_{sy} : Kritik kat perdelerinin x ve y yönüne göre atalet momentleri toplamı,

I_{wx} ve I_{wy} : Kritik kat dolgu duvarlarının x ve y yönüne göre atalet momentleri toplamı,

C_1 : Atalet momenti endeksinin bileşkesini göstermektedir.



Şekil 7.2: Dolgu duvara temas eden duvarın durumu [11].



Şekil 7.3: Dolgu duvarın ortasında mevcut olan pencere boşluğu [11].

Bu yöntemde, büyük pencere ve kapı boşluklarının olduğu duvarlarda, kalınlığın daha düşük alınması suretiyle hesaplamalara katılmaktadır.

Bileşke Atalet Momenti Endeksi (C_1) ve Bileşke Enkesit Alanı Endeksi (C_A)'nın hesaplanmasında, depremin binanın zayıf yönüne doğru 30° 'lik açı ile geldiği yaklaşımı esas alınmıştır.

Dolgu duvarların enkesit ve efektif alan hesaplarında kritik kat ve kritik katın bir üstündeki katın mimari projesinden veya rölöveden yardım alınarak yapılır. Yani dolgu duvarların işlevi de göz önünde bulunarak düşey taşıyıcı sisteme teması olan duvarlar hesaba katılır ($L=2,50$ m, $t=0,20$ m) (Şekil 7.2). Düşey taşıyıcı eleman ile teması olmayan duvarlar hesaba katılmaz. Ayrıca dolgu duvarın tam ortasında yer alan pencere boşlukları ile dolgu duvar hesabında duvarın uzunluğu aynen alınarak dolgu duvarın kalınlığının yarısı alınır ($L=5,00$ m, $t=0,10$ m) (Şekil 7.3) [11].

7.1.5 P_0 Taşıyıcı Sistem Puanı

P_0 taşıyıcı sistem puanı, yapının taşıyıcı sistem özelliklerini ifade etmektedir ve aşağıdaki denklem ile hesaplanır:

$$P_0 = (C_A/C_1)/h_0 \quad (7.13)$$

Bu denklemdeki h_0 parametresi bina yüksekliği ile alakalı bir düzeltme çarpanını ifade etmektedir. Aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$h_0 = -0.6.H^2 + 39.6.H - 13.4 \quad (7.14)$$

H: Kritik katın tavanından itibaren binanın ölçülen yapı toplam yüksekliği

Bu formül 3m yükseklikte tek katlı bir binada $h_0=100$ değerini, 15m yükseklikte 5 katlı bir binada $h_0=446$ ve 30m yükseklikte 10 katlı bir binada $h_0=635$ değerini vermektedir. Bu çalışma için yazılan bir program ile farklı yüksekliklerde ve farklı tasarım girdilerine sahip yirmi yedi bin civarında bina üretilerek sonuçlar regresyon analizine tabi tutulmuş ve denklem (7.14) elde edilmiştir. (en küçük kareler regresyon katsayısı $R^2=0.40$ 'tır) [24].

7.1.6 P_1 Temel Yapısal Puanı

Taşıyıcı sistem puanı P_0 'ın yapısal düzeltme katsayıları f_i ile çarpılması sonucu Temel Yapısal Puanı P_1 elde edilir. Yapısal düzensizlik katsayılarının tanımları ve risk seviyesine göre sayısal değerleri Tablo 8.2'de verilmiştir. P_1 Temel Yapısal Puanı (7.15) denklemi ile hesaplanır:

$$P_1 = P_0 (\prod_{i=1}^{14} f_i) \quad (7.15)$$

Tablo 7.2: Yapısal düzensizlik katsayıları(f_i).

Katsayı	Tanım	Risk Seviyesi		
		Yok	Az	Yüksek
f_1	Burulma Düzensizliği	1.00	0.95	0.90
f_2	Döşemenin Süreksizliği	1.00	0.95	0.90
f_3	Düşey Doğrultuda Süreksizlik	1.00	0.90	0.65-0.75
f_4	Kütle Düzensizliği	1.00	0.95	0.90
f_5	Korozyon Mevcudiyeti	1.00	0.95	0.90
f_6	Ağır Cephe Elemanları	1.00	0.95	0.90
f_7	Asma Kat Varlığı (=Asma kat / Kat alanı)	1.00 $\gamma = 0$	0.95 $0 < \gamma < 0.25$	0.90 $\gamma \geq 0.25$
f_8	Katlarda Arasındaki kot farkı veya Kısmi Bodrum	1.00	0.90	0.80
f_9	Beton kalitesi ⁽¹⁾	$f_9 = (f_c/20)^{0.5}$		
f_{10}	Zayıf Kolon-Kuvvetli Kiriş ⁽²⁾	$f_{10} = ((I_x + I_y)/2I_b)^{0.15} \leq 1.00$		
f_{11}	Etriye Sıklığı ⁽³⁾	$f_{11} = 0.60 \leq \left(\frac{10}{s}\right)^{0.25} \leq 1.00$		
f_{12}	Zemin Sınıfı	1.00 (Z1, Z2 için)	0.95 (Z3 için)	0.90 (Z4 için)
f_{13}	Temel Tipi	1.00 (Radye Temel)	0.95 (Sürekli Temel)	0.80-0.90 (Tekil Temel)
f_{14}	Temel Derinliği	1.00 (4 m' den fazla)	0.95 (1 – 4 m arası)	0.90 (1m'den az)

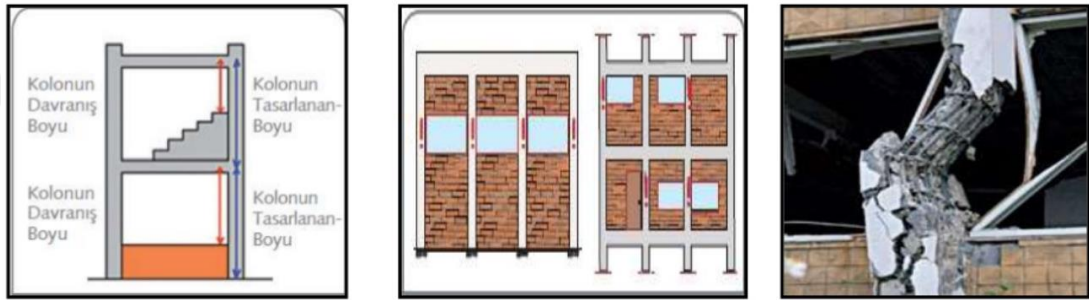
(1) f_c , binanın MPa cinsinden beton kalitesidir.

(2) I_b değeri, en çok tekrar eden kirişin (kritik kat) atalet momenti; I_x ve I_y değerleri, kolonların ortalama boyutlarından elde edilen temsili kolonun(kritik kat) atalet momentidir.

(3) s , etriye aralığı (sarılma bölgesindeki) (cm cinsinden).

7.1.7 P_2 Kısa Kolon Puanı

Bu yöntemde bir kolonu kısa kolon olarak alınabilmesi için, incelenen kattaki(kritik kat) diğer kolonların boyundan daha kısa ve gevrek kırılmaya maruz kalması beklenen kolonlar kapsamında olması gerekmektedir. Kattaki tüm kolonlar arasında yüzde kaçının kısa kolon olarak tanımlandığı ve kısa kolon boyunun kat yüksekliğine oranı bu puanın hesaplanmasında önem arz etmektedir. Yapıya ait bu bilgiler toplandığında P_2 Kısa Kolon Puanı Tablo 7.3 tespit edilir. Buradaki h kritik kat yüksekliğini ifade etmektedir.



Şekil 7.4: Kısa Kolon gösterimi, oluşumu ve hasarları (AFAD) a) kısa kolon oluşumunun şematik gösterimi, b) kısa kolon oluşumu örnekleri, c) kısa kolon hasarı

Tablo 7.3: P_2 Kısa kolon puanı hesaplama.

Kısa Kolonların Bulunma Oranı	Kısa Kolon Boyu/Kat Yüksekliği			
	(0.00-0.15) h	(0.15-0.40) h	(0.40-0.75) h	(0.75-1.00) h
Az(%5'den az)	50	57	64	70
Bazı(%5-15)	37	44	50	60
Fazla(%15-30)	24	30	40	50
Çok Fazla(>%30)	10	20	30	40

7.1.8 P_3 Yumuşak Kat ve Zayıf Kat Puanı

Binaya giriş katında, yapının çeşitli kullanım amaçlarına hizmet etmesi sebebiyle diğer katlardan daha yüksek yapılması ve/veya yığma dolgu duvarlarının

bulunmaması(bina yatay dayanımına oldukça fazla katkısı olmasına rağmen) gibi nedenler ile bu katların zayıf hale getirilmesi yapının öncelikli hasar merkezi haline gelmektedir.

Bu zayıflığı ifade eden P_3 Yumuşak kat ve Zayıf kat Puanı (7.16) denklemi ile hesaplanır:

$$P_3 = 100[r_a r_r (h_{i+1}/h_i)^3]^{0.60} \quad (7.16)$$

Burada h_i seçilen kritik katın yüksekliğini ve h_{i+1} kritik katın bir üst katın yüksekliğini göstermekte ve kritik katın göreceli yatay yerdeğiştirmesini de hesaba dahil etmektedir.

Denklem (7.17) ve (7.18) ifadeleriyle verilen r_a ve r_r kritik kat ve bir üstündeki katın kolon, perde ve dolgu duvarlarının x ve y yönleri için ayrı ayrı bulunup ortalaması alınarak hesaplanan efektif alan ve atalet momenti cinsinden birbirlerine oranlarını göstermektedir.

$$r_a = (A_{ef,i}/A_{ef,i+1}) \leq 1 \quad (7.17)$$

$$r_r = (I_{ef,i}/I_{ef,i+1}) \leq 1 \quad (7.18)$$

Buradaki A_{ef} ve I_{ef} değerleri denklem (7.5a), (7.5b), (7.10a) ve (7.10b) yardımı ile bulunabilir.

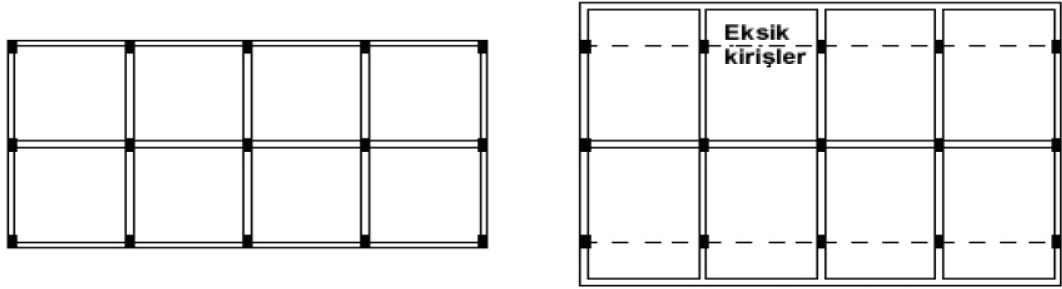


Şekil 7.5: Yumuşak ve Zayıf kat Örnekleri a) Dolgu duvar süreksizliği durumunda deprem davranışı, b)yumuşak kat oluşumu hasarları, c) giriş katında dolgu duvar bulunmayan konut.

7.1.9 P_4 Çıkımlar ve Çerçeve Süreksizliği Puanı

Türkiye’de kentsel yerleşimlerdeki binaların önemli özelliklerinden birisi giriş kat alanı ve bir üst katın alanı arasındaki farktır. Üst katlarda daha geniş alan kullanmak amacıyla, açık ve kapalı çıkımlar yapılarak binada kütle düzensizliği ve çerçeve süreksizliği oluşturmaktadır. Dış çerçeve akslarında kiriş süreksizliği meydana gelir ve kolonlara dış merkezli saplanır, gerekli rijitlik aktarımını sağlayamazlar.

Yapılan çalışmalarda bu tip düzensizliklerin binalarda %4 ila %54 arasında mukavemet kaybına sebep olduğu kanısına varılmıştır. Binadaki çıkımlar ve bu çıkımlar sebebiyle oluşan çerçeve süreksizlik puanı P_4 , Tablo 7.4’den tespit edilmektedir.



Şekil 7.6: Çerçeve kirişi süreksizliği.

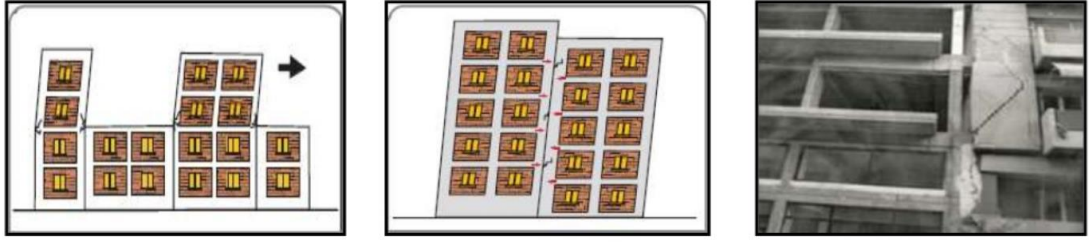
Tablo 7.4: Çıkımlar ve çerçeve süreksizlik puanı.

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

7.1.10 P_5 Çarpışma Puanı

Bitişik nizam olarak inşaa edilen yapıların deprem esnasında büyük risk taşıdığı yapılan çalışmalar sonucunda saptanmıştır. Farklı ağırlıklarda ve

yüksekliklerde olmaları sebebiyle birbirinden farklı periyodlara sahip olan binalar depremde yüksek risk grubunda yer alır.



Şekil 7.7: Bitişik bina örnekleri ve aldığı hasar örneği a) Kat seviyesi aynı bitişik binalar, b) kat seviyesi farklı bitişik binalar, c) bitişik binaların deprem sonucu aldığı hasar

Tablo 7.5: P_5 çarpışma puanı tablosu.

Çarpışma Türü	Dış Merkezli Çarpışma		Merkezi Çarpışma	
	Aynı Kotta Döşeme	Farklı Kotta Döşeme	Aynı Kotta Döşeme	Farklı Kotta Döşeme
bitişik binalar arasındaki uç bina	20	10	35	15
Bina diğerinden daha ağır ve/veya rijit	30	20	40	25
Alçak bina ile komşu yüksek bina	30	20	50	30
Binalar eşit yükseklikte	60	50	70	60

Bitişik iki binanın plandaki ağırlık merkezlerini birleştiren çizgi, iki binanın çarpışacağı ortak çizginin ortasından geçiyorsa, buna ‘merkezi’ çarpışma, geçmiyorsa ‘dış merkezli’ çarpışma denir [24]. P_5 Çarpışma Puanı Tablo 7.5 den tespit edilir.

7.1.11 P_6 Sıvılaşma Potansiyeli Puanı

Yer altı su seviyesine (YASS) göre Sıvılaşma Potansiyeli Puanı P_6 Tablo 7.6’den tespit edilir. Hızlı veya detaylı değerlendirme yapılacak olan bölgenin ya da yapının zemin özelliklerinin önceden saptanması zorunludur. Zemin parametrelerine

bağlı olarak sıvılaşma potansiyeli üç gruba ayrılmaktadır. Zemin sıvılaşma riskinin olmadığı yerlerde $P_6 = 100$ olarak alınır.

Tablo 7.6: P_6 sıvılaşma potansiyeli puanları.

YASS	Hesaplanan Sıvılaşma Potansiyeli		
	Az	Orta	Yüksek
< 2.0 m	30	45	10
2.0 m – 10.0 m	45	33	20
> 10.0 m	60	20	30



Şekil 7.8: 1999 depreminde zemin sıvılaşmasından hasar gören bir bina (Adapazarı).

7.1.12 P_7 Toprak Hareketleri Puanı

Toprak hareketlerinin belirlenebilmesi için öncelikle zemin parametreleri belirlenmelidir. Zemin hareketinin oluşup oluşmayacağı ve oluşma ihtimali varsa da

hangi tür olacağı tespit edilmelidir. Zemin hareketi türleri istinat duvarı göçmesi, yanal dağılma, heyelan ve büyük oturmalar olmak üzere dört farklı türden oluşmaktadır.

Oluşma ihtimali düşünülen toprak yer hareketinin yer altı su seviyesine göre Tablo 7.7’den uygun P_7 puanı tespit edilir.

Tablo 7.7: P_7 toprak hareketleri puanı.

Zemin Sınıfı	YASS (m)	P_7 Puanı
$Z_1 - Z_2$	-	100
Z_3	YASS $\leq$ 5.0	25
	YASS $>$ 5.0	35
Z_4	YASS $\leq$ 5.0	10
	YASS $>$ 5.0	20

7.1.13 α Düzeltme Çarpanı

P25 yöntemi kapsamında hesaplanan göçme risk puanlarının arasından P_{min} minimum puanın yapının ve yörenin özelliklerine göre ayrıca bir α çarpanı ile düzeltilmesi gerekmektedir. Bu çarpan; bina önem katsayısı I , hareketli yük çarpanı n , topografik konum katsayısı t , ve efektif ivme katsayısı A_0 gözönüne alınarak denklem (7.19) ile hesaplanır:

$$\alpha = (1/I)(1.4 - A_0)[1/(0.4n + 0.88)]t \quad (7.19)$$

Topografik konum katsayısı t genelde kullanılan değeri 1.0’dır, ancak incelenen bina bir tepe üstüne yapılmış olması durumunda 0.7 ve eğimi yüksek bir yamaçta yapılmış olması durumunda ise 0.85 değerini almaktadır.

Bu değerlerin belirlenmesinde 1985 yılında Şili’de yaşanan deprem sonrası ‘Canal Beagle’ bölgesinde yapılan artçı depremlere bağlı ölçümler büyük önem taşımaktadır. Bu ölçümler ile bir tepe üstüne inşa edilen binaların, aşağı düzlükte

inşa edilenlere göre oranla daha fazla hasar aldığı tespit edilmiştir. Buradaki çalışmalar P25 Yöntemine de topografik etkinin niteliksel tarifi olarak ışık tutmuştur.

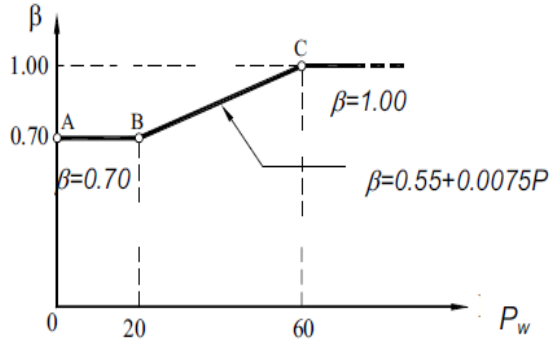
7.1.14 β Düzeltme Çarpanı

Daha önce hesaplanan yedi adet P_i puanları ve P_{min} minimum puan Tablo 7.8’de verilen ağırlık puanları ile çarpılır. Ardından denklem 7.20 kullanılarak ortalama puanı P_w belirlenir ve Şekil 7.9 yardımıyla β düzeltme çarpanı elde edilir.

$$P_w = \sum(w_i P_i) / \sum w_i \quad (7.20)$$

Tablo 7.8: $P_1, P_2, \dots, P_{min}$ puanları için verilen ağırlık oranları.

Ağırlık Puanları	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_{min}
w	4	1	3	2	1	3	2	4



Şekil 7.9: β katsayısının değişimi.

7.1.15 P Sonuç Puanı

Yukarıda verilen β ve α düzeltme çarpanları ile, birbirinden bağımsız olarak hesaplanan yedi adet P_i değerlerinin arasındaki en küçüğü olan P_{min} değerinin çarpılmasıyla P sonuç puanı elde edilir [4,7,8,9,16,43]. Denklem 7.21 ile hesaplanır:

$$P = \alpha \cdot \beta \cdot P_{min} \quad (7.21)$$

Son olarak, yapılan hesaplamalar sonucu elde edilen P sonuç puanına bakılarak incelenen yapı hakkında karar verilebilmektedir. Yapının sahip olduğu performans puanına göre hangi bant genişliğinde kaldığı şu şekilde belirlenmiştir:

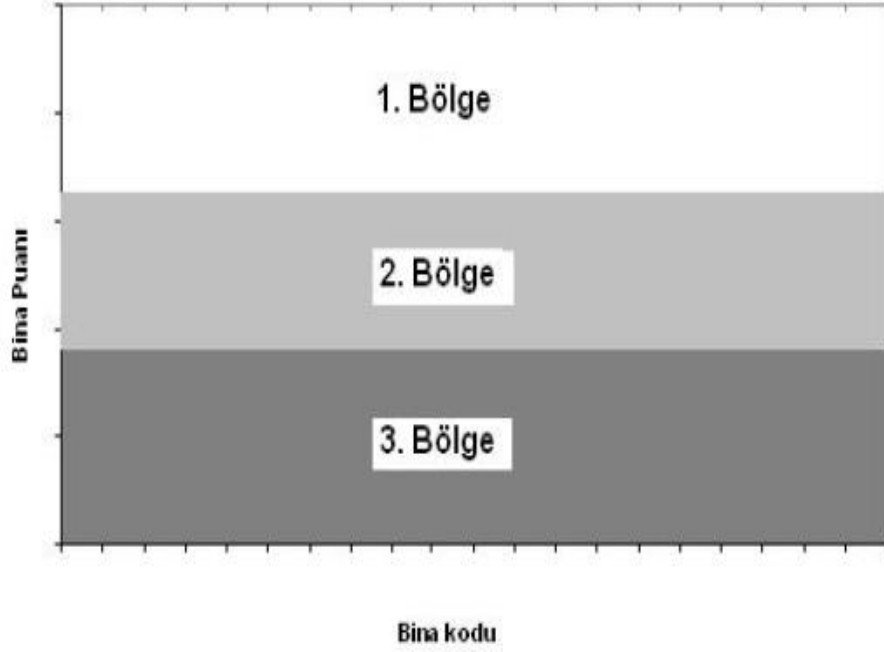
$P \geq 35$ Düşük Risk Bölgesi: Göçme ihtimalinin ve can kaybına sebep olma olasılığının düşük olduğu bölgedir. Ayrıntılı inceleme yapılması için çok öncelikli değildir.

$35 > P > 25$ Ayrıntılı İnceleme Bölgesi: bu bölge kapsamındaki binaların risk durumları konusunda net bir sonuca ulaşamamıştır. Toptan göçmenin ve can kaybının olup olmayacağı konusunda oluşan belirsizliklerden dolayı ayrıntılı bir araştırmaya tabi tutulması önerilmektedir.

$P \leq 25$ Yüksek Risk Bölgesi: Olası bir depremde göçerek can kaybına sebep olması beklenen bölgedir. Bu bölgedeki yüksek riskli binaların acilen boşaltılması ya da güçlendirilmesi önerilmektedir.

7.2 Band Aralıklarının Tanımı ve Bölgelerin Puanları

Deprem performansları incelenen binaların P25 Yöntemi ile elde edilen - Sonuç Puanı aşağıda açıklamaları verilen bölgeler içinde kalacak şekilde tanımlanmaktadır(Şekil 7.10).



Şekil 7.10: Puanlama grafiğinin bölgeleri.

1.Bölge (Düşük risk bandı): Ayrıntılı incelenmesi gereksinimi yüksek olmayan bölgedir. Olası bir depremde yıkılması ve can kaybına sebep olma ihtimali düşüktür. Çünkü yıkılarak can kaybına sebep olma ihtimali düşük veya toptan göçme ihtimali azdır. 2. ve 3. Bölgelere nazaran daha az hasar alacağı ve toptan göçme ihtimalinin de oldukça az olduğu varsayılır

2. Bölge (Ayrıntılı inceleme bandı): Tasarım depremine maruz kalması durumunda ‘Göçerek can kaybına neden olacağı tam olarak belirlenemediğinden, belirsizliklerle ilgili daha ayrıntılı analize ihtiyaç duyulan binalar’ ın bulunduğu Belirsizlik Bölgesidir. Bu belirsiz durum ayrıntılı inceleme yapılması gerekliliğini doğurmaktadır. Yapılan inceleme neticesinde yapının 1. Bölgede mi 2. Bölge mi olacağı belirlenmektedir.

3. Bölge (Yüksek risk bandı): ‘Göçerek can güvenliğini sağlama ihtimali düşük, ayrıntılı bir incelemeye gerek olmayacak binalar’ şeklinde tanımlı yapılmaktadır. En riskli binaların bulunduğu bölgedir ve en kısa zamanda boşaltılması ya da güçlendirilmesi gerekmektedir.

7.3 P25-V.ÖZKA Versiyonu

Kaya'nın tez çalışmasında (2017) [11] ile P25 Hızlı Değerlendirme Yöntemi'nin geliştirilmesi ve yöntemdeki bant genişliği kavramı kaldırılıp incelenen yapının yıkılıp-yıkılmayacağı durumuna göre kesin bir sonuç elde edilmesi amaçlanmıştır.

Bundan hareketle, incelemek binanın bir statik analiz programı yardımıyla, lineer statik analizleri yapılarak, yapının deplasmanları ve göreceli kat ötelemeleri hesaplayarak, P25 Metodu kapsamına dahil ederek yöntemin doğruluğunu arttırmak ve yapının yönetmelikte belirtilen hasar düzeyinde hangi bölgede olacağını belirlemek için yeni bir değerlendirme sunulmuştur.

Rölatif kat ötelemelerine bağlı olarak belirlenen ÖZKA(Deplasman) Puanı Tablo 7.9 da verilmiştir. ÖZKA Puanı ile P25 Yönteminden elde edilen sonuç puanı ile çarpılarak daha net bir sonuç elde edilmektedir.

Tablo 7.9: P25-V.ÖZKA Deplasman puanı için P25 yöntemi sonuç puanına etkitilen deplasman katsayıları.

P25-V.ÖZKA Puanı	Hasar Bölgeleri			
	$MN < 0.01$	$0.01 < BH < 0.03$	$0.03 < İH < 0.04$	$0.04 < GB$
x yönünde P_{dep}	$P25_{sonuç}$	$P25_{sonuç} \times 0.80$	$P25_{sonuç} \times 0.60$	$P25_{sonuç} \times 0.40$
y yönünde P_{dep}	$P25_{sonuç}$	$P25_{sonuç} \times 0.80$	$P25_{sonuç} \times 0.60$	$P25_{sonuç} \times 0.40$

MN : Minimum Hasar Bölgesinde kalan göreceli kat öteleme değeri

BH : Belirgin Hasar Bölgesinde kalan göreceli kat öteleme değeri

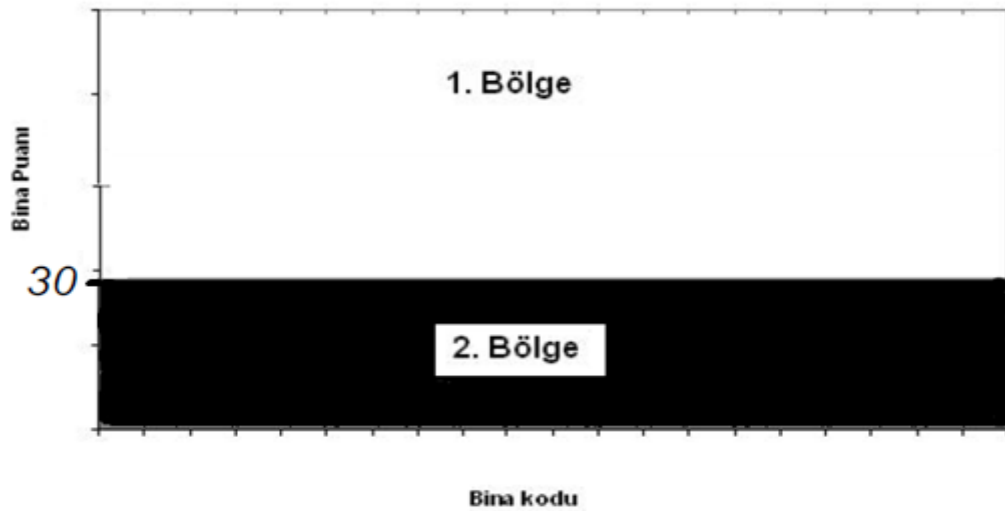
İH : İleri Hasar Bölgesinde kalan göreceli kat öteleme değeri

GB : Göçme Bölgesinde kalan göreceli kat öteleme değeri

P25-V.ÖZKA versiyonun da sınır değer 30 olarak belirlenmiştir. Bunun sebebi ise P25 Yöntemi ile belirlenen bant genişliği tanımlarında bulunan belirsiz

olan 2. Bölgenin bant aralığı 35 ila 25 değerleri arasında değiştiğinden bu arada kalacak bir değer seçilmesi gerektiği ifade edilmiştir.

P25-V.ÖZKA ile elde edilen ÖZKA (Deplasman) Puanı; görelî kat öteleme değerlerinin x ve y yönlerine göre hesaplanması sonucu elde edilen elverişsiz durumun mevcut puana etki edilmesi ile hesaplanır. Mevcut yapının P25-V.ÖZKA sonuç puanı, P25 sonuç puanının; elde edilen hasar sınırlarında Minimum Hasar Bölgesi'nde kalırsa aynı değeri alacağı, Belirgin Hasar Bölgesi'nde kalırsa %20 azaltılacağı, İleri Hasar Bölgesi'nde bir değer bulunursa %40 azaltılacağı, Göçme Bölgesi'nde kalırsa %60 azaltılacağı şeklinde oluşturulmuştur. Örneğin; mevcut betonarme binamızın P25 sonuç puanı 40 ve binamızdan elde ettiğimiz x ve y yönündeki görelî kat öteleme değerleri göçme bölgesinde olduğunu varsayarsak, binamızın P25-V.ÖZKA versiyonu Deplasman Puanı 16 olarak hesaplanır [11].



Şekil 7.11: P25-V.ÖZKA versiyonunda puanların bölgelere ayrılması [11].

Mevcut yapı stoğunun hızlı şekilde değerlendirilmesi için Microsoft Excel veri tabanlı bilgisayar programı oluşturulmuştur. Bu program hızlı değerlendirme yöntemini daha da hızlandırmak amacıyla yazılmıştır [11].

7.4 P25 METODU ve P25-V.ÖZKA Versiyonu Uygulaması

İncelenen binanın P25 Hızlı Değerlendirme Yöntemi ve P25-V.ÖZKA Versiyonu ile çözümlenmesi için gereken ölçümler bina içinden ve dışından

yapılmıştır. Binanın projeleri bulunamadığı için rölöve çalışması yapılmış ve ölçüler alınmıştır. Binanın taşıyıcı sistem elemanları ve dolgu duvarlarının ebatları ölçülerek not edilmiştir. Bu yöntem için kritik kat, zemin kat olarak belirlenmiştir. Deprem esnasında en çok hasar alması beklenen kat olarak ön görülmüş ve hesaplama alınmıştır. Bina toplam yüksekliği olarak tespit edilen değerin içinde bodrum ve zemin kat bulunmamaktadır.

Binanın P25 Yöntemi'ne göre efektif kat alanı içine oturtulan en küçük dikdörtgenin y doğrultusundaki kenar uzunluğu 24.80 m, x doğrultusundaki kenar uzunluğu 25.10 m'dir.

7.4.1 P_0 Puanının Hesaplanması

İncelenen yapıdaki toplam 52 adet kolonun her iki doğrultudaki atalet momentleri Tablo 7.10 verilmiştir.

Tablo 7.10: İncelen yapıdaki kolonları atalet momentleri.

X(m)	Y(m)	ADET	ALAN(m ²)	I_{cx} (m ⁴)	I_{cy} (m ⁴)
1,7	0,3	4	2,04	0,4913	0,0153
0,6	0,3	32	5,76	0,1728	0,0432
0,4	0,4	16	2,56	0,034133	0,034133
TOPLAM		52	10,36	0,698233	0,092633

Yapılan araştırmalar sonucunda yapıdaki dolgu duvarların deprem esnasında önemli bir yapısal davranış sergilediği tespit edilmiştir. Bu nedenle P25 Metodu uygulanırken dolgu duvarların genişliği, kalınlığı, boşluklu ve boşluksuz olması gibi durumlara dikkat edilmesi gerektiği ifade edilmiştir. Dolgu duvar içinde bulunan kapı ve pencere boşluklarının toplam duvar uzunluğundan çıkarılması gerekmektedir. Ancak kapı ve pencere boşluğunun, bulunduğu dolgu duvar üzerinde tam ortada olması durumunda bu boşluklar toplam duvar uzunluğundan düşülmez, mevcut duvar kalınlığının yarısına düşürülerek hesaplama katılır.

Tablo 7.11: Kritik kattaki x yönü dolgu duvarların değerleri.

Duvar adedi	Eleman Boyutları		A_{wx}	I_{wx}
	x (m)	y (m)	Zemin kat	Zemin kat
8	2.9	0.2	4.64	3.251867
6	6.4	0.2	7.68	26.21440
TOPLAMLAR			12.32	29.46627

Tablo 7.12: Kritik katın bir üstündeki katın(1. kat) x yönü dolgu duvar değerleri.

Duvar adedi	Eleman Boyutları		A_{wx}	I_{wx}
	x (m)	y (m)	1. kat	1. kat
8	2.9	0.2	4.64	3.251867
6	6.4	0.2	7.68	26.21440
2	3.1	0.2	1.24	0.993033
TOPLAMLAR			13.56	30.45930

Tablo 7.13: Kritik kattaki y yönü dolgu duvarların değerleri

Duvar adedi	Eleman Boyutları		A_{wy}	I_{wy}
	x (m)	y (m)	Zemin kat	Zemin kat
14	0.1	3.2	4.48	3.822933
8	0.2	3.2	5.12	4.369067
6	0.2	2.3	2.76	1.21670
TOPLAMLAR			12.36	9.40870

Tablo 7.14: Kritik katın bir üstündeki katın(1. kat) y yönü dolgu duvar değerleri

Duvar adedi	Eleman Boyutları		A_{wy}	I_{wy}
	x (m)	y (m)	Zemin kat	Zemin kat
14	0.1	3.2	4.48	3.822933
8	0.2	3.2	5.12	4.369067
6	0.2	2.3	2.76	1.21670
14	0.2	3.05	8.54	6.620279
TOPLAMLAR			20.90	16.02898

Kritik kat (zemin kat) ve kritik katın bir üstündeki katın(1.kat) dolgu duvarları mimari açıdan farklılık gösterdiği için, farklı ebatlarda ve konumlarda olmasından kaynaklı farklı tablolar ile gösterilmiştir (bkz Tablo 7.11, Tablo 7.12, Tablo 7.13, Tablo 7.14).

İncelenen yapının efektif kat alanı ve efektif kat atalet momentleri için denklem (7.1) ve (7.2) kullanılır. Yöntemde kullanılmak üzere dolgu duvarların elastisite modülünün beton elastisite modülüne oranı için dolgu duvar cinsi seçilmesi gerekmektedir. Seçilen yapıya ilişkin yapılan incelemeler ışığında duvar cinsi boşluklu tuğla olduğundan, $E_m = E_c$ Elastisite Modülü Oranı Tablo 7.1'den 0.15 olarak seçilmiştir.

$$\begin{aligned}
 A_e &= 24.80 \times 25.10 = 622.48 m^2 \\
 I_x &= \frac{24.80^3 \times 25.10}{12} = 31904.17 m^4 \\
 I_y &= \frac{25.10^3 \times 24.80}{12} = 32680.72 m^4 \\
 A_c &= 10.36 m^2 \\
 A_{wx} &= 12.32 m^2 \quad A_{wy} = 12.36 m^2 \\
 A_{ef,x} &= 10.36 + 0 + (0.15 \times 12.32) = 12.208 m^2 \\
 A_{ef,y} &= 10.36 + 0 + (0.15 \times 12.36) = 12.214 m^2 \\
 C_{Ax} &= \frac{2 \times 10^5 \times 12.208}{622.48} = 3922.38 m^2 \\
 C_{Ay} &= \frac{2 \times 10^5 \times 12.214}{622.48} = 3924.30 m^2 \\
 C_{A,min} &= 3922.38 m^2 \quad C_{A,max} = 3924.30 m^2
 \end{aligned}$$

Bileşke enkesit alan endeksi hesaplarında denklem (7.3)...(7.7) kullanılmaktadır. Kritik kattaki kolon enkesit alanları toplamı Tablo 7.10'dan alınır. İncelenen yapıda betonarme perde olmadığından $A_{sx}=0$ ve $A_{sy}=0$ olarak alınır. Daha sonra kritik kattaki dolgu duvarların enkesit alanı Tablo 7.11 ve Tablo.7.13'den alınır ve aşağıdaki şekilde hesaplanır.

Bileşke enkesit alanı endeksi denklem (7.7)'den;

$$C_A = \sqrt{(0.87 \times 3922.38)^2 + (0.50 \times 3924.30)^2} = 3936.37 m^2$$

olarak elde edilir.

Bileşke atalet momenti endeksi hesaplarında ise denklem (7.8)...(7.12) kullanılmaktadır. İlk önce Tablo 7.10'dan kritik kat kolonlarının x ve y yönündeki (I_{cx} ve I_{cy}) atalet momentleri toplamı alınır. İncelenen yapıda betonarme perde olmadığı için $I_{sx}=0$ ve $I_{sy}=0$ olarak alınır. Kritik kattaki dolgu duvarların x ve y yönündeki atalet momenti toplamı I_{wx} ve I_{wy} değerleri Tablo 7.11 ve Tablo 7.13'den alınır.

$$I_{cx} = 0.698233 m^4$$

$$I_{cy} = 0.092633 m^4$$

$$I_{ef,x} = 0.698233 + 0 + (0.15 \times 29.46627) = 5.118174 m^4$$

$$I_{ef,y} = 0.092633 + 0 + (0.15 \times 9.40870) = 1.503938 m^4$$

$$C_{1x} = 2 \times 10^5 \times \left(\frac{5.118174}{31904.17} \right)^{0.2} = 34840.43 m^4$$

$$C_{1y} = 2 \times 10^5 \times \left(\frac{1.503938}{32680.72} \right)^{0.2} = 27140.49 m^4$$

$$C_{1,min} = 27140.49 m^2$$

$$C_{1,max} = 34840.43 m^2$$

Bileşke enkesit alanı endeksi denklem (7.7)'den;

$$C_1 = \sqrt{(0.87 \times 27140.49)^2 + (0.50 \times 34840.43)^2} = 29342.82 m^2$$

olarak elde edilir.

P_0 Puanının hesaplayabilmek için öncelikle denklem (7.14)'den h_0 çarpanı bulunmalıdır. Bina toplam yüksekliği 13.30m'dir ancak bu yöntemde kritik kat üst kotundan itibaren ölçülen yükseklik baz alındığı için $H = 11.40 m$ 'dir.

$$h_0 = -0.6 \times 11.40^2 + 39.6 \times 11.40 - 13.4 = 360.064$$

$$P_0 = \frac{3936.37 + 29342.82}{360.064} = 92.43$$

7.4.2 P_1 Puanının Hesaplanması

Temel Yapısal Puan (P_1)'in hesaplanabilmesi için P_0 yapının yalın puanının düzeltme katsayıları ile çarpılması sonucunda elde edilir. Bu düzeltme katsayıları için Tablo 7.2'den faydalanılmaktadır.

İncelenen binadaki yapısal düzensizlikler binanın genel durumuna bakılarak aşağıdaki Tablo 7.15 de belirlenmiştir.

Tablo 7.15: İncelenen binanın f_i katsayıları için seçilen değerler.

Katsayı	İncelenen Binadaki Durum	Seçilen Değer
f_1	Burulma Düzensizliği- Düşey Taşıyıcı elamanlar dengeli dağıtıldığından	1.00
f_2	Döşeme Süreksizliği olmadığından	1.00
f_3	Düşey Doğrultuda Süreksizlik olmadığından	1.00
f_4	Kütle Düzensizliği olmadığından	1.00
f_5	Korozyon Mevcudiyeti-bölgesel olarak bulunduğundan	0.95
f_6	Ağırlığı fazla olan dış cephe Elemanları	1.00
f_7	Asma Kat bulunmadığından	1.00
f_8	Katlarda Kot Farkı veya Kısmi Bodrum bulunmadığından	1.00
f_9	Beton kalitesi karot sonucunda göre 4,6Mpa olduğundan	0.48
f_{10}	Zayıf Kolon-Kuvvetli Kiriş katsayısı yapılan hesaplama sonucu bulunmuştur	0.59
f_{11}	Etriye Sıklığı katsayısı aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.	0.80
f_{12}	Zemin Sınıfı Z3 olduğundan	0.95
f_{13}	Temel Tipi sürekli temel olduğundan	0.95
f_{14}	Temel Derinliğinin yaklaşık 3-3.5m olduğundan	0.95

Binanın basınç dayanımı karot sonuçlarına göre 4.6Mpa olarak bulunduğundan f_9 değeri;

$$f_9 = (4.6/20)^{0.5} = 0.48$$

Olarak hesaplanmıştır.

Burada f_{10} değerinin hesaplanabilmesi için I_x , kolonun x doğrultusundaki atalet momenti, I_y , kolonun y doğrultusundaki atalet momenti ve I_b kritik katta en çok tekrarlanan yatay taşıyıcı elemanı olan kirişin atalet momenti değerlerinin belirlenmesi gerekmektedir. İncelenen yapıda en çok kullanılan kolon ebatı 60/30 cm'dir ve buna göre atalet momentleri;

$$I_x = \frac{0.6 \times 0.3^3}{12} = 0.00135 m^4$$

$$I_y = \frac{0.6^3 \times 0.3}{12} = 0.0054 m^4$$

olarak elde edilmiştir.

İncelenen yapıda en çok tekrar eden kiriş ebatı ise 30/70 cm'dir ve buna göre atalet momenti;

$$I_b = \frac{0.7^3 \times 0.3}{12} = 0.00572$$

olarak elde edilmiştir. Böylece f_{10} değeri;

$$f_{10} = [(0.00135 + 0.0054)/2 \times 0.00572]^{0.15} = 0.59$$

olarak bulunur.

f_{11} etriye sıklığı katsayısı etriye aralığının da hesaplamaya katılması sonucu elde edilir. incelenen yapıdaki etriye aralığı $s=21$ cm'dir.

$$f_{11} = 0.60 \leq \left[\frac{101}{25} \right]^{0.25} = 0.80 \leq 1.00$$

Olarak hesaplandığından $f_{11} = 0.80$ alınır.

$$P_1 = 92.43 \times [1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0.95 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0.48 \times 0.59 \times 0.80 \times 0.95 \times 0.95 \times 0.95] = 56.70$$

Olarak hesaplanır ve P_{min} hesabı için küçültülerek $P_1 = 56$ olarak alınır.

7.4.3 P_2 ve P_3 Puanlarının Hesaplanması

İncelenen yapıda kısa kolon bulunmamasından kaynaklı $P_2=100$ olarak seçilmiştir. Yumuşak kat-zayıf kat puanının hesabında denklem (7.16), (7.17) ve (7.18) kullanılmaktadır. Denklem içeriğinde kritik kat ve kritik katın bir üst katının kat yükseklikleri eşit olduğundan 3.80m alınmıştır. Ayrıca bu puan hesabında gerekli olan kritik kat ve kritik katın bir üst katındaki dolgu duvar, perde ve kolonların efektif kat alanı ve efektif atalet momentleri hesaplanmıştır.

$$A_{ef,zemin} = A_{ef,x} + A_{ef,y} = 12.208 + 12.214 = 24.422m^2$$
$$I_{ef,zemin} = I_{ef,x} + I_{ef,y} = 5.118174 + 1.503938 = 6.622112m^4$$

Kritik katın bir üst katı yani 1. Kat için;

$$A_c = 10.36m^2$$
$$A_{wx} = 13.56m^2 \quad A_{wy} = 20.90m^2$$
$$A_{ef,x} = 10.36 + 0 + (0.15 \times 13.56) = 12.394m^2$$
$$A_{ef,y} = 10.36 + 0 + (0.15 \times 20.90) = 13.495m^2$$
$$A_{ef,1.kat} = A_{ef,x} + A_{ef,y} = 12.394 + 13.495 = 25.889m^2$$

$$I_{cx} = 0.698233m^4 \quad I_{cy} = 0.092633m^4$$
$$I_{ef,x} = 0.698233 + 0 + (0.15 \times 30.4593) = 5.26713m^4$$
$$I_{ef,y} = 0.092633 + 0 + (0.15 \times 16.02898) = 2.49698m^4$$

$$I_{ef,1.kat} = I_{ef,x} + I_{ef,y} = 5.26713 + 2.49698 = 7.76411m^4$$

olarak hesaplanmaktadır.

Denklem (7.17) ve (7.18) den;

$$r_a = \frac{24.422}{25.889} = 0.94 \leq 1$$

$$r_r = \frac{6.622112}{7.76411} = 0.85 \leq 1$$

elde edilir.

P_3 yumuşak kat – zayıf kat puanı için ise denklem (7.16)’dan;

$$P_3 = 100 \left[0.94 \times 0.85 \times \left(\frac{3.80}{3.80} \right)^3 \right]^{0.60} = 87.40$$

olarak bulunur.

7.4.4 P_4 ve P_5 Puanlarının Hesaplanması

İncelenen binanın planlarında görüldüğü üzere binanın iki cephesinde de, her kat döşemesi bir önceki kata göre ortalama 40cm çıkma oluşturacak şekilde ve çerçeve sürekliliğini üst katlara çıktıkça kaybederek büyümektedir. Dolayısıyla çıkmalar ve çerçeve süreksizliği puanı Tablo 7.4’den $P_4=60$ olarak belirlenmiştir.

Söz konusu bina iki cephesinden iki farklı binaya bitişik nizam konumundadır. Seçilen bina, komşu binalar ile aynı kat yüksekliğine, aynı toplam yüksekliğe ve aynı kotta döşemeye sahiptir. Bu sebepten Tablo 7.5’den Çarpışma Puanı $P_5=70$ olarak seçilir.

7.4.5 P_6 ve P_7 Puanlarının Hesaplanması

Değerlendirmeye alınan binanın bulunduğu zeminin kil taşından oluşması, kil oranı arttıkça boşluk suyu basınçlarının daha az arttığı ve numunelerin sıvılaşma eğiliminin azaldığı bilinmesi sebebiyle, sıvılaşma riski bulunmadığından sıvılaşma potansiyeli puanı $P_6=100$ olarak seçilmiştir.

İncelemeye konu yapının bulunduğu zeminin karakteristik özelliklerinden, zemin sınıfının Z3 olması ve yer altı su seviyesinin yaklaşık 4 m’de olduğundan Tablo 7.7’den toprak hareketleri puanı $P_7=25$ olarak seçilir.

7.4.6 $P_{sonuç}$ Puanının Hesaplanması

Öncelikle hesaplanan P_i değerleri arasından en küçük değer P_{min} değerinin tespit edilmesi gerekmektedir. Ardından tüm P_i ve P_{min} puanları için Tablo 7.7’de verilen ağırlık oranları ile çarpılması gerekmektedir. Bu çarpılmış değerlerin

toplanmasıyla P_w değeri, α ve β düzeltme katsayılarının da hesaplanmasından sonra da $P_{sonuç}$ puanı bulunur.

İncelemeye konu olan yapı okul tipi olduğu için hareketli yük katsayısı $n=0.60$, birinci derece deprem bölgesinde yer alması sebebiyle efektif ivme katsayısı $A_0=0.40$, yapı önem katsayısı deprem sonrası kullanımı gereken yapılar ve insanların uzun süreli yoğun olduğu yapılar kapsamına girdiğinden $I=1.5$ alınmıştır. Yapının bulunduğu zemin coğrafik olarak düzlükten olması sebebiyle $t=1.00$ olarak alınmıştır. Buradan hareketle denklem (7.19)'dan;

$$\alpha = \left(\frac{1}{1.5} \right) \times (1.4 - 0.40) \times \left[\frac{1}{(0.4 \times 0.6) + 0.88} \right] \times 1.00 = 0.595$$

olarak hesaplanmıştır.

P_i puanlarının ağırlık oranları ile çarpımı ve toplamı Tablo 7.16 da gösterilmiştir.

Tablo 7.16: P_i puanlarının ağırlık oranları ile çarpımı.

P_i puanı		W ağırlık oranı	P x w
P_1	56	4	224
P_2	100	1	100
P_3	87	3	261
P_4	60	2	120
P_5	70	1	70
P_6	100	3	300
P_7	25	2	50
P_{min}	25	4	100
TOPLAM		20	1225

Ağırlıklı ortalama puan P_w denklem (8.20)'den;

$$P_w = \frac{1225}{20} = 61.25$$

elde edilir. P_w değerine göre β düzeltme katsayısı Şekil 7.9'dan $\beta=1$ alınır.

Denklem (7.21)'den;

$$P_{sonuç} = 0.595 \times 1 \times 25 = 14.88 \cong 15$$

Sonuç puanı bulunur.

7.4.7 P25-V.ÖZKA Puanının Hesaplanması

P25-V.ÖZKA versiyonunda öncelikle incelenen binanın tasarım depremi altında yapacağı deplasmanlar bir paket program yardımıyla bulunmalıdır. Birbirini takip eden katların deplasman farklarının kat yüksekliklerine bölümüyle görel kat öteleme değerleri elde edilir ve bu değerler her kat için x ve y yönünde hesaplanır. Hesaplanan bu değerler deprem esnasında seçilen kritik kattaki hasar sınırlarına karşılık gelmektedir. Paket program yardımıyla, TBDY 2018'e göre analizi yapılan yapıda elde edilen deplasmanlar Tablo 7.17 de verilmiştir.

Tablo 7.17: İncelenen binanın kat deplasmanları.

Kat no	9.yükleme	10. yükleme	11. yükleme	12. yükleme
	$\delta_x (m)$	$\delta_x (m)$	$\delta_y (m)$	$\delta_y (m)$
3	0.0989981	0.0989981	-0.175119	-0.175119
2	0.0856084	0.0856084	-0.152172	-0.152172
1	0.0665956	0.0665956	-0.117918	-0.117918
Z	0.0437935	0.0437935	-0.078376	-0.078376
B	0.0193368	0.0193368	-0.037090	-0.037090

Kritik kat ve kritik katın bir altındaki katın deplasmanlarının farkının kat yüksekliğine bölünmesi ve yapı davranış katsayısı R ile çarpılmasıyla görel kat öteleme kontrolü yapılmış olmaktadır. Yapı davranış katsayısı $R = 4$ olarak belirlenmiştir. Buna göre;

$$\Delta x = \delta_{x,Zemin} - \delta_{x,Bodrum} = 0.0437935 - 0.0193368 = 0.0244567 \text{ m}$$

$$\Delta y = \delta_{y,Zemin} - \delta_{y,Bodrum} = 0.078376 - 0.037090 = 0.041286 \text{ m}$$

$$\text{Görel Kat Öteleme Kontrolü}(x) = Rx \frac{\Delta x}{h} = 4x \frac{0.0244567}{3.80} = 0.025744$$

$$\text{Görelî Kat Öteleme Kontrolü}(y) = Rx \frac{\Delta y}{h} = 4x \frac{0.041286}{3.80} = 0.043459$$

olarak hesaplanır. Hesaplanan x ve y doğrultusundaki görelî kat öteleme kontrolü değerleri Tablo 7.9'daki sınırlara bakılarak en elverişsiz durum seçilir.

$$\text{Görelî Kat Öteleme Kontrolü}(x) = 0.01 < 0.025744 < 0.03$$

$$\text{Görelî Kat Öteleme Kontrolü}(y) = 0.04 < 0.043459$$

Bu örnekte durum x yönüne göre Belirgin Hasar Bölgesinde, y yönüne göre ise göçme bölgesinde kaldığını göstermektedir. Bu sebepten P25 Yöntemi sonuç puanına göçme bölgesi deplasman katsayıları etkililerek hesaplama yapılır.

Sonuç olarak incelenen binanın P25-V.ÖZKA puanı:

$$P_{\text{ÖZKA}} = Px \frac{40}{100} = 15x \frac{40}{100} = 6$$

olarak hesaplanmıştır. Bu nedenle söz konusu bina tasarım depreminin üzerinde bir depremle maruz kalırsa GÖÇECEKTİR.

8. FEMA-154 YÖNTEMİ ve BU YÖNTEM ile BİNA PERORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

8.1 Yöntem

2015 yılında güncellenmiş son versiyonu bir el kitabı olarak yayınlanan FEMA P-154 Hızlı Tarama Yöntemi, mevcut yapının deprem esnasındaki performansının en kısa sürede belirlenebilmesini hedeflemiştir. Yöntem toplamda iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşama, veri toplama formu ile elde edilen sonuç puanın hesaplanması ve güvenliğinin belirlenmesini kapsamaktadır. İkinci aşama da ise, birinci aşamada hesaplanan " S_{L1} " sonuç puanından plan ve düşey düzensizlik puanlarının çıkarılmasıyla bir S' puanı elde edilir. Daha sonra ikinci aşama kapsamında elde edilen plan, düşey ve diğer düzensizlik puanları ile S' puanının toplanması sonucu 2.aşama yapısal puanı " S_{L2} " elde edilir. 2. Aşama değerlendirme isteğe bağlı olarak uygulanmaktadır.

Bu yöntemde incelenen binalardan temin edilen bilgiler için bir form düzenlenmiştir. İnceleme yapılacak bölgenin depremsellik durumuna göre, çok yüksek, yüksek, orta yüksek, orta ve düşük riskli deprem bölgeleri olarak beş farklı form hazırlanmıştır.(Ek-A) Bu formlara, yapının taşıyıcı sistem türü, adresi, inşaat yapım yılı, kat sayısı, kullanım amacı, toplam kat alanı, kod yılı, zemin tipi, kullanım katsayısı, araştırma yapılan tarih, binada oluşan düzensizlikler gibi bilgiler, ilgili alanlara işlenmelidir.

Bu yöntemde belirlenen taşıyıcı sistem türleri aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır.

- W1: Tek ya da daha çok kattan ve birimden oluşan ahşap iskeletli yapılar
- W1A: Çok kat ve birimden oluşan, her bir kat alanı 3000 feet² (278.7 m²)'den fazla olan ahşap iskeletli yapılar

- W2: Genellikle ticari ve ya endüstriyel amaçlı inşa edilen, her bir kat alanı 5000 feet² (464.5 m²)’den fazla olan ahşap iskeletli yapılar
- S1: Çelik çerçevelerden oluşan yapılar
- S2: Çaprazlı çelik çerçevelerden oluşan yapılar
- S3: Hafif metal taşıyıcılı yapılar
- S4: Betonarme perde duvarlı çelik çerçeveli yapılar
- S5: Duvarları yığma olarak teşkil edilen çelik çerçeveli yapılar
- C1: Betonarme çerçeveli yapılar
- C2: Betonarme perdeli ve çerçeveli yapılar
- C3: Duvarları yığma olarak teşkil edilen betonarme çerçeveli yapılar
- PC1: Önüretimli yapılar
- PC2: Prefabrik yapılar
- RM1: Esnek diyaframlı donatılı yığma yapılar
- RM2: Rijit diyaframlı donatılı yığma yapılar
- URM: Donatısız yığma yapılar
- MH: Modüler sistemli yapılar

Veri toplama formunda kod yılı olarak kastedilen; yönetmelik yılıdır. Yani FEMA Yöntemi kapsamında tanımlanan taşıyıcı sistem türlerinin açıklandığı ilk yönetmeliktir.

Türkiye’de ilk deprem yönetmeliği 1940 yılında ‘Zelzele Mıntıklarında Yapılacak İnşaata ait İtalyan Yapı Talimatnamesi’ adıyla yayınlanmıştır. Bu yönetmelikte, daha çok mimari konulara ağırlık verilmiş, kat yüksekliği, duvar kalınlığı gibi konulara dikkat çekilmiştir.

1944 yılında ‘Zelzele Mıntıkları Muvakkat Yapı Talimatnamesi’ adıyla yayınlanan yönetmelikte, ayrıntıya girmeden ilk kez betonarme yapılardan bahsedilmiştir.

1949 yılında ‘Türkiye Yersarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği’ adıyla yayınlanan yönetmelikte, deprem bölgelerinin dereceleri ve çok basitte olsa ilk deprem kuvvetleri hesabı sunulmuştur. Yani aslında 1949 yılı yönetmeliği,

betonarme yapıların detayları kapsamı ve tasarım esaslarını belirtmesi sebebiyle, FEMA Yöntemindeki kod yılı olarak kabul edilmiştir.

FEMA Yönteminde değerlendirme yılı ise, yönetmeliğin kapsamlı olarak geliştirildiği yıl olarak ifade edilmektedir. Bu tanıma bakılarak 1975 yılında yayınlanan ‘Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik’ değerlendirme yılı olarak kabul edilmiştir. Bu yönetmelik kapsamında, ülke 1., 2., 3. ve 4. deprem bölgesine ayrılmış, deprem kuvvet hesapları ve betonarme yapılar ile ilgili tüm detaylar verilmiştir.

İncelenen yapının bulunduğu zemin türü, var ise daha önceden yapılmış bir zemin etüt raporundan, yok ise zemin incelemesi yapılarak tespit edilip forma işlenir.

İncelenen yapıya ait düzensizliklerin tespiti en önemli kısmı oluşturmaktadır. Burada binanın bitişik nizam olması durumunda, çekiçleme etkisine maruz kalıp kalmayacağı ve yanındaki binadan deprem esnasında düşme tehlikesi olan bir elemanın bulunup bulunmadığı değerlendirilmelidir.

Ciddi düşeyde düzensizlik, yapıda zayıf/yumuşak kat, kısa kolon, bina içinde alt veya üst katlarda düzlem dışı geri çekilme oluşması durumu olarak adlandırılmaktadır.

Orta derece düşeyde düzensizlik, eğimli arazilerde binanın iki cephesi arasında bir kattan fazla kot farklı oluşumu ve genelde W1 tipi ahşap yapılarda görülen, temelin üstünde üst katlardaki duvarları taşıyan kısa duvarların varlığı şeklinde tanımlanmaktadır.

Planda düzensizlik, burulma düzensizliği, döşeme süreksizliği ve planda çıkıntıların bulunması durumu olarak tanımlanmaktadır. Planda çıkıntıların bulunması ile kastedilen, binanın L, T, U, E ve + tipi kat planlı olması ve burada oluşacak girintilerin aynı doğrultu üzerinde plan boyutunun %20’sinden fazla olmasıdır.

Binanın taşıyıcı sistemine, yapı malzemesine ve Türkiye Deprem Tehlike Haritası’ndaki konumu ile bağıntılı olarak incelenen her binaya ait Temel Yapısal Risk Puanı belirlenir. İncelenen yapının düzensizliğinin olup olmadığı, zemin sınıfı

ve cinsi ile yüksekliği gibi önemli parametre puanlarının tespit edildikten sonra, deprem performansına olumlu ya da olumsuz etkimesine göre temel yapısal puanı ile toplanır veya çıkarılır. Bu şekilde binanın deprem etkisi altındaki davranışını tanımlayan puan “Son Yapısal Puanı(S)” olarak ifade edilir.

Yapılan hesaplamalardan sonra elde edilen “S” puanı, ‘Kesim Değeri’ olarak tanımlanan sayısal bir değeri ile karşılaştırılır ve bu kesim değeri altındaki yapılar “Güvensiz”, dolayısıyla ayrıntılı hesap yapılması önerilmektedir. Kesim değeri üstündeki yapılar ise “Güvenli” olarak nitelendirilmektedir. Bu yöntemde “Kesim Değeri” 2 olarak belirlenmiştir. . “S” puanı 2’den küçük olduğunda “Güvensiz” olarak isimlendirilen yapıların ayrıntılı olarak incelemeye ihtiyacı olduğu kanısına varılmaktadır. Yani “S” puanı büyüdükçe yapının deprem performansının iyi olduğunu ifade etmektedir.

Bu yöntem, binaların depreme karşı performansının tespitinde sıralama ya da bir ön eleme aşaması olarak kullanılmaktadır. Yapılan incelemeler neticesinde ulaşılan sonuçların, güvenilir ve kullanılabilir olması için formdaki alanların eksiksiz ve doğru doldurulması gerekmektedir. Yöntemin hedefi, kısa sürede ve gözleme dayalı tespitlere dayandığı için, hatalı olduğu durumda binanın yapısal puanı direkt etkilenir ve güvenli sonuçlardan uzaklaşmış olur.

8.2 FEMA P-154 Yöntemi ile RBTEİE 2019’da Verilen Basitleştirilmiş Yöntemlerin Karşılaştırılması

2019 yılında yayınlanan Riskli Yapıların Tespit Esasları kapsamında bölgesel deprem risk dağılımını belirlemek için basitleştirilmiş yöntemler sunulmuştur. Yöntem kapsamında Betonarme ve Yığma Binalar için Veri Toplama Formu hazırlanmıştır. Arazi çalışmaları sonucunda, incelenen binanın, kat sayısı, kalitesi, nizamı, mevcut düzensizlikleri, bulunduğu zeminin eğimi ve sınıfı belirlenip, bu forma işlenmektedir. Bu bilgilere karşılık gelen sayısal parametreler tespit edildikten sonra binanın performans puanı PP Denklem 8.1 ile elde edilmektedir.

$$PP = TP + \sum_{i=1}^n (O_i * OP_i) + YSP \quad (8.1)$$

Bu denklemde TP Taban Puanını, YSP Yapısal sistem puanını, O_i olumsuzluk parametre değerlerini ve OP_i ise olumsuzluk parametre puanlarını ifade etmektedir [23,44,49]. Yönteme ait detaylar ve kullanılan tablolar RBTEİE 2019 Ek-A da verilmiştir.

BETONARME BİNALAR İÇİN VERİ TOPLAMA FORMU					
BİNA KİMLİK BİLGİLERİ				Tarih: 09.04.201	
				Sıra: 1	
BİNA KİMLİK NO	1				
İL	BALIKESİR				
İLÇE	Altıeylül				
MAHALLE	Çağış Mahallesi				
CADDE / SOKAK	Balıkesir Üniv. Kampüsü				
DIŞ KAPI NO	-				
BİNA ADI	Meslek Yüksekokulu - D Blok				
PAFTA	-				
ADA	-				
PARSEL	-				
UAVT BİNA KODU	-				
BİNANIN TAHMİNİ YAŞI	29				
COĞRAFİ KOORDİNATLARI		ENLEM: 39.539	BOYLAM: 28.009		
YAPI KULLANIM TÜRÜ	☐ KONUT	☐ TİCARET	☐ SANAYİ	☒ KAMU	☐ METRUK
BİNA TEKNİK BİLGİLERİ					
YAPISAL SİSTEM TÜRÜ	☒ BA ÇERÇEVE		☐ BA ÇERÇEVE VE PERDE		
SERBEST KAT ADEDİ (İTİK)	bodrum+4				
BİNA GÖRSEL KALİTESİ	☐ İYİ	☒ ORTA	☐ KÖTÜ		
YUMUŞAK KAT / ZAYIF KAT	☐ VAR	☒ YOK			
DÜŞEYDE DÜZENSİZLİK	☐ VAR	☒ YOK			
AĞIR ÇIKIMLAR	☐ 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:					
Binanın bodrum katında bazı kolonlarda, korozyon etkisi görülmüştür.					

Şekil: 8.1 İncelenen bina için oluşturulan RBTEİE veri toplama formu

Bu yöntem ile FEMA P-154 arasında, incelenen binaya ilişkin kullanılan bilgiler ve sonuç puanı oluşturma konusunda büyük ölçüde benzerlik bulunmaktadır. Hazırlanan bu yerel yöntemde de amaç tıpkı FEMA P-154'deki gibi depremde risk oluşturma ihtimali olan binaların bölgesel dağılımını belirlemek ve öncelik oluşturmaktır. Her iki yöntemde de tekil binalar için değil, bölge bazında (mahalle, semt,...vb.)bir çok bina için değerlendirme yapılması gerekliliği belirtilmiştir. Kullanılan parametre puanları neticesinde, binaya ilişkin deprem performansını belirten bir sonuç puanı hesaplanmıştır.

Ancak bu iki yöntemi birbirinden ayıran en net özellik ise, elde edilen sonuç puanlarının bir limit değer ile karşılaştırılıp güvenlik durumuna ait bir yorumun yapılıp yapılmamasıdır. FEMA P-154 Yöntemiyle elde edilen binaya ait sonuç puanı 2'den büyükse güvenli, küçükse güvensiz olarak nitelendirilmektedir. Yerel yöntemde ise, sonuç puanı herhangi bir limit değer ile karşılaştırılmamaktadır. Bu yöntem, sadece uygulanan bölge içerisindeki binaların performans puanlarının büyükten küçüğe doğru sıralanması ve aldığı puanın fazlalığına göre risk önceliği belirlenmesi için hazırlanmıştır.

8.3 FEMA P-154 Yöntemi Uygulaması

FEMA P-154 Hızlı Tarama Yönteminin, her ne kadar tekil binalara uygulanmaması gereken bir yöntem olduğu ifade edilmiş olsa da, bu tez kapsamında hızlı değerlendirme metodlarının karşılaştırması konu alındığından incelenen binada uygulaması yapılmıştır.

Balıkesir ili, Deprem Tehlike Haritası'nda en riskli bölgede bulunması sebebiyle, FEMA P-154 Yöntemi 1. Aşama değerlendirmesinde, Çok Yüksek Risk Düzeyi için hazırlanan veri toplama formu kullanılmıştır.

Öncelikle binanın adresi, kullanımı, enlem ve boyları forma işlenmiştir. İncelenen zemin etüdü raporunda TDY 2007'e göre, zemin türü C, zemin sınıfı Z3

olarak verilmiştir. Bu değerlerin FEMA 154 ile belirlenen sınıflandırmasına karşılık gelen türün, D (sıkı zemin) türü olduğu tespit edilmiştir.

Zemin etüdü raporuna istinaden, yüzey faylarına yakın değildir ve sıvılaşma ile toprak kayması riski bulunmamaktadır.

İncelenen yapı, iki cephesinden de bitişik nizam konumundadır. Bitişikindeki binalar ile döşeme seviyeleri ve kat yükseklikleri aynıdır. Ancak, binalar arasındaki mesafenin, yönetmelikte belirtilen minimum dilatasyon derzinden daha az olması sebebiyle, çekiçleme etkisi altında kalacağına karar verilmiş ve forma işlenmiştir.

Bodrum katlardaki bant pencereler ile normal katlardaki büyük pencereler ve galeri boşluğu kenarındaki kolonların yanında bulunan parapetler dolayısıyla kısa kolon oluşumu gözlemlenmiş, düşeyde ciddi düzensizlik olduğu tespit edilerek forma o şekilde işlenmiştir.

Zemin kat tavanından itibaren tüm katlarda büyük galeri boşluğu bulunmaktadır. Bu döşeme süreksizliği, forma planda düzensizlikler kapsamında işlenmiştir.

Bu bilgiler ışığında, incelediğimiz yapı C1 betonarme çerçevesi yapılar kapsamına girdiğinden Temel Puanı 1 olarak alınmış ve sırasıyla ciddi düşey düzensizlik puanı ve planda düzensizlik puanı ile toplanmıştır. Son olarak da incelediğimiz bina değerlendirme yılı 1975 ‘den sonra yapıldığı için elde edilen puan ile değerlendirme sonrası puanı toplanarak sonuç puanı elde edilmiştir.

Sonuç puanı, $SL_1=1.3 < 2$ olarak bulunmuş ve limit puanı 2’den küçük olması sebebiyle ‘Güvensiz’ olarak belirlenmiştir. Yapının ayrıntılı analizi yapılmalıdır.

Olası Sismik Tehlikelere Karşı Binaların Hızlı Görsel Taraması
FEMA P-154 Veri Toplama Formu

1. Aşama

Çok Yüksek Sismik Hareketlilik



PLAN ÇİZİMİ

ÇİZİM

Adres: Çağış Mah. Balıkesir Üniv. Kampüsü, Altıeylül / BALIKESİR

Posta Kodu: 10100

Diğer Tanımlama Bilgileri:

Binanın Adı: Meslek Yüksekokulu - D Blok

Kullanım: Okul Binası

Enlem: 39.539 ° Boylam: 28.009 °

Ss: 1.618 S1: 0.405

Değerlendiren(ler): Ezgi GÜLGEÇ Tarih/Saat: 09.04.2019 11:00

Kat Sayısı: Zemin Üstü: 4 Zemin Altı: 1 Yapım Yılı: 1990 ☐ THM

Toplam Kat Alanı: 622.5 m² Kod Yılı: 1949

Ekler: ☒ Yok ☐ Var; Yapım Yılı:

Kullanım: Toplantı Ticari Acil Hız. ☐ Tarihi ☐ Sığınak
Endüstri Ofis ☒ Okul ☐ Devlet
Kamu Depo Konut # Birim:

Zemin Türü ☐ A ☐ B ☐ C ☒ D ☐ E ☐ F
Sert Kaya Çok Sıkı Sıkı Yumuşak Zayıf BLM
Kaya Zemin Zemin Zemin Zemin BLM ise D kabul et

Jeolojik Tehlikeler: Sıvılaşma: Evet ☐ Hayır ☒ BLM Toprak Kayması: Evet ☐ Hayır ☒ BLM Yüzey Faylı: Evet ☐ Hayır ☒ BLM

Bitişik Nizam: ☒ Çekiçleme ☐ Yan Binadan Düşme Tehlikesi Olan Eleman

Düzensizlik: ☒ Düşey (tip/derece) Kısa Kolon
☒ Plan (tip) Döşeme Süreksizliği

Dış Tehlikeler: ☐ Sabitlenmemiş Baca ☐ Ağır Cephe Kaplamalar
☐ Parapetler ☐ Eklentiler
☐ Diğer

YORUMLAR:

D blok, B ve E blokları arasında, bitişik nizam olarak inşa edilmiştir. B ve E blok a içten geçişi bulunmaktadır. Yapının Bodrum katında bazı kolonlarda, korozyon etkisi görülmüştür.

☐ Ayrı sayfada ek çizimler veya yorumlar

TEMEL YAPISAL RISK PUANI, DEĞİŞTİRİCİLER, SONUÇ PUAN SL1																		
FEMA BİNA TİPLERİ	Belirsiz	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RCSW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH
Temel Puan	2.1	1.9	1.8	1.5	1.4	1.6	1.4	1.2	1.0	1.2	0.9	1.1	1.0	1.1	1.1	0.9	1.1	
Ciddi Düşeyde Düzensizlik, VL1	-0.9	-0.9	-0.9	-0.8	-0.7	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.8	-0.6	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	NA	
Orta Derecede Düşeyde Düzensizlik, VL1	-0.6	-0.5	-0.5	-0.4	-0.4	-0.5	-0.4	-0.3	-0.4	-0.4	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	NA	
Planda Düzensizlik, PL1	-0.7	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.4	-0.4	-0.4	-0.5	-0.3	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	NA	
Kodlama Öncesi	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.3	-0.2	-0.1	-0.1	-0.2	0.0	-0.2	-0.1	-0.2	-0.2	0.0	0.0	
Değerlendirme Sonrası	1.9	1.9	2.0	1.0	1.1	1.1	1.5	NA	1.4	1.7	NA	-0.2	1.7	1.6	1.6	NA	0.5	
Zemin Türü A veya B	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.2	0.2	0.3	0.1	1.5	0.2	0.3	0.3	0.1	0.1	
Zemin Türü E (1-3 kat)	0.0	-0.2	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1	-0.2	0.0	0.3	-0.1	-0.2	-0.2	0.0	-0.1	
Zemin Türü E (>3 kat)	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3	NA	-0.3	-0.1	-0.1	-0.3	-0.1	NA	-0.1	-0.2	-0.2	0.0	NA	
Minimum Puan SMİN	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	1.0	

SONUÇ PUAN, SL1 ≥ SMİN SL1 = 1.3 < 2

İNCELEMENİN KAPSAMI

Dış: ☐ Kısmi ☒ Her Yönden ☐ Havadan

İç: ☐ Hiç ☐ Görünür ☒ Girildi

Çizimler incelendi: ☒ Evet ☐ Hayır

Zemin Türü Bilgisinin Kaynağı: zemin etüd raporu

Jeolojik Tehlike Bilgisinin Kaynağı: zemin etüd raporu

İletişime Geçilen Kişi:

İKİNCİ AŞAMA TARAMA YAPILDI MI?

☐ Evet, Level 2 Puanı, SL2 ☒ Hayır

Yapısal Olmayan Tehlike? ☐ Evet ☐ Hayır

DİĞER TEHLİKELER

Detaylı yapısal inceleme gerektiren tehlikeler var mı?

☒ Çekiçleme olasılığı (SL2> Limit puan olmadıkça)

☐ Daha uzun olan bitişikteki binadan düşme tehlikesi olan elemanlar

☐ Jeolojik tehlike veya F zemin türü

☒ Taşıyıcı sistemde kayda değer hasar/bozulma

İŞLEM GEREKLİ

Detaylı Yapısal İnceleme Gerekli mi?

☐ Evet, bilinmeyen FEMA bina tipi veya diğer bina

☒ Evet, puan limit puanından daha düşük

☒ Evet, diğer tehlikeler mevcut

☐ Hayır

Detaylı Yapısal Olmayan İnceleme Önerilir mi?

☐ Evet, değerlendirilmesi gereken yapısal olmayan tehlikeler saptandı

☐ Hayır, azaltılması gereken yapısal olmayan tehlikeler mevcut fakat detaylı inceleme gerekli değil

☐ Hayır, yapısal olmayan tehlike saptanmadı ☒ BLM

Bilgilerin doğrulanmadığı yerlerde yandaki ibareler işaretlenmelidir: THM= Tahmini veya güvenilir olmayan bilgi ya da BLM= Bilinmiyor

Lejant: MRF: Moment taşıyan çerçeve RC: Betonarme URM INF: Yığma duvar MH: Prefabrik konut FD: Esnek Diyafram
BR: Çelik çaprazlı çerçeve SW: Perde duvar TU: Panel duvar LM: Hafif metal RD: Rijid diyafram

Şekil: 8.2 İncelenen bina için oluşturulan FEMA 154 veri toplama formu

9. SONUÇLAR VE YORUMLAR

Bu tez çalışması kapsamında betonarme bir okul binasının dördü birbirinden farklı olmak üzere toplam beş hızlı değerlendirme yöntemi ile deprem güvenliği incelenmiş, değerlendirme sonuçları yorumlanmış ve yöntemler birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Hızlı değerlendirme yöntemlerinden Kanada Sismik Tarama, Japon Sismik Tarama, FEMA 154 Görsel Tarama, P25 Puanlama Yöntemi ve P25-V.ÖZKA versiyonu ile RBTEİE'na göre basitleştirilmiş yöntem kullanılarak performans incelenmesi yapılmıştır.

Kanada Sismik Tarama Yöntemi ile performans değerlendirmesi sonucunda söz konusu binaya ait yapısal indeks (SPI) değeri 14.88 olarak hesaplanmıştır. Bu değer 10 ile 20 arasında bulunması nedeniyle “Orta Öncelikli Binalar” sınıfında olduğu saptanmıştır. Bu yöntemle göre incelenen yapının olası bir depremde göçme riski orta düzeydedir. Yöntemin güvenilir sonuçlara ulaşabilmesindeki en önemli faktör doğru verilerin toplanabilmesidir. Doğruluğundan emin olunamayan veriler ile karşılaşıldığında kullanılmaması önerilmektedir. Yöntemin uygulaması oldukça basit ve hızlı şekilde yapılabilir.

Japon Sismik İndeks Yöntemi üç aşamadan oluşmaktadır, ancak sadece ilk aşaması hızlı değerlendirme yöntemi olarak kullanılmaktadır. 3 aşamalı yöntemin her aşaması uygulandıkça detaylı çözümler ve dolayısıyla güvenilirlik de artmaktadır. Bu yöntem ile yapılan birinci aşama değerlendirme sonucunda deprem performans indeksi (I_s) ile karşılaştırma indeksi (I_{so}) değerleri oranı 0.023 olarak bulunmuştur. Yani $I_s/I_{so} < 0.40$ olduğundan yapının “**depreme karşı güvensiz**” olduğu sonucuna ulaşılır. Bu tez kapsamında ilk aşama için değerlendirme yapılmıştır.

P25 Puanlama Yönteminde sahada yapılacak incelemeler neticesinde yedi adet P_i puanı hesaplanmış ve bu puanlar arasından en küçük olan P_{min} değeri için α ve β düzeltme çarpanlarıyla kalibre edilerek binanın performansını belirleyen $P_{sonuç}$ puanı 15 olarak bulunmuştur. İncelenen yapının **can güvenliğini sağlamadığı** ve

toptan göçme ihtimalinin yüksek olduğu, “en riskli binalar” kapsamında olduğu kanısına varılmıştır. Yöntem, diğer hızlı değerlendirme yöntemlerine kıyasla daha çok yapısal faktörü dikkate aldığından uygulama süresi diğerlerine göre daha uzundur.

P25-V.ÖZKA versiyonu ile yapılan hesaplamalarda P25 Yöntemi ile elde edilen $P_{sonuç}$ puanına, paket program yardımı ile yapılan lineer statik analizlerinden elde ettiğimiz deplasman ve görelî kat ötelemesi değerleri dahil edilerek P25 Yönteminin doğruluğunu arttırmayı hedefleyen P_{dep} puanı bulunmuştur. İncelenen yapının $P_{dep}=6$ olarak hesaplanmış ve sınır değer olan 30’dan küçük olduğu için binanın tasarım depremi üzerinde bir depreme maruz kalması durumunda **göçeceği** kanısına varılmıştır. Bu versiyon ile elde edilen sonuçların, deplasman ve görelî kat ötelemesi gibi deprem performansında büyük önem taşıyan verileri de hesaplama da dahil etmesi sebebiyle daha güvenilir olacağı düşünülmektedir. Diğer hızlı değerlendirme yöntemlerine kıyasla uygulaması biraz daha fazla zaman almaktadır.

FEMA 154 Hızlı Görsel Tarama Yöntemi 1. Aşama deprem performansı değerlendirmesi neticesinde, sonuç puanı $S_{L1} = 1.3$ olarak bulunmuştur. Elde edilen bu sonuç puanının yöntem kapsamında limit değer olarak kabul edilen 2’den küçük olması sebebiyle **deprem performansının yetersiz** olduğu sonucuna varılmıştır. Bu durumda detaylı analiz yapılması gerekmektedir. Bu yöntemde sonucu etkileyen en önemli faktör incelenen binanın taşıyıcı sisteminin ve varsa düzensizliklerinin en doğru şekilde tespitidir. Yöntemin uygulaması sadece bina dışından gözleme dayalı olarak yapılması sebebiyle diğer hızlı değerlendirme yöntemlerine göre daha kısa sürede ve kolay bir şekilde yapılabilmektedir.

Bu tez çalışması kapsamında değerlendirilen dört yöntem için ulaşılan sonuçlar Tablo 9.1 de verilmiştir.

Tablo 9.1: Dört yöntem ve bir versiyonun sonuçları.

Yöntemin Adı	Sonuç	Açıklama
Kanada Sismik Tarama Yöntemi	$SPI = 10 < 14.88 < 20$	Orta Öncelikli Bina
Japon Sismik İndeks Yöntemi	$I_s/I_{SO} = 0,023 < 0.40$	Deprem Güvenliği Belirsiz-Ayrıntılı İnceleme Gereksinimi
P25 Yöntemi	$P_{sonuç} = 15 \leq 25$	Yüksek Risk Grubu
P25-V.ÖZKA	$P_{dep} = 6 < 30$	Göçer
FEMA 154	$S_{L1} = 1.3 < 2$	Deprem Güvenliği Yetersiz-Detaylı Analiz Gereksinimi

İncelenen yapıya uygulanan yöntemlerin hepsinde birbirine yakın sonuçlara ulaşılmış ve hepsinde deprem performansının güvensiz olduğu, risk seviyesinin yüksek olduğu saptanmıştır. En kısa zamanda güçlendirilmesi ya da kullanılmaması önerilmektedir.

Yöntemlerin uygulanmasında hesaplamaya katılan verilerin karşılaştırması Tablo 9.2’de verilmiştir.

Tablo 9.2: Dört yöntem ve bir versiyon için kullanılan parametreler.

Faktör	Kanada Sismik T.Y	Japon Sismik T.Y.	P25 Yöntemi	P25- V.ÖZKA	Fema 154
Depremsellik	✓	✓	✓	✓	✓
Zemin sınıfı	✓	✓	✓	✓	✓
Yapı önemi ve kullanım amacı	✓	✓	✓	✓	✓
Döşeme sistemi	—	—	—	—	—
Taşıyıcı sistem faktörü	✓	✓	✓	✓	✓
Yapısal düzensizlikler	✓	✓	✓	✓	✓
Mevcut fiziksel durum	✓	✓	✓	✓	✓
Yapısal olmayan faktörler	✓	✓	✓	✓	✓
Malzeme dayanımı	—	✓	✓	✓	—

Tablo 9.2: Dört yöntem ve bir versiyon için kullanılan parametreler devamı.

Kısa kolon durumu	—	✓	✓	✓	✓
Topografik durum	—	✓	✓	✓	—
Zamana bağlı oluşan etki	—	✓	✓	✓	—
Toplam kat adedi	—	✓	✓	✓	—
Bina ağırlığı	—	✓	—	✓	—
Yapı çarpışma durumu	—	—	✓	✓	—
Mevcut kiriş, kolon, duvar miktarı	—	✓	✓	✓	—
Yapıda oluşan deplasmanlar	—	—	—	✓	—
Yapıdaki görelî kat ötelemeleri	—	—	—	✓	—
YASS	—	—	✓	✓	—
Ağır çıkmalar	—	—	✓	✓	—

Depremsellik, zemin etkisi, yapı önemi ve kullanım amacı, taşıyıcı sistem faktörü, düzensizlikler, yapının mevcut durumu ve yapısal olmayan faktörler yöntemlerin ortak etkenlerini oluşturmaktadır. Deprem performansının belirlenmesinde öncelikli veriler olması sebebiyle sonuç puanlarındaki en önemli değişkenleri ifade etmektedir.

Uygulanan hızlı değerlendirme yöntemleri için, uygulama süresi, uygulama kolaylığı, güvenilirliği ve kullanılan materyal çeşitliliği açısından 1 ile 10 aralığında bir skala belirlenerek puanlama yapılmış, bu puanlamaya bağlı olarak elde edilen toplam sonuç puanları Tablo 9.3 de gösterilmiştir.

Elbette önerilen puanlama, uygulayıcıların şahsi düşüncelerine bağlı olarak değişiklik gösterecektir. Deprem performansının belirlenmes istenen yapının hangi hızlı değerlendirme metodu kullanarak inceleneceğine de yine ilgili araştırmacı karar vermelidir. Tabloda belirtilen puanlar tez çalışmasını yürüten araştırmacının şahsi değerlendirmeleridir.

Tablo 9.3: Hızlı değerlendirme yöntemleri için önerilen öncelik sınıflaması.

Yöntemler	Uygulama kolaylığı	Uygulama süresi	Güvenilirliği	Materyal çeşitliliği	Parametre	Toplam puan
Kanada sismik tarama yöntemi	10	9	1	1	2	23
Japon sismik indeks yöntemi	7	7	7	4	4	29
P25 Yöntemi	5	5	8	7	7	32
P25-V.ÖZKA	2	2	9	9	10	32
FEMA P-154	10	10	1	1	1	23

- Kanada Sismik Tarama Yöntemi ve FEMA 154 Görsel Tarama Yöntemi en düşük puanı almaları sebebiyle, bina stoğunun deprem riski açısından sıralandırmaya yönelik yöntemler olarak kullanılması önerilmektedir.
- Japon Sismik İndeks Yöntemi ortalama bir puan alması sebebiyle hızlı değerlendirmenin ilk aşaması olarak kullanılabileceği, daha detaylı bir analiz istenmesi durumunda 2. ve 3. Aşama hesaplamalarının da yapılması önerilmektedir.
- P25 Yöntemi, dört hızlı değerlendirme yöntemi arasındaki en yüksek puanı alması sebebiyle, öncelikli olarak tercih edilmesi önerilmektedir.
- P25-V.ÖZKA versiyonu ise, P25 Yöntemi ile aynı puanı almıştır. P25 Yönteminin uygulandığı durumlarda, daha net sonuca ulaşmak ve güvenli tarafta kalmak için bu versiyonun da mutlaka uygulanması önerilmektedir.

10. KAYNAKLAR

- [1] DBYBHY 2007, “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik”, *Çevre ve Şehircilik Bakanlığı*, Ankara, (2007).
- [2] TBDY 2019, “Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği”, *Çevre ve Şehircilik Bakanlığı*, Ankara, (2019).
- [3] TS-500, “Betonarme yapıların hesap ve yapım kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, (2000).
- [4] Kılıç, B., “Betonarme yapıların deprem güvenliğinin hızlı değerlendirilmesi ve Balıkesir uygulaması”, Yüksek Lisans Tezi, *Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı*, Balıkesir, (2014).
- [5] Temür, R., “Hızlı Durum Tespit (DURTES) Yöntemi ve bilgisayar programının geliştirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı*, İstanbul, (2006).
- [6] Tural, M., “Betonarme yapıların deprem güvenliklerinin hızlı değerlendirme yöntemleri ile karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Deprem ve Yapı Mühendisliği Anabilim Dalı*, Gebze, (2014).
- [7] Özkaratay, M., “Düzce depreminde yıkılmış 6 katlı betonarme binanın farklı yöntemlerle değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı*, İstanbul, (2014).
- [8] Bütün, D., “Betonarme yapıların göçme risklerinin belirlenmesinde kullanılan hızlı yöntemlerin karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Celal Bayar*

Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Manisa, (2018).

- [9] Çırak, Ç., “Mevcut binalarda hızlı değerlendirme ve ayrıntılı inceleme yöntemleri ile belirlenen deprem performanslarının değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı*, Denizli, (2016).
- [10] Kızılkaya, B., Ş., “FEMA 154 Hızlı görsel tarama, Kanada sismik tarama ve Japon sismik indeks yöntemlerinin karşılaştırmalı değerlendirmesi ve uygulaması”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı*, İstanbul, (2018).
- [11] Kaya, A. “Mevcut Betonarme Konut Tipi Binaların Deprem Performanslarının Hızlı Değerlendirme Metotları İle İncelenmesi Ve P25 Metodunun Geliştirilmesi” Yüksek Lisans Tezi, *Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı*, Balıkesir, (2017).
- [12] Keskin, E., ve Bozdoğan, K.,B., “2007 ve 2018 deprem yönetmeliklerinin Kırklareli ili özelinde değerlendirilmesi”, *Kırklareli University Journal of Engineering and Science 4-1* , 74-90, Adana, (2018).
- [13] Başaran, V. “Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine (TBDY2019) Göre Afyonkarahisar İçim Deprem Yüklerinin Değerlendirilmesi” Araştırma Makalesi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18(3), 1028-1035, Afyonkarahisar, (2018).
- [14] Tüysüz, S., “Betonarme binaların göçme riskinin hızlı değerlendirme yöntemleri ile belirlenmesi: P25 Puanlama Yöntemi”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı*, İstanbul, (2007).
- [15] Özmen, H., B., “Hızlı değerlendirme yöntemlerinde kullanılan parametrelerin yapı performansı üzerindeki etkilerinin incelenmesi”, Yüksek

Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı*, Denizli, (2005).

- [16] Işık, E., ve Kutanis, M., “Bitlis İlindeki Betonarme Binaların P25 Hızlı Tarama Yöntemi ile Değerlendirilmesi”, *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 15(1), 21-29,(2013).
- [17] Karaşin, i., B., Eren B., Işık E., “Mevcut bir yığma yapının farklı hızlı değerlendirme yöntemleri ile değerlendirilmesi”, *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(2), 70-76, (2016).
- [18] Altınar, M., “Deprem etkisindeki betonarme binaların göçme riskinin saptanması için hızlı değerlendirme yöntemleri”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Kültür Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı*, İstanbul, (2008).
- [19] Işık, E., Bozkurt, N., ve Taşkın, V., “Muş İli Yapı Stoğunun Kanada Sismik Tarama Yöntemi ile İncelenmesi ve Bölgenin Depremselliği”, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20(1), 1-9, (2016).
- [20] Demir, A., Bütün, D., ve Ercan, E., “Hızlı Değerlendirme ve Ayrıntılı İnceleme Yöntemleri ile Betonarme Yapılarının Hasar Durumlarının İncelenmesi”, *ISHAD2018*, 818-824, Sakarya, (2018).
- [21] Boduroğlu, M., H. ve Özdemir, Z., Çağlayan, P., “Mevcut yapıların değerlendirmesinde bir tarama yöntemi”, *Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı*”, İstanbul, (2007).
- [22] Bahşi, E., “Riskli Yapıların Tespit Edilesine İlişkin Esaslar ile Birinci ve İkinci Aşama Değerlendirme Yöntemlerinin Karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı*, İstanbul, (2017).

- [23] Işık, E., ve Tozlu, Z., “Farklı Değişken Kullanılarak Yapı Performans Puanının Hesaplanması”, *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 4(2), 161-172, (2015).
- [24] Bal, İ., E., Tezcan, S., S. ve Gülay, F., G., “Betonarme binaların göçme riskinin belirlenmesi için P25 Hızlı Değerlendirme Yöntemi”, *Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı*”, İstanbul, (2007).
- [25] Shiga, T., Shibata, A., and Takahashi, T., Earthquake Damage and Wall Index of Reinforced Concrete Buildings. Proceedings of the Tohoku District Symposium. Architectural Institute of Japan, No. 12, December, 29-32, (1968).
- [26] Çelik C. O., İlki A., Yalçın C., Yüksel E., “Doğu ve Batı Avrupa Kentlerinde Değişik Tip Binaların Deprem Riskinin Hızlı Değerlendirmesi Üzerine Bir Deneyim”, 6. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 297-304, İstanbul, Türkiye, 16-20 Ekim, (2007).
- [27] Sucuoğlu H., “Kentsel Yapı Stoklarında Deprem Risklerinin Sokaktan Tarama Yöntemi İle Belirlenmesi”, 6. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 267-284, İstanbul, Türkiye, 16-20 Ekim, (2007).
- [28] Ergün, M., “Binaların Deprem Performanslarının Belirlenmesinde Japon Sismik İndeks ile Doğrusal Olmayan Artımsal İtme Analizi Sonuçlarının Karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı*, İstanbul, (2007).
- [29] Tezcan, S.,S., ve Gürsoy, M., ”Tüm İllerimiz için Olası Bir Depremde 'Sıfır' Can Kaybı Projesi(İstanbul Örneği)”, *Türkiye Mühendislik Haberleri*, 417(1), 29-32, (2002).
- [30] Pour, H.,H., “Düzce Depreminde Yıkılmış Binaların P25 ve Deprem Güvenliği Tarama Yöntemleri İle Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi,

İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, (2011).

- [31] Uyğun, T., “Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi ve Bir Uygulama”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, (2015).*
- [32] İlki, A., Boduroğlu, H., Özdemir, P., Baysan, F., Demir, C., Şirin, S., “Mevcut ve Güçlendirilmiş Yapılar için Sismik İndeks Yöntemi ve Yapısal Çözümleme Sonuçlarının Karşılaştırılması”, 5. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul, Türkiye, 26-30 Ekim, (2003).
- [33] Standart For Evaluation of Seismic Capacity of Existing Reinforced Concrete Buildings “Japan Building Disaster Prevention Association, Tokyo, (1990).
- [34] Başaran, V., “Mevcut betonarme yapıların itme analizi ile hesabı ve Japon Sismik İndeks Yöntemi ile karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Eğitimi Anabilim Dalı, Afyonkarahisar, (2006).*
- [35] Özdemir, P., Taskın, B., Vatansever, C., Sezen, A., İlki, A., Güney, D., Boduroglu, H., Taskın, S., “‘Kaynaslı’ daki Bina Türü Yapılarda Düzce Depremi Sonrası Olusan Hasarın istatistiksel Degerlendirmesi” Bildiri No. AT-120, *Beşinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul, 26-30 Mayıs, (2003).*
- [36] Temur, R., Yıldızlar, B., Damcı, E., Özturun, N., K., “İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Yerleşkesi Hızlı Durum Tespit Çalışması“, 2. *Türkiye Deprem Mühendisliğ ve Sismoloji Konferansı, 25-27 Eylül, İstanbul, (2013).*
- [37] Damcı, E., Yıldızlar, B., Gürsoy, G., Özturun, N., K. ve Çelik, T., “Bakırköy özelinde Türkiye genelinde yapı durum tespiti için bir algoritma”, *Beşinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, AT-041, (2003).*

- [38] Yıldızlar, B., Gürsoy, G., Damcı, E., Özturun, N., Çelik, T., “Mevcut Yapı Stoğunun Deprem Riski Açısından Durum Tespiti İçin Bir Yöntem ve Sonlu Elemanlar Yöntemi İle Kıyaslanması”, Gümüşhane ve Yöresinin Kalkınması Sempozyumu, Karadeniz Teknik Ün., Gümüşhane Müh. Fakültesi, Gümüşhane, (2002).
- [39] Keleşoğlu, M.K., Özturun, N.K., Çinicioğlu, S.F., Bozbey, İ., Öztoprak, S., Özyazgan, C., Çelik, T. “Deprem Risk Analizi : Bakırköy İlçesi Örneği”, Küçükçekmece ve Yakın Çevresi Teknik Kongresi, Deprem ve Planlama, Küçükçekmece Belediyesi, 121-132, (2003).
- [40] Işık E., “Hasarlı Bir Betonarme Binanın Performans Puanının Hesaplanması”, *IAOOJ, Scientific Science*, 3(2), 47-52, (2015).
- [41] Bal, İ., E., “Deprem etkisindeki betonarme binaların göçme riskinin hızlı değerlendirme yöntemleri ile belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı*, İstanbul, (2005).
- [42] Hassan, A., F. ve Sözen, M., A., “Seismic vulnerability assessment of low-rise buildings in regions with infrequent earthquake”, *ACI Stuctural Journal*, 94(1), 31-39, (1997).
- [43] Karasu, C., O., “Mevcut Betonarme Binaların Deprem Performansının Doğrusal Elastik Yöntem ile Belirlenmesi ve P25 Hızlı Değerlendirme Yöntemi ile Karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı*, İstanbul, (2007).
- [44] Okuyucu, D., Savaş, G., K., Gedik, B., Şuşarlıoğlu, M., F., ve Kara, T., “Sokaktan Tarama Yöntemiyle Binaların Bölgesel Deprem Risk Dağılımının Belirlenmesi: Erzurum-Yenişehir Örneği”, *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 30(1), 219-231, (2018).

- [45] FEMA 154 - ATC-21: Rapid visual screening of buildings for potential seismic hazards: a handbook. Applied Technology Council. Federal Emergency Management Agency. Washington DC, (1988).
- [46] FEMA 155-ATC-21-1: Rapid visual screening of buildings for potential seismic hazards:supporting documentation. Applied Technology Council. Federal Emergency Management Agency. Washington DC, (1988).
- [47] FEMA-154, FEMA 155: Rapid visual screening of buildings for potential seismic hazards: a handbook. Second Edition. Applied Technology Council. Dilek Okuyucu, Gökçe Kaan Savaş, Burak Gedik , M. Fatih Şuşarlioğlu ve Tarik Kara 231 Federal Emergency Management Agency. Washington DC, (2002).
- [48] FEMA P-154: Rapid visual screening of buildings for potential seismic hazards: a handbook. Third Edition. Applied Technology Council. Federal Emergency Management Agency. Washington DC, (2015).
- [49] RBTE, Riskli Binaların Tespit Edilme Esasları, *6306 Sayılı Kanunun Uygulama Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik*, Resmi Gazete, Sayı: 30688, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara, (2019).
- [50] NRRC (National Research Council of Canada): Manual for Screening of Buildings for Seismic Investigation. Canadian Standard. Ottawa: National Research Council of Canada, (1993).
- [51] AFAD, 2018. “Türkiye Deprem Tehlike Haritası”
- [52] Kasımozade, A., A., Karaca Z. ve Sönmez B., “Ön sismik değerlendirmede Japon Sismik İndeks Yönteminin lise binalarında uygulanması özellikleri”, *Kocaeli Deprem Sempozyumu*, 464-474, Kocaeli, (2005).

- [53] Boduroğlu, H., M., Özdemir, P., İlki, A., Sirin, S., Demir, C., ve Baysan, F., "Towards a modified rapid screening method for existing medium rise RC buildings in Turkey", *13th World Conference on Earthquake Engineering*, Paper No.1542, Vancouver, B.C., Canada, (2004).
- [54] ABYYHY 1975, "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik", *Bayındırlık ve İskan Bakanlığı*, Ankara, (1975).
- [55] Gülen, A., R., "Deprem Risk Analizi ve Şehirleşmede Balıkesir Kent Merkezi Örneği", Yüksek Lisans Tezi, *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı*, Balıkesir, (2008).
- [56] Yazıcı, N., "Ocak 1898 Balıkesir Depremi ve Sonrası", ISBN:975-288-391-5, Ankara, (2003).
- [57] Özberk, Ö., F., "Bina Performans Değerlendirmesinde Kapasiteye Bağlı ve İstatiksel Yöntemlerin Karşılaştırılması", Yüksek Lisans Tezi, *Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Kocaeli*, (2009).



EKLER

EK-A: FEMA P-154 Veri Toplama Formu Örneği

Olası Sismik Tehlikelere Karşı Binaların Hızlı Görsel Taraması
FEMA P-154 Veri Toplama Formu

1. Aşama
Çok Yüksek Sismik Hareketlilik

FOTOĞRAF	Adres: _____																																																																																																																																																																																																							
	Posta Kodu: _____																																																																																																																																																																																																							
	Diğer Tanımlama Bilgileri: _____																																																																																																																																																																																																							
	Binanın Adı: _____																																																																																																																																																																																																							
	Kullanım: _____																																																																																																																																																																																																							
	Enlem: _____	Boylam: _____																																																																																																																																																																																																						
	Ss: _____	S1: _____																																																																																																																																																																																																						
	Değerlendiren(ler): _____ Tarih/Saat: _____																																																																																																																																																																																																							
	Kat Sayısı: Zemin Üstü: _____ Zemin Altı: _____ Yapım Yılı: _____ ☐ THM																																																																																																																																																																																																							
	Toplam Kat Alanı: _____ Kod Yılı: _____																																																																																																																																																																																																							
Ekler: ☐ Yok ☐ Var; Yapım Yılı: _____																																																																																																																																																																																																								
Kullanım: Toplantı Ticari Acil Hizm. ☐ Tarihi ☐ Sığınak Endüstri Ofis Okul ☐ Devlet Kamu Depo Konut # Birim: _____																																																																																																																																																																																																								
Zemin Türü ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F Sert Kaya Çok Sıkı Sıkı Yumuşak Zayıf BLM Kaya Zemin Zemin Zemin Zemin BLM ile D kabul et																																																																																																																																																																																																								
Jeolojik Tehlikeler: Sıvılaşma: Evet/Hayır/BLM Toprak Kayması: Evet/Hayır/BLM Yüzey Fayl.: Evet/Hayır/BLM																																																																																																																																																																																																								
Bitişik Nizam: ☐ Çekişleme ☐ Yan Binadan Düşme Tehlikesi Olan Eleman																																																																																																																																																																																																								
Düzensizlik: ☐ Düşey (tip/derece) _____ ☐ Plan (tip) _____																																																																																																																																																																																																								
Dış Tehlikeler: ☐ Sabitlenmemiş Baca ☐ Ağır Cephe Kaplamalar ☐ Parapetler ☐ Eklentiler ☐ Diğer _____																																																																																																																																																																																																								
YORUMLAR: _____																																																																																																																																																																																																								
TEME L YAPISAL RİSK PUANI, DEĞİŞTİRİCİLER, SONUÇ PUAN SL1																																																																																																																																																																																																								
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; font-size: 0.8em;"> <thead> <tr> <th>FEMA BİNA TİPLERİ</th> <th>Belirsiz</th> <th>W1</th> <th>W1A</th> <th>W2</th> <th>S1 (MRF)</th> <th>S2 (BR)</th> <th>S3 (LM)</th> <th>S4 (RCWS)</th> <th>S5 (URM INF)</th> <th>C1 (MRF)</th> <th>C2 (SW)</th> <th>C3 (URM INF)</th> <th>PC1 (TU)</th> <th>PC2</th> <th>RM1 (FD)</th> <th>RM2 (RD)</th> <th>URM</th> <th>MH</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temel Puan</td> <td>2.1</td> <td>1.9</td> <td>1.8</td> <td>1.5</td> <td>1.4</td> <td>1.6</td> <td>1.4</td> <td>1.2</td> <td>1.0</td> <td>1.2</td> <td>0.9</td> <td>1.1</td> <td>1.0</td> <td>1.1</td> <td>1.1</td> <td>0.9</td> <td>1.1</td> </tr> <tr> <td>Ciddi Düşeyde Düzensizlik, VL1</td> <td>-0.9</td> <td>-0.9</td> <td>-0.9</td> <td>-0.8</td> <td>-0.7</td> <td>-0.8</td> <td>-0.7</td> <td>-0.7</td> <td>-0.7</td> <td>-0.8</td> <td>-0.6</td> <td>-0.7</td> <td>-0.7</td> <td>-0.7</td> <td>-0.7</td> <td>-0.6</td> <td>NA</td> </tr> <tr> <td>Orta Derecede Düşeyde Düzensizlik, VL1</td> <td>-0.6</td> <td>-0.5</td> <td>-0.5</td> <td>-0.4</td> <td>-0.4</td> <td>-0.5</td> <td>-0.4</td> <td>-0.3</td> <td>-0.4</td> <td>-0.4</td> <td>-0.3</td> <td>-0.4</td> <td>-0.4</td> <td>-0.4</td> <td>-0.4</td> <td>-0.3</td> <td>NA</td> </tr> <tr> <td>Planda Düzensizlik, PL1</td> <td>-0.7</td> <td>-0.7</td> <td>-0.6</td> <td>-0.5</td> <td>-0.5</td> <td>-0.6</td> <td>-0.4</td> <td>-0.4</td> <td>-0.4</td> <td>-0.5</td> <td>-0.3</td> <td>-0.5</td> <td>-0.4</td> <td>-0.4</td> <td>-0.4</td> <td>-0.3</td> <td>NA</td> </tr> <tr> <td>Kodlama Öncesi</td> <td>-0.3</td> <td>-0.3</td> <td>-0.3</td> <td>-0.3</td> <td>-0.2</td> <td>-0.3</td> <td>-0.2</td> <td>-0.1</td> <td>-0.1</td> <td>-0.2</td> <td>0.0</td> <td>-0.2</td> <td>-0.1</td> <td>-0.2</td> <td>-0.2</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> </tr> <tr> <td>Değerlendirme Sonrası</td> <td>1.9</td> <td>1.9</td> <td>2.0</td> <td>1.0</td> <td>1.1</td> <td>1.1</td> <td>1.5</td> <td>NA</td> <td>1.4</td> <td>1.7</td> <td>NA</td> <td>-0.2</td> <td>1.7</td> <td>1.6</td> <td>1.6</td> <td>NA</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>Zemin Türü A veya B</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>0.4</td> <td>0.3</td> <td>0.3</td> <td>0.4</td> <td>0.3</td> <td>0.2</td> <td>0.2</td> <td>0.3</td> <td>0.1</td> <td>1.5</td> <td>0.2</td> <td>0.3</td> <td>0.3</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> </tr> <tr> <td>Zemin Türü E (1-3 kat)</td> <td>0.0</td> <td>-0.2</td> <td>-0.4</td> <td>-0.3</td> <td>-0.2</td> <td>-0.2</td> <td>-0.2</td> <td>-0.1</td> <td>-0.1</td> <td>-0.2</td> <td>0.0</td> <td>0.3</td> <td>-0.1</td> <td>-0.2</td> <td>-0.2</td> <td>0.0</td> <td>-0.1</td> </tr> <tr> <td>Zemin Türü E (>3 kat)</td> <td>-0.4</td> <td>-0.4</td> <td>-0.4</td> <td>-0.3</td> <td>-0.3</td> <td>NA</td> <td>-0.3</td> <td>-0.1</td> <td>-0.1</td> <td>-0.3</td> <td>-0.1</td> <td>NA</td> <td>-0.1</td> <td>-0.2</td> <td>-0.2</td> <td>0.0</td> <td>NA</td> </tr> <tr> <td>Minimum Puan SMİN</td> <td>0.7</td> <td>0.7</td> <td>0.7</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>0.3</td> <td>0.3</td> <td>0.3</td> <td>0.2</td> <td>0.2</td> <td>0.3</td> <td>0.3</td> <td>0.2</td> <td>1.0</td> </tr> </tbody> </table>		FEMA BİNA TİPLERİ	Belirsiz	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RCWS)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH	Temel Puan	2.1	1.9	1.8	1.5	1.4	1.6	1.4	1.2	1.0	1.2	0.9	1.1	1.0	1.1	1.1	0.9	1.1	Ciddi Düşeyde Düzensizlik, VL1	-0.9	-0.9	-0.9	-0.8	-0.7	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.8	-0.6	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	NA	Orta Derecede Düşeyde Düzensizlik, VL1	-0.6	-0.5	-0.5	-0.4	-0.4	-0.5	-0.4	-0.3	-0.4	-0.4	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	NA	Planda Düzensizlik, PL1	-0.7	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.4	-0.4	-0.4	-0.5	-0.3	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	NA	Kodlama Öncesi	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.3	-0.2	-0.1	-0.1	-0.2	0.0	-0.2	-0.1	-0.2	-0.2	0.0	0.0	Değerlendirme Sonrası	1.9	1.9	2.0	1.0	1.1	1.1	1.5	NA	1.4	1.7	NA	-0.2	1.7	1.6	1.6	NA	0.5	Zemin Türü A veya B	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.2	0.2	0.3	0.1	1.5	0.2	0.3	0.3	0.1	0.1	Zemin Türü E (1-3 kat)	0.0	-0.2	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1	-0.2	0.0	0.3	-0.1	-0.2	-0.2	0.0	-0.1	Zemin Türü E (>3 kat)	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3	NA	-0.3	-0.1	-0.1	-0.3	-0.1	NA	-0.1	-0.2	-0.2	0.0	NA	Minimum Puan SMİN	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	1.0
FEMA BİNA TİPLERİ	Belirsiz	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RCWS)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH																																																																																																																																																																																						
Temel Puan	2.1	1.9	1.8	1.5	1.4	1.6	1.4	1.2	1.0	1.2	0.9	1.1	1.0	1.1	1.1	0.9	1.1																																																																																																																																																																																							
Ciddi Düşeyde Düzensizlik, VL1	-0.9	-0.9	-0.9	-0.8	-0.7	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.8	-0.6	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	NA																																																																																																																																																																																							
Orta Derecede Düşeyde Düzensizlik, VL1	-0.6	-0.5	-0.5	-0.4	-0.4	-0.5	-0.4	-0.3	-0.4	-0.4	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	NA																																																																																																																																																																																							
Planda Düzensizlik, PL1	-0.7	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.4	-0.4	-0.4	-0.5	-0.3	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	NA																																																																																																																																																																																							
Kodlama Öncesi	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.3	-0.2	-0.1	-0.1	-0.2	0.0	-0.2	-0.1	-0.2	-0.2	0.0	0.0																																																																																																																																																																																							
Değerlendirme Sonrası	1.9	1.9	2.0	1.0	1.1	1.1	1.5	NA	1.4	1.7	NA	-0.2	1.7	1.6	1.6	NA	0.5																																																																																																																																																																																							
Zemin Türü A veya B	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.2	0.2	0.3	0.1	1.5	0.2	0.3	0.3	0.1	0.1																																																																																																																																																																																							
Zemin Türü E (1-3 kat)	0.0	-0.2	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1	-0.2	0.0	0.3	-0.1	-0.2	-0.2	0.0	-0.1																																																																																																																																																																																							
Zemin Türü E (>3 kat)	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3	NA	-0.3	-0.1	-0.1	-0.3	-0.1	NA	-0.1	-0.2	-0.2	0.0	NA																																																																																																																																																																																							
Minimum Puan SMİN	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	1.0																																																																																																																																																																																							
SONUÇ PUAN, SL1 ≥ SMİN																																																																																																																																																																																																								
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; font-size: 0.8em;"> <tr> <td style="width:50%; vertical-align: top;"> İNCELEMENİN KAPSAMI Dış : ☐ Kısmi ☐ Her Yönden ☐ Havadan İç: ☐ Hiç ☐ Görünür ☐ Girildi Çizimler incelendi: ☐ Evet ☐ Hayır Zemin Türü Bilgisinin Kaynağı: _____ Jeolojik Tehlike Bilgisinin Kaynağı: _____ İletişime Geçilen Kişi: _____ İKİNCİ AŞAMA TARAMA YAPILDI MI? ☐ Evet, Level 2 Puanı, SL2 _____ ☐ Hayır Yapısal Olmayan Tehlike ? ☐ Evet ☐ Hayır </td> <td style="width:50%; vertical-align: top;"> DİĞER TEHLİKELER Detaylı yapısal inceleme gerektiren tehlikeler var mı? ☐ Çekişleme olasılığı (SL2> Limit puan olmadıkça) ☐ Daha uzun olan bitişikteki binadan düşme tehlikesi olan elemanlar ☐ Jeolojik tehlike veya F zemin türü ☐ Taşıyıcı sistemde kayda değer hasar/bozulma </td> <td style="width:50%; vertical-align: top;"> İŞLEM GEREKLİ Detaylı Yapısal İnceleme Gerekli mi? ☐ Evet, bilinmeyen FEMA bina tipi veya diğer bina ☐ Evet, puan limit puanından daha düşük ☐ Evet, diğer tehlikeler mevcut ☐ Hayır Detaylı Yapısal Olmayan İnceleme Önerilir mi? ☐ Evet, değerlendirilmesi gereken yapısal olmayan tehlikeler saptandı ☐ Hayır, azaltılması gereken yapısal olmayan tehlikeler mevcut fakat detaylı inceleme gerekli değil ☐ Hayır, yapısal olmayan tehlike saptanmadı ☐ BLM </td> </tr> </table>		İNCELEMENİN KAPSAMI Dış : ☐ Kısmi ☐ Her Yönden ☐ Havadan İç: ☐ Hiç ☐ Görünür ☐ Girildi Çizimler incelendi: ☐ Evet ☐ Hayır Zemin Türü Bilgisinin Kaynağı: _____ Jeolojik Tehlike Bilgisinin Kaynağı: _____ İletişime Geçilen Kişi: _____ İKİNCİ AŞAMA TARAMA YAPILDI MI? ☐ Evet, Level 2 Puanı, SL2 _____ ☐ Hayır Yapısal Olmayan Tehlike ? ☐ Evet ☐ Hayır	DİĞER TEHLİKELER Detaylı yapısal inceleme gerektiren tehlikeler var mı? ☐ Çekişleme olasılığı (SL2> Limit puan olmadıkça) ☐ Daha uzun olan bitişikteki binadan düşme tehlikesi olan elemanlar ☐ Jeolojik tehlike veya F zemin türü ☐ Taşıyıcı sistemde kayda değer hasar/bozulma	İŞLEM GEREKLİ Detaylı Yapısal İnceleme Gerekli mi? ☐ Evet, bilinmeyen FEMA bina tipi veya diğer bina ☐ Evet, puan limit puanından daha düşük ☐ Evet, diğer tehlikeler mevcut ☐ Hayır Detaylı Yapısal Olmayan İnceleme Önerilir mi? ☐ Evet, değerlendirilmesi gereken yapısal olmayan tehlikeler saptandı ☐ Hayır, azaltılması gereken yapısal olmayan tehlikeler mevcut fakat detaylı inceleme gerekli değil ☐ Hayır, yapısal olmayan tehlike saptanmadı ☐ BLM																																																																																																																																																																																																				
İNCELEMENİN KAPSAMI Dış : ☐ Kısmi ☐ Her Yönden ☐ Havadan İç: ☐ Hiç ☐ Görünür ☐ Girildi Çizimler incelendi: ☐ Evet ☐ Hayır Zemin Türü Bilgisinin Kaynağı: _____ Jeolojik Tehlike Bilgisinin Kaynağı: _____ İletişime Geçilen Kişi: _____ İKİNCİ AŞAMA TARAMA YAPILDI MI? ☐ Evet, Level 2 Puanı, SL2 _____ ☐ Hayır Yapısal Olmayan Tehlike ? ☐ Evet ☐ Hayır	DİĞER TEHLİKELER Detaylı yapısal inceleme gerektiren tehlikeler var mı? ☐ Çekişleme olasılığı (SL2> Limit puan olmadıkça) ☐ Daha uzun olan bitişikteki binadan düşme tehlikesi olan elemanlar ☐ Jeolojik tehlike veya F zemin türü ☐ Taşıyıcı sistemde kayda değer hasar/bozulma	İŞLEM GEREKLİ Detaylı Yapısal İnceleme Gerekli mi? ☐ Evet, bilinmeyen FEMA bina tipi veya diğer bina ☐ Evet, puan limit puanından daha düşük ☐ Evet, diğer tehlikeler mevcut ☐ Hayır Detaylı Yapısal Olmayan İnceleme Önerilir mi? ☐ Evet, değerlendirilmesi gereken yapısal olmayan tehlikeler saptandı ☐ Hayır, azaltılması gereken yapısal olmayan tehlikeler mevcut fakat detaylı inceleme gerekli değil ☐ Hayır, yapısal olmayan tehlike saptanmadı ☐ BLM																																																																																																																																																																																																						
Bilgilerin doğrulanmadığı yerlerde yandaki ibareler işaretlenmelidir: THM= Tahmini veya güvenilir olmayan bilgi ya da BLM= Bilinmiyor																																																																																																																																																																																																								
Lejand: MRF: Moment taşıyan çerçeve RC: Betonarme URM INF: Yığma duvar MH: Prefabrik konut FD: Esnek Diyafram BR: Çelik çaprazlı çerçeve SW: Perde duvar TU: Panel duvar LM: Hafif metal RD: Rijid diyafram																																																																																																																																																																																																								

Şekil A.1: Çok yüksek sismik hareketlilik

FOTOĞRAF	Adres: _____ Posta Kodu: _____ Diğer Tanımlama Bilgileri: _____ Binanın Adı: _____ Kullanım: _____ Enlem: _____ Boylam: _____ Ss: _____ S1: _____ Değerlendiren(ler): _____ Tarih/Saat: _____ Kat Sayısı: Zemin Üstü: _____ Zemin Altı: _____ Yapım Yılı: _____ ☐ THM Toplam Kat Alanı: _____ Yönetmelik Yılı: _____ Ekler: ☐ Yok ☐ Var; Yapım Yılı: _____ Kullanım: Toplantı Ticari Acil Hizm. ☐ Tarihi ☐ Sığınak Endüstri Ofis Okul ☐ Devlet Kamu Depo Konut # Birim: _____ Zemin Türü ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F Sert Kaya Çok Sıkı Sıkı Yumuşak Zayıf BLM Kaya Zemin Zemin Zemin Zemin Zemin BLM ise D kabul et Jeolojik Tehlikeler: Sıvılaşma: Evet/Hayır/BLM Toprak Kayması: Evet/Hayır/BLM Yüzey Faylı: Evet/Hayır/BLM Bitişik Nizam: ☐ Çekiçleme ☐ Yan Binadan Düşme Tehlikesi Olan Eleman Düzensizlik: ☐ Düşey (tip/derece) _____ ☐ Plan (tip) _____ Dış Tehlikeler: ☐ Sabitlenmemiş Baca ☐ Ağır Cephe Kaplamalar ☐ Parapetler ☐ Eklentiler ☐ Diğer _____ YORUMLAR: _____ ☐ Ayrı sayfada ek çizimler veya yorumlar																																																																																																																																																																																																						
	ÇİZİM																																																																																																																																																																																																						
	TEMEL YAPISAL RİSK PUANI, DEĞİŞTİRİCİLER, SONUÇ PUAN S_{L1}																																																																																																																																																																																																						
	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>FEMA BİNA TİPLERİ</th> <th>Belirsiz</th> <th>W1</th> <th>W1A</th> <th>W2</th> <th>S1 (MRF)</th> <th>S2 (BR)</th> <th>S3 (LM)</th> <th>S4 (RCSW)</th> <th>S5 (URM INF)</th> <th>C1 (MRF)</th> <th>C2 (SW)</th> <th>C3 (URM INF)</th> <th>PC1 (TU)</th> <th>PC2</th> <th>RM1 (FD)</th> <th>RM2 (RD)</th> <th>URM</th> <th>MH</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temel Puan</td> <td>3.6</td> <td>3.2</td> <td>2.9</td> <td>2.1</td> <td>2.0</td> <td>2.6</td> <td>2.0</td> <td>1.7</td> <td>1.5</td> <td>2.0</td> <td>1.2</td> <td>1.6</td> <td>1.4</td> <td>1.7</td> <td>1.7</td> <td>1.0</td> <td>1.5</td> </tr> <tr> <td>Ciddi Düşeyde Düzensizlik, V_{L1}</td> <td>-1.2</td> <td>-1.2</td> <td>-1.2</td> <td>-0.1</td> <td>-0.1</td> <td>-1.1</td> <td>-1.0</td> <td>-0.8</td> <td>-0.9</td> <td>-0.1</td> <td>-0.7</td> <td>-0.1</td> <td>-0.9</td> <td>-0.9</td> <td>-0.9</td> <td>-0.7</td> <td>NA</td> </tr> <tr> <td>Orta Derece Düşeyde Düzensizlik, V_{L1}</td> <td>-0.7</td> <td>-0.7</td> <td>-0.7</td> <td>-0.6</td> <td>-0.6</td> <td>-0.7</td> <td>-0.6</td> <td>-0.5</td> <td>-0.5</td> <td>-0.6</td> <td>-0.4</td> <td>-0.6</td> <td>-0.5</td> <td>-0.5</td> <td>-0.5</td> <td>-0.4</td> <td>NA</td> </tr> <tr> <td>Planda Düzensizlik, P_{L1}</td> <td>-1.1</td> <td>-1.0</td> <td>-1.0</td> <td>-0.8</td> <td>-0.7</td> <td>-0.9</td> <td>-0.7</td> <td>-0.6</td> <td>-0.6</td> <td>-0.8</td> <td>-0.5</td> <td>-0.7</td> <td>-0.6</td> <td>-0.7</td> <td>-0.7</td> <td>-0.4</td> <td>NA</td> </tr> <tr> <td>Yönetmelik Öncesi</td> <td>-1.1</td> <td>-1.0</td> <td>-0.9</td> <td>-0.6</td> <td>-0.6</td> <td>-0.8</td> <td>-0.6</td> <td>-0.2</td> <td>-0.4</td> <td>-0.7</td> <td>-0.1</td> <td>-0.5</td> <td>-0.3</td> <td>-0.5</td> <td>-0.5</td> <td>0.0</td> <td>-0.1</td> </tr> <tr> <td>Değerlendirme Sonrası</td> <td>1.6</td> <td>1.9</td> <td>2.2</td> <td>1.4</td> <td>1.4</td> <td>1.1</td> <td>1.9</td> <td>NA</td> <td>1.9</td> <td>2.1</td> <td>NA</td> <td>2.0</td> <td>2.4</td> <td>2.1</td> <td>2.1</td> <td>NA</td> <td>1.2</td> </tr> <tr> <td>Zemin Türü A ya da B</td> <td>0.1</td> <td>0.3</td> <td>0.5</td> <td>0.4</td> <td>0.6</td> <td>0.1</td> <td>0.6</td> <td>0.5</td> <td>0.4</td> <td>0.5</td> <td>0.3</td> <td>0.6</td> <td>0.4</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>0.3</td> <td>0.3</td> </tr> <tr> <td>Zemin Türü E (1-3 kat)</td> <td>0.2</td> <td>0.2</td> <td>0.1</td> <td>-0.2</td> <td>-0.4</td> <td>0.2</td> <td>-0.1</td> <td>-0.4</td> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>-0.2</td> <td>-0.3</td> <td>-0.1</td> <td>-0.1</td> <td>-0.1</td> <td>-0.2</td> <td>-0.4</td> </tr> <tr> <td>Zemin Türü E (>3 kat)</td> <td>-0.3</td> <td>-0.6</td> <td>-0.9</td> <td>-0.6</td> <td>-0.6</td> <td>NA</td> <td>-0.6</td> <td>-0.4</td> <td>-0.5</td> <td>-0.7</td> <td>-0.3</td> <td>NA</td> <td>-0.4</td> <td>-0.5</td> <td>-0.6</td> <td>-0.2</td> <td>NA</td> </tr> <tr> <td>Minimum Puan S_{MIN}</td> <td>1.1</td> <td>0.9</td> <td>0.7</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>0.6</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>0.3</td> <td>0.3</td> <td>0.3</td> <td>0.2</td> <td>0.2</td> <td>0.3</td> <td>0.3</td> <td>0.2</td> <td>1.0</td> </tr> </tbody> </table>	FEMA BİNA TİPLERİ	Belirsiz	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RCSW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH	Temel Puan	3.6	3.2	2.9	2.1	2.0	2.6	2.0	1.7	1.5	2.0	1.2	1.6	1.4	1.7	1.7	1.0	1.5	Ciddi Düşeyde Düzensizlik, V_{L1}	-1.2	-1.2	-1.2	-0.1	-0.1	-1.1	-1.0	-0.8	-0.9	-0.1	-0.7	-0.1	-0.9	-0.9	-0.9	-0.7	NA	Orta Derece Düşeyde Düzensizlik, V_{L1}	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.4	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	NA	Planda Düzensizlik, P_{L1}	-1.1	-1.0	-1.0	-0.8	-0.7	-0.9	-0.7	-0.6	-0.6	-0.8	-0.5	-0.7	-0.6	-0.7	-0.7	-0.4	NA	Yönetmelik Öncesi	-1.1	-1.0	-0.9	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.2	-0.4	-0.7	-0.1	-0.5	-0.3	-0.5	-0.5	0.0	-0.1	Değerlendirme Sonrası	1.6	1.9	2.2	1.4	1.4	1.1	1.9	NA	1.9	2.1	NA	2.0	2.4	2.1	2.1	NA	1.2	Zemin Türü A ya da B	0.1	0.3	0.5	0.4	0.6	0.1	0.6	0.5	0.4	0.5	0.3	0.6	0.4	0.5	0.5	0.3	0.3	Zemin Türü E (1-3 kat)	0.2	0.2	0.1	-0.2	-0.4	0.2	-0.1	-0.4	0.0	0.0	-0.2	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.4	Zemin Türü E (>3 kat)	-0.3	-0.6	-0.9	-0.6	-0.6	NA	-0.6	-0.4	-0.5	-0.7	-0.3	NA	-0.4	-0.5	-0.6	-0.2	NA	Minimum Puan S_{MIN}	1.1	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2
FEMA BİNA TİPLERİ	Belirsiz	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RCSW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH																																																																																																																																																																																					
Temel Puan	3.6	3.2	2.9	2.1	2.0	2.6	2.0	1.7	1.5	2.0	1.2	1.6	1.4	1.7	1.7	1.0	1.5																																																																																																																																																																																						
Ciddi Düşeyde Düzensizlik, V_{L1}	-1.2	-1.2	-1.2	-0.1	-0.1	-1.1	-1.0	-0.8	-0.9	-0.1	-0.7	-0.1	-0.9	-0.9	-0.9	-0.7	NA																																																																																																																																																																																						
Orta Derece Düşeyde Düzensizlik, V_{L1}	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.4	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	NA																																																																																																																																																																																						
Planda Düzensizlik, P_{L1}	-1.1	-1.0	-1.0	-0.8	-0.7	-0.9	-0.7	-0.6	-0.6	-0.8	-0.5	-0.7	-0.6	-0.7	-0.7	-0.4	NA																																																																																																																																																																																						
Yönetmelik Öncesi	-1.1	-1.0	-0.9	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.2	-0.4	-0.7	-0.1	-0.5	-0.3	-0.5	-0.5	0.0	-0.1																																																																																																																																																																																						
Değerlendirme Sonrası	1.6	1.9	2.2	1.4	1.4	1.1	1.9	NA	1.9	2.1	NA	2.0	2.4	2.1	2.1	NA	1.2																																																																																																																																																																																						
Zemin Türü A ya da B	0.1	0.3	0.5	0.4	0.6	0.1	0.6	0.5	0.4	0.5	0.3	0.6	0.4	0.5	0.5	0.3	0.3																																																																																																																																																																																						
Zemin Türü E (1-3 kat)	0.2	0.2	0.1	-0.2	-0.4	0.2	-0.1	-0.4	0.0	0.0	-0.2	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.4																																																																																																																																																																																						
Zemin Türü E (>3 kat)	-0.3	-0.6	-0.9	-0.6	-0.6	NA	-0.6	-0.4	-0.5	-0.7	-0.3	NA	-0.4	-0.5	-0.6	-0.2	NA																																																																																																																																																																																						
Minimum Puan S_{MIN}	1.1	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	1.0																																																																																																																																																																																						
SONUÇ PUAN, $S_{L1} \geq S_{MIN}$																																																																																																																																																																																																							
İNCELEMENİN KAPSAMI Dış : ☐ Kısmi ☐ Her Yönden ☐ Havadan İç: ☐ Hiç ☐ Görünür ☐ Girildi Çizimler incelendi: ☐ Evet ☐ Hayır Zemin Türü Bilgisinin Kaynağı: _____ Jeolojik Tehlike Bilgisinin Kaynağı: _____ İletişime Geçilen Kişi: _____ İKİNCİ AŞAMA TARAMA YAPILDI MI? ☐ Evet, 2. Aşama Puanı, S_{L2} _____ ☐ Hayır Yapısal Olmayan Tehlike ? ☐ Evet ☐ Hayır					DİĞER TEHLİKELER Detaylı yapısal inceleme gerektiren tehlikeler var mı? ☐ Çekiçleme olasılığı (S_{L2}) Limit puan olmadıkça) ☐ Daha uzun olan bitişikteki binadan düşme tehlikesi olan elemanlar ☐ Jeolojik tehlike ya da F zemin türü ☐ Taşıyıcı sistemde önemli hasar/bozulma					İŞLEM GEREKLİ Detaylı Yapısal İnceleme Gerekli mi? ☐ Evet, bilinmeyen FEMA bina tipi ya da diğer bina ☐ Evet, puan limit puandan daha düşük ☐ Evet, diğer tehlikeler mevcut ☐ Hayır Detaylı Yapısal Olmayan İnceleme Önerilir mi? ☐ Evet, değerlendirilmesi gereken yapısal olmayan tehlikeler saptandı ☐ Hayır, azaltılması gereken yapısal olmayan tehlikeler mevut, ancak detaylı inceleme gerekli değil ☐ Hayır, yapısal olmayan tehlike saptanmadı ☐ BLM																																																																																																																																																																																													
Bilgilerin doğrulanmadığı yerlerde yandaki ibareler işaretlenmelidir: THM= Tahmini veya güvenilir olmayan bilgi ya da BLM= Bilinmiyor																																																																																																																																																																																																							

Lejand:

MRF: Moment taşıyan çerçeve
BR: Çelik çaprazlı çerçeve

RC: Betonarme
SW: Perde duvar

URM INF: Yiğme duvar
TU: Panel duvar

MH: Prefabrik konut
LM: Hafif metal

FD: Esnek Diyafram
RD: Rijid diyafram

Şekil A.2: Yüksek düzeyde sismik tehlike

FOTOĞRAF	Adres: _____ Posta Kodu: _____																	
	Diğer Tanımlama Bilgileri: _____																	
	Binanın Adı: _____																	
	Kullanım: _____																	
ÇİZİM	Enlem: _____ Boylam: _____ Ss: _____ S1: _____																	
	Değerlendiren(ler): _____ Tarih/Saat: _____																	
	Kat Sayısı: Zemin Üstü: _____ Zemin Altı: _____ Yapım Yılı: _____ ☐ THM																	
	Toplam Kat Alanı: _____ Yönetmelik Yılı: _____																	
Ekler: ☐ Yok ☐ Var; Yapım Yılı: _____																		
Kullanım: Toplantı Ticari Acil Hizm. ☐ Tarihi ☐ Sığınak Endüstri Ofis Okul ☐ Devlet Kamu Depo Konut # Birim: _____																		
Zemin Türü ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F Sert Kaya Çok Sıkı Sıkı Yumuşak Zayıf BLM Kaya Zemin Zemin Zemin Zemin BLM ise D kabul et																		
Jeolojik Tehlikeler: Sıvılaşma: Evet/Hayır/BLM Toprak Kayması: Evet/Hayır/BLM Yüzey Fayl.: Evet/Hayır/BLM																		
Bitişik Nizam: ☐ Çekiçleme ☐ Yan Binadan Düşme Tehlikesi Olan Eleman																		
Düzensizlik: ☐ Düşey (tip/derece) _____ ☐ Plan (tip) _____																		
Dış Tehlikeler: ☐ Sabitlenmemiş Baca ☐ Ağır Cephe Kaplamalar ☐ Parapetler ☐ Eklentiler ☐ Diğer _____																		
YORUMLAR: _____																		
☐ Ayrı sayfada ek çizimler veya yorumlar																		
TEMEL YAPISAL RISK PUANI, DEĞİŞTİRİCİLER, SONUÇ PUAN SL1																		
FEMA BİNA TİPLERİ	Belirsiz	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RCSW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH
Temel Puan	4.1	3.7	3.2	2.3	2.2	2.9	2.2	2.0	1.7	2.1	1.4	1.8	1.5	1.8	1.8	1.2	1.5	
Ciddi Düşeyde Düzensizlik, V_{L1}	-1.3	-1.3	-1.3	-1.1	-1.0	-1.2	-1.0	-0.9	-1.0	-1.1	-0.8	-1.0	-0.9	-1.0	-0.9	-0.8	NA	
Orta Derece Düşeyde Düzensizlik, V_{L1}	-0.8	-0.8	-0.8	-0.7	-0.6	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.5	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.5	NA	
Planda Düzensizlik, P_{L1}	-1.3	-1.2	-1.1	-0.9	-0.8	-1.0	-0.8	-0.7	-0.7	-0.9	-0.6	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.5	NA	
Kodlama Öncesi	-0.8	-0.9	-0.9	-0.5	-0.5	-0.7	-0.6	-0.2	-0.4	-0.7	-0.1	-0.4	-0.3	-0.5	-0.5	-0.1	-0.3	
Değerlendirme Sonrası	1.5	1.9	2.3	1.4	1.4	1.0	1.9	NA	1.9	2.1	NA	2.1	2.4	2.1	2.1	NA	1.2	
Zemin Türü A ya da B	0.3	0.6	0.9	0.6	0.9	0.3	0.9	0.5	0.6	0.8	0.7	0.9	0.7	0.8	0.8	0.6	0.9	
Zemin Türü E (1-3 kat)	0.0	-0.1	-0.3	-0.4	-0.5	0.0	-0.4	-0.5	-0.2	-0.2	-0.4	-0.5	-0.3	-0.4	-0.4	-0.3	-0.5	
Zemin Türü E (>3 kat)	-0.5	-0.8	-1.2	-0.7	-0.7	NA	-0.7	-0.6	-0.6	-0.8	-0.4	NA	-0.5	-0.6	-0.7	-0.3	NA	
Minimum Puan S_{MIN}	1.6	1.2	0.8	0.5	0.5	0.9	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	1.4	
SONUÇ PUAN, $S_{L1} \geq S_{MIN}$																		
İNCELEMENİN KAPSAMI					DİĞER TEHLİKELER					İŞLEM GEREKLİ								
Dış : ☐ Kısmi ☐ Her Yönden ☐ Havadan İç: ☐ Hiç ☐ Görünür ☐ Girildi Çizimler incelendi: ☐ Evet ☐ Hayır Zemin Türü Bilgisinin Kaynağı: _____ Jeolojik Tehlike Bilgisinin Kaynağı: _____ İletişime Geçilen Kişi: _____					Detaylı yapısal inceleme gerektiren tehlikeler var mı? ☐ Çekiçleme olasılığı ($S_{L2} >$ Limit puan olmadıkça) ☐ Daha uzun olan bitişikteki binadan düşme tehlikesi olan elemanlar ☐ Jeolojik tehlike ya da F zemin türü ☐ Taşıyıcı sistemde önemli hasar/bozulma					Detaylı Yapısal İnceleme Gerekli mi? ☐ Evet, bilinmeyen FEMA bina tipi ya da diğer bina ☐ Evet, puan limit puandan daha düşük ☐ Evet, diğer tehlikeler mevcut ☐ Hayır Detaylı Yapısal Olmayan İnceleme Önerilir mi? ☐ Evet, değerlendirilmesi gereken yapısal olmayan tehlikeler saptandı ☐ Hayır, azaltılması gereken yapısal olmayan tehlikeler mevcut, ancak detaylı inceleme gerekli değil ☐ Hayır, yapısal olmayan tehlike saptanmadı ☐ BLM								
İKİNCİ AŞAMA TARAMA YAPILDI MI? ☐ Evet, 2. Aşama Puanı, S_{L2} _____ ☐ Hayır Yapısal Olmayan Tehlike ? ☐ Evet ☐ Hayır																		
Bilgilerin doğrulanamadığı yerlerde yandaki ibareler işaretlenmelidir: THM= Tahmini veya güvenilir olmayan bilgi ya da BLM= Bilinmiyor																		

Lejant: MRF: Moment taşıyan çerçeve RC: Betonarme URM INF: Yığma duvar MH: Prefabrik konut FD: Esnek Diyafram
BR: Çelik çaprazlı çerçeve SW: Perde duvar TU: Panel duvar LM: Hafif metal RD: Rijid diyafram

Şekil A.3: Orta yüksek düzeyde sismik tehlike

FOTOĞRAF	Adres: _____
	Posta Kodu: _____
	Diğer Tanımlama Bilgileri: _____
	Binanın Adı: _____
ÇİZİM	Kullanım: _____
	Enlem: _____ Boylam: _____
	Ss: _____ S1: _____
	Değerlendiren(ler): _____ Tarih/Saat: _____
	Kat Sayısı: _____ Zemin Üstü: _____ Zemin Altı: _____ Yapım Yılı: _____ ☐ THM
	Toplam Kat Alanı: _____ Yönetmelik Yılı: _____
	Eklr: ☐ Yok ☐ Var; Yapım Yılı: _____
	Kullanım: Toplantı Ticari Acil Hizm. ☐ Tarihi ☐ Sığınak Endüstri Ofis Okul ☐ Devlet Kamu Depo Konut # Birim: _____
	Zemin Türü ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F Sert Kaya Çok Sıkı Sıkı Yumuşak Zayıf BLM Kaya Zemin Zemin Zemin Zemin BLM ise D kabul et
	Jeolojik Tehlikeler: Sıvılaşma: Evet/Hayır/BLM Toprak Kayması: Evet/Hayır/BLM Yüzey Fayl.: Evet/Hayır/BLM
Bitişlik Nizam: ☐ Çekişleme ☐ Yan Binadan Düşme Tehlikesi Olan Eleman	
Düzensizlik: ☐ Düşey (tip/derece) _____ ☐ Plan (tip) _____	
Dış Tehlikeler: ☐ Sabitlenmemiş Baca ☐ Ağır Cephe Kaplamalar ☐ Parapetler ☐ Eklentiler ☐ Diğer _____	
YORUMLAR:	
☐ Ayrı sayfada ek çizimler veya yorumlar	

TEMEL YAPISAL RİSK PUANI, DEĞİŞTİRİCİLER, SONUÇ PUAN S _{L1}																		
FEMA BİNA TİPLERİ	Belirsiz	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RCWS)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH
Temel Puan	5.1	4.5	3.8	2.7	2.6	3.5	2.5	2.7	2.1	2.5	2.0	2.1	1.9	2.1	2.1	1.7	2.9	
Ciddi Düzeyde Düzensizlik, V _{L1}	-1.4	-1.4	-1.4	-1.2	-1.2	-1.4	-1.1	-1.2	-1.1	-1.2	-1.0	-1.1	-1.0	-1.1	-1.1	-1.0	NA	
Orta Derece Düzeyde Düzensizlik, V _{L1}	-0.9	-0.9	-0.9	-0.8	-0.7	-0.9	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.7	-0.6	-0.7	-0.7	-0.6	NA	
Planda Düzensizlik, P _{L1}	-1.4	-1.3	-1.2	-1.0	-0.9	-1.2	-0.9	-0.9	-0.8	-1.0	-0.8	-0.9	-0.8	-0.8	-0.8	-0.7	NA	
Yönetmelik Öncesi	-0.3	-0.5	-0.6	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	-0.5	
Değerlendirme Sonrası	1.4	2.0	2.5	1.5	1.5	0.8	2.1	NA	2.0	2.3	NA	2.1	2.5	2.3	2.3	NA	1.2	
Zemin Türü A ya da B	0.7	1.2	1.8	1.1	1.4	0.6	1.5	1.6	1.1	1.5	1.3	1.6	1.3	1.4	1.4	1.3	1.6	
Zemin Türü E (1-3 kat)	-1.2	-1.3	-1.4	-0.9	-0.9	-1.0	-0.9	-0.9	-0.7	-1.0	-0.7	-0.8	-0.7	-0.8	-0.8	-0.6	-0.9	
Zemin Türü E (>3 kat)	-1.8	-1.6	-1.3	-0.9	-0.9	NA	-0.9	-1.0	-0.8	-1.0	-0.8	NA	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	NA	
Minimum Puan S _{MIN}	1.6	1.2	0.9	0.6	0.6	0.8	0.6	0.6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	1.5	

SONUÇ PUAN, S_{L1} ≥ S_{MIN}

İNCELEMENİN KAPSAMI Dış : ☐ Kısımlı ☐ Her Yönden ☐ Havadan İç: ☐ Hiç ☐ Görünür ☐ Girildi Çizimler incelendi: ☐ Evet ☐ Hayır Zemin Türü Bilgisinin Kaynağı: _____ Jeolojik Tehlike Bilgisinin Kaynağı: _____ İletişime Geçilen Kişi: _____	DİĞER TEHLİKELER Detaylı yapısal inceleme gerektiren tehlikeler var mı? ☐ Çekişleme olasılığı (S _{L2} > Limit puan olmadıkça) ☐ Daha uzun olan bitişikteki binadan düşme tehlikesi olan elemanlar ☐ Jeolojik tehlike ya da F zemin türü ☐ Taşıyıcı sistemde önemli hasar/bozulma	İŞLEM GEREKLİ Detaylı Yapısal İnceleme Gerekli mi? ☐ Evet, bilinmeyen FEMA bina tipi ya da diğer bina ☐ Evet, puan limit puandan daha düşük ☐ Evet, diğer tehlikeler mevcut ☐ Hayır Detaylı Yapısal Olmayan İnceleme Önerilir mi? ☐ Evet, değerlendirilmesi gereken yapısal olmayan tehlikeler saptandı ☐ Hayır, azaltılması gereken yapısal olmayan tehlikeler mevcut, ancak detaylı inceleme gerekli değil ☐ Hayır, yapısal olmayan tehlike saptanmadı ☐ BLM
--	---	--

Bilgilerin doğrulanamadığı yerlerde yandaki ibareler işaretlenmelidir: THM= Tahmini veya güvenilir olmayan bilgi ya da BLM= Bilinmiyor

Lejant: MRF: Moment taşıyan çerçeve RC: Betonarme URM INF: Yiğme duvar MH: Prefabrik konut FD: Esnek Diyafram
BR: Çelik çaprazlı çerçeve SW: Perde duvar TU: Panel duvar LM: Hafif metal RD: Rijid diyafram

Şekil A.4: Orta düzeyde sismik tehlike

Olası Sismik Tehlikelere Karşı Binaların Hızlı Görsel Taraması
FEMA P-154 Veri Toplama Formu

1. Aşama
Düşük Düzeyde Sismik Tehlike

FOTOĞRAF	Adres: _____ Posta Kodu: _____ Diğer Tanımlama Bilgileri: _____ Binanın Adı: _____ Kullanım: _____ Enlem: _____ Boylam: _____ Ss: _____ S1: _____ Değerlendiren(ler): _____ Tarih/Saat: _____ Kat Sayısı: Zemin Üstü: _____ Zemin Altı: _____ Yapım Yılı: _____ ☐ THM Toplam Kat Alanı: _____ Yönetmelik Yılı: _____ Ekler: ☐ Yok ☐ Var; Yapım Yılı: _____ Kullanım: Toplantı Ticari Acil Hizm. ☐ Tarihi ☐ Sığınak Endüstri Ofis Okul ☐ Devlet Kamu Depo Konut # Birim: _____ Zemin Türü ☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E ☐ F Sert Kaya Çok Sıkı Sıkı Yumuşak Zayıf BLM Kaya Zemin Zemin Zemin Zemin BLM ise D kabul et Jeolojik Tehlikeler: Sıvılaşma: Evet/Hayır/BLM Toprak Kayması: Evet/Hayır/BLM Yüzey Faylı: Evet/Hayır/BLM Bitişik Nizam: ☐ Çekişleme ☐ Yan Binadan Düşme Tehlikesi Olan Eleman Düzensizlik: ☐ Düşey (tip/derece) _____ ☐ Plan (tip) _____ Dış Tehlikeler: ☐ Sabitlenmemiş Baca ☐ Ağır Cephe Kaplama lar ☐ Parapetler ☐ Eklentiler ☐ Diğer _____ YORUMLAR: _____ ☐ Ayrı sayfada ek çizimler veya yorumlar																																																																																																																																																																																																						
	ÇİZİM																																																																																																																																																																																																						
	TEMEL YAPISAL RISK PUANI, DEĞİŞTİRİCİLER, SONUÇ PUAN S_{L1}																																																																																																																																																																																																						
	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>FEMA BİNA TİPLERİ</th> <th>Belirsiz</th> <th>W1</th> <th>W1A</th> <th>W2</th> <th>S1 (MRF)</th> <th>S2 (BR)</th> <th>S3 (LM)</th> <th>S4 (RCSW)</th> <th>S5 (URM INF)</th> <th>C1 (MRF)</th> <th>C2 (SW)</th> <th>C3 (URM INF)</th> <th>PC1 (TU)</th> <th>PC2</th> <th>RM1 (FD)</th> <th>RM2 (RD)</th> <th>URM</th> <th>MH</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temel Puan</td> <td>6.2</td> <td>5.9</td> <td>5.7</td> <td>3.8</td> <td>3.9</td> <td>4.4</td> <td>4.1</td> <td>4.5</td> <td>3.3</td> <td>4.2</td> <td>3.5</td> <td>3.8</td> <td>3.3</td> <td>3.7</td> <td>3.7</td> <td>3.2</td> <td>4.6</td> </tr> <tr> <td>Ciddi Düşeyde Düzensizlik, V_{L1}</td> <td>-1.5</td> <td>-1.5</td> <td>-1.5</td> <td>-1.4</td> <td>-1.3</td> <td>-1.6</td> <td>-1.2</td> <td>-1.3</td> <td>-1.3</td> <td>-1.2</td> <td>-1.1</td> <td>-1.3</td> <td>-1.1</td> <td>-1.1</td> <td>-1.1</td> <td>-1.2</td> <td>NA</td> </tr> <tr> <td>Orta Derece Düşeyde Düzensizlik, V_{L1}</td> <td>-1.0</td> <td>-0.9</td> <td>-0.9</td> <td>-0.9</td> <td>-0.8</td> <td>-1.0</td> <td>-0.7</td> <td>-0.7</td> <td>-0.7</td> <td>-0.7</td> <td>-0.6</td> <td>-0.8</td> <td>-0.6</td> <td>-0.6</td> <td>-0.6</td> <td>-0.7</td> <td>NA</td> </tr> <tr> <td>Planda Düzensizlik, P_{L1}</td> <td>-1.6</td> <td>-1.4</td> <td>-1.3</td> <td>-1.2</td> <td>-1.1</td> <td>-1.4</td> <td>-1.0</td> <td>-1.1</td> <td>-1.0</td> <td>-1.0</td> <td>-0.9</td> <td>-1.2</td> <td>-0.9</td> <td>-0.9</td> <td>-0.9</td> <td>-1.0</td> <td>NA</td> </tr> <tr> <td>Yönetmelik Öncesi</td> <td>NA</td> <td>NA</td> <td>NA</td> <td>NA</td> <td>NA</td> <td>NA</td> <td>NA</td> <td>NA</td> <td>NA</td> <td>NA</td> <td>NA</td> <td>NA</td> <td>NA</td> <td>NA</td> <td>NA</td> <td>NA</td> <td>NA</td> </tr> <tr> <td>Değerlendirme Sonrası</td> <td>2.2</td> <td>2.4</td> <td>2.5</td> <td>2.0</td> <td>1.6</td> <td>1.4</td> <td>2.1</td> <td>NA</td> <td>2.3</td> <td>2.2</td> <td>NA</td> <td>1.9</td> <td>2.6</td> <td>2.3</td> <td>2.3</td> <td>NA</td> <td>1.8</td> </tr> <tr> <td>Zemin Türü A ya da B</td> <td>0.9</td> <td>1.1</td> <td>1.3</td> <td>1.0</td> <td>1.2</td> <td>0.8</td> <td>1.3</td> <td>1.4</td> <td>0.9</td> <td>1.2</td> <td>1.2</td> <td>1.3</td> <td>1.3</td> <td>1.4</td> <td>1.4</td> <td>1.3</td> <td>0.9</td> </tr> <tr> <td>Zemin Türü E (1-3 kat)</td> <td>-1.2</td> <td>-1.7</td> <td>-2.3</td> <td>-1.2</td> <td>-1.4</td> <td>-1.0</td> <td>-1.7</td> <td>-2.0</td> <td>-1.4</td> <td>-2.0</td> <td>-1.6</td> <td>-1.7</td> <td>-1.6</td> <td>-1.7</td> <td>-1.7</td> <td>-1.5</td> <td>-2.1</td> </tr> <tr> <td>Zemin Türü E (>3 kat)</td> <td>-1.7</td> <td>-2.0</td> <td>-2.2</td> <td>-1.2</td> <td>-1.4</td> <td>NA</td> <td>-1.7</td> <td>-1.9</td> <td>-1.3</td> <td>-1.9</td> <td>-1.6</td> <td>NA</td> <td>-1.6</td> <td>-1.6</td> <td>-1.7</td> <td>-1.4</td> <td>NA</td> </tr> <tr> <td>Minimum Puan S_{MIN}</td> <td>2.7</td> <td>2.1</td> <td>1.5</td> <td>0.9</td> <td>0.8</td> <td>1.2</td> <td>0.8</td> <td>0.9</td> <td>0.5</td> <td>0.6</td> <td>0.5</td> <td>0.6</td> <td>0.4</td> <td>0.6</td> <td>0.5</td> <td>0.4</td> <td>2.5</td> </tr> </tbody> </table>	FEMA BİNA TİPLERİ	Belirsiz	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RCSW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH	Temel Puan	6.2	5.9	5.7	3.8	3.9	4.4	4.1	4.5	3.3	4.2	3.5	3.8	3.3	3.7	3.7	3.2	4.6	Ciddi Düşeyde Düzensizlik, V _{L1}	-1.5	-1.5	-1.5	-1.4	-1.3	-1.6	-1.2	-1.3	-1.3	-1.2	-1.1	-1.3	-1.1	-1.1	-1.1	-1.2	NA	Orta Derece Düşeyde Düzensizlik, V _{L1}	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.8	-1.0	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.7	NA	Planda Düzensizlik, P _{L1}	-1.6	-1.4	-1.3	-1.2	-1.1	-1.4	-1.0	-1.1	-1.0	-1.0	-0.9	-1.2	-0.9	-0.9	-0.9	-1.0	NA	Yönetmelik Öncesi	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Değerlendirme Sonrası	2.2	2.4	2.5	2.0	1.6	1.4	2.1	NA	2.3	2.2	NA	1.9	2.6	2.3	2.3	NA	1.8	Zemin Türü A ya da B	0.9	1.1	1.3	1.0	1.2	0.8	1.3	1.4	0.9	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4	1.4	1.3	0.9	Zemin Türü E (1-3 kat)	-1.2	-1.7	-2.3	-1.2	-1.4	-1.0	-1.7	-2.0	-1.4	-2.0	-1.6	-1.7	-1.6	-1.7	-1.7	-1.5	-2.1	Zemin Türü E (>3 kat)	-1.7	-2.0	-2.2	-1.2	-1.4	NA	-1.7	-1.9	-1.3	-1.9	-1.6	NA	-1.6	-1.6	-1.7	-1.4	NA	Minimum Puan S _{MIN}	2.7	2.1	1.5	0.9	0.8	1.2	0.8	0.9	0.5	0.6	0.5	0.6	0.4	0.6	0.5	0.4
FEMA BİNA TİPLERİ	Belirsiz	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RCSW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH																																																																																																																																																																																					
Temel Puan	6.2	5.9	5.7	3.8	3.9	4.4	4.1	4.5	3.3	4.2	3.5	3.8	3.3	3.7	3.7	3.2	4.6																																																																																																																																																																																						
Ciddi Düşeyde Düzensizlik, V _{L1}	-1.5	-1.5	-1.5	-1.4	-1.3	-1.6	-1.2	-1.3	-1.3	-1.2	-1.1	-1.3	-1.1	-1.1	-1.1	-1.2	NA																																																																																																																																																																																						
Orta Derece Düşeyde Düzensizlik, V _{L1}	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.8	-1.0	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.7	NA																																																																																																																																																																																						
Planda Düzensizlik, P _{L1}	-1.6	-1.4	-1.3	-1.2	-1.1	-1.4	-1.0	-1.1	-1.0	-1.0	-0.9	-1.2	-0.9	-0.9	-0.9	-1.0	NA																																																																																																																																																																																						
Yönetmelik Öncesi	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA																																																																																																																																																																																						
Değerlendirme Sonrası	2.2	2.4	2.5	2.0	1.6	1.4	2.1	NA	2.3	2.2	NA	1.9	2.6	2.3	2.3	NA	1.8																																																																																																																																																																																						
Zemin Türü A ya da B	0.9	1.1	1.3	1.0	1.2	0.8	1.3	1.4	0.9	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4	1.4	1.3	0.9																																																																																																																																																																																						
Zemin Türü E (1-3 kat)	-1.2	-1.7	-2.3	-1.2	-1.4	-1.0	-1.7	-2.0	-1.4	-2.0	-1.6	-1.7	-1.6	-1.7	-1.7	-1.5	-2.1																																																																																																																																																																																						
Zemin Türü E (>3 kat)	-1.7	-2.0	-2.2	-1.2	-1.4	NA	-1.7	-1.9	-1.3	-1.9	-1.6	NA	-1.6	-1.6	-1.7	-1.4	NA																																																																																																																																																																																						
Minimum Puan S _{MIN}	2.7	2.1	1.5	0.9	0.8	1.2	0.8	0.9	0.5	0.6	0.5	0.6	0.4	0.6	0.5	0.4	2.5																																																																																																																																																																																						
SONUÇ PUAN, S_{L1} ≥ S_{MIN}																																																																																																																																																																																																							
İNCELEMENİN KAPSAMI Dış : ☐ Kısmi ☐ Her Yönden ☐ Havadan İç: ☐ Hiç ☐ Görünür ☐ Girildi Çizimler incelendi: ☐ Evet ☐ Hayır Zemin Türü Bilgisinin Kaynağı: _____ Jeolojik Tehlike Bilgisinin Kaynağı: _____ İletişime Geçilen Kişi: _____					DİĞER TEHLİKELER Detaylı yapısal inceleme gerektiren tehlikeler var mı? ☐ Çekişleme olasılığı (S _{L2} > Limit puan olmadıkça) ☐ Daha uzun olan bitişikteki binadan düşme tehlikesi olan elemanlar ☐ Jeolojik tehlike ya da F zemin türü ☐ Taşıyıcı sistemde önemli hasar/bozulma					İŞLEM GEREKLİ Detaylı Yapısal İnceleme Gerekli mi? ☐ Evet, bilinmeyen FEMA bina tipi ya da diğer bina ☐ Evet, puan limit puanından daha düşük ☐ Evet, diğer tehlikeler mevcut ☐ Hayır Detaylı Yapısal Olmayan İnceleme Önerilir mi? ☐ Evet, değerlendirilmesi gereken yapısal olmayan tehlikeler saptandı ☐ Hayır, azaltılması gereken yapısal olmayan tehlikeler mevcut, ancak detaylı inceleme gerekli değil ☐ Hayır, yapısal olmayan tehlike saptanmadı ☐ BLM																																																																																																																																																																																													
Bilgilerin doğrulanamadığı yerlerde yandaki ibareler işaretlenmelidir: THM= Tahmini veya güvenilir olmayan bilgi ya da BLM= Bilinmiyor																																																																																																																																																																																																							

Lejant: MRF: Moment taşıyan çerçeve RC: Betonarme URM INF: Yiğme duvar MH: Prefabrik konut FD: Esnek Diyafram
BR: Çelik çaprazlı çerçeve SW: Perde duvar TU: Panel duvar LM: Hafif metal RD: Rijid diyafram

Şekil A.5: Düşük düzeyde sismik tehlike

EK-B: Sismik Tarama Formu Örneği

SİSMİK TARAMA FORMU				Sf. 1/2	KONU No.:
Adres:			Posta Kodu:		Bina Adı:
Kat Sayısı:	Toplam Kat Alanı:		Yapım Yılı:	Yönetmelik Yılı:	
Kullanım (sf.2'deki listeden bakınız):				Tarihi Miras:	
Denetmen:		Tarih:		Kontrol Eden:	
Çizim				Fotoğraf	
TAŞIYICI SİSTEM TÜRÜ (uygun tanımı yuvarlak içine al)			DS	BİNADAKİ DÜZENSİZLİKLER (uygun tanımı yuvarlak içine al)	
Ahşap	WLF	Hafif Ahşap Çerçeve	90	1. Düşeyde Düzensizlik	Planda ani değişiklikler (örn: geri çekme ya da eğimli arazideki bina)
Çelik	WPB	Ahşap, Dikme ve Kiriş	90	2. Planda Düzensizlik	Düzensiz bina şekilleri; L, V, E, T, burulma düzensizliği (örn: peerde duvarların tek cephede toplanması)
	SMF	Çelik Çerçeve		3. Betonarme Kısa Kolonlar	Kısmi kat yüksekliğinde duvarlarla tutulmuş kısa kolonlar (yapısal veya dolgu) ya da katlar arası boşluklar
	SBF	Çaprazlı Çelik Çerçeve		4. Yumuşak Kat	Perde duvarlardaki süreksizlik nedeniyle rijitlikte azalma, açıklıklar vb.
	SLF	Hafif Çelik		5. Çekiçleme	Binalar arasındaki boşluk 20 x Z _c x Kat Sayısı (mm)'den az ise
	SCW	Betonarme Perde Duvarlı Çelik Çerçeve		6. Önemli Değişiklikler	Yükleme veya ağırlıkta önemli artışa yol açan herhangi bir işlev, kullanım veya ek değişikliği
Betonarme	SIW	Dolgu Duvarlı Çelik Çerçeve	85	7. Bozulmalar	Yapısal elemanlar zarar görmüş, binanın zayıf koşulları görünüyor ise (paslanmış donatı, çürümüş ahşap, zayıf beton ya da yığma)
	CMF	Betonarme Çerçeve		8. Yok	Yukarıdaki düzensizliklerden hiçbiri yok ise
	CSW	Betonarme Perde Duvar			
Yığma	CIW	Dolgu Duvarlı Betonarme Çerçeve	90		
	PCF	Önüretimli Betonarme Çerçeve			
	PCW	Önüretimli Betonarme Duvar			
	RML	Diyaframı Ahşap / Trapez Levha Olan Donatılı Yığma			
	RMC	Diyaframı Betonarme Olan Donatılı Yığma			
	URM	Donatısız Yığma			
YAPISAL OLMAYAN TEHLİKELER (uygun tanımı yuvarlak içine al)					
F1 <u>Düşme Tehlikesi</u>					
Dış: Yığma bacalar, parapetler, ahşap ya da doğal taş ön üretimli paneller, güvenli olmayan camlar, yürüyüş yolu üzerinde bulunan kanopiler					
İç: Ağır bileşenler: yığma bölme elemanları; çıkışlarda güvenli olmayan camlar; insanların yoğun olduğu ortamlara geçebilecek raflar					
F2 <u>Özel İşletmelerde Tehlikeler</u> : Özel işletmelerin sürekli çalışması için gerekli olan ekipmanlar.					
Sahibi ya da yetkili kişi devam eden işlemler için gereken kritik öğelerin listesini oluşturmaktadır.					

Şekil B.1: Sismik tarama formu-1

SİSMİK TARAMA FORMU														Sf. 1/2		Konu No.:																					
SİSMİK İNDEKS: Uygun değeri yuvarlak içine al ve sağ tarafta sonucu belirt. Kesin olmayan değerleri (*) işareti ile belirt.																																					
A	Depsemsellik	Yönetmelik Yılı	Etketif Sismik Bölge ($Z_a > Z_v$ ise Z_v ya da Z_v+1)										A=																								
			2		3		4		5		6																										
		65 Öncesi	1.0		1.5		2.0		3.0		4.0																										
		65-84	1.0		1.0		1.3		1.5		2.0																										
		85 Sonrası	1.0		1.0		1.0		1.0		1.0																										
B	Zemin Koşulları	Yönetmelik Yılı	Zemin Sınıfı										B=																								
			Kaya Sağlam Zemin		Sağlam Zemin > 50 m		Zayıf Zemin > 15 m		Çok Zayıf ya da Kayabilir Zemin		Bilinmeyen Zemin																										
		65 Öncesi	1.0		1.3		1.5		2.0		1.5																										
		65 Sonrası	1.0		1.0		1.0		1.5		1.5																										
C	Taşıyıcı Sistem Türü (BM=Değerlendirme yılı)	Yönetmelik Yılı	Taşıyıcı Sistem Türü ve Sembolleri												C=																						
			Ahşap		Çelik		Betonarme		Ön Üret.		Yığma Dolgu		Yığma																								
			WLF	WPB	SLF	SMF	SBF	SCW	CMF	CSW	PCF	PCW	SIW, CIW	RML, RMC		URM																					
		70 Öncesi	1.2	2.0	1.0	1.2	1.5	2.0	2.5	2.0	2.5	2.0	3.0	2.5		3.5																					
		70- BM	1.2	2.0	1.0	1.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.8	1.5	2.0	1.5		3.5																					
		BM Sonrası	1.2	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		-																					
D	Düzensizlikler	Yönetmelik Yılı	1. Düşeyde	2. Planda	3. Kısa Kolon	4. Yumuşak Kat	5. Çekiçleme	6. Dönüştürme	7. Bozulma	8. Hiçbiri	D= daire içine alınanları çarp (maks. 4)																										
		70 Öncesi	1.3	1.5	1.5	2.0	1.3	1.3	1.3	1.0																											
		70 Sonrası	1.3	1.5	1.5	1.5	1.3	1.0	1.3	1.0																											
E	Bina Önemi	Yönetmelik Yılı	Düşük Kullanım N<10	Normal Kullanım N=10-300	Okul ya da Fazla Kullanım N=301-3000	Afet Sonrası ya da Çok Fazla Kull. N>3000	Özel İşletme Gereksinimleri	E=																													
		70 Öncesi	0.7	1.0	1.5	2.0	3.0																														
		70 Sonrası	0.7	1.0	1.2	1.5	2.0																														
N= Kullanım Alanı x Kullanım Yoğunluğu x Süre Faktörü=X.....X.....= <table style="width:100%;"> <tr> <td>Ana Kullanım</td> <td>Kullanım Yoğunluğu kişi/m²</td> <td>Ortalama Haftalık Kullanım Saati</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Toplantı</td> <td>1</td> <td>5-50</td> <td rowspan="5">* Süre Faktörü ortalama haftalık kullanım saatinin 100'e bölünmesiyle elde edilir, değeri 1.0'den büyük olamaz.</td> </tr> <tr> <td>Ticari, Hizmet</td> <td>0.2</td> <td>50-80</td> </tr> <tr> <td>Ofis, Enstitü, Üretim</td> <td>0.1</td> <td>50-60</td> </tr> <tr> <td>Konut</td> <td>0.05</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Depo</td> <td>0.01-0.02</td> <td>100</td> </tr> </table>																		Ana Kullanım	Kullanım Yoğunluğu kişi/m ²	Ortalama Haftalık Kullanım Saati		Toplantı	1	5-50	* Süre Faktörü ortalama haftalık kullanım saatinin 100'e bölünmesiyle elde edilir, değeri 1.0'den büyük olamaz.	Ticari, Hizmet	0.2	50-80	Ofis, Enstitü, Üretim	0.1	50-60	Konut	0.05	100	Depo	0.01-0.02	100
Ana Kullanım	Kullanım Yoğunluğu kişi/m ²	Ortalama Haftalık Kullanım Saati																																			
Toplantı	1	5-50	* Süre Faktörü ortalama haftalık kullanım saatinin 100'e bölünmesiyle elde edilir, değeri 1.0'den büyük olamaz.																																		
Ticari, Hizmet	0.2	50-80																																			
Ofis, Enstitü, Üretim	0.1	50-60																																			
Konut	0.05	100																																			
Depo	0.01-0.02	100																																			
SI	YAPISAL İNDEKS = A . B . C . D . E														SI=																						
F=	YAPISAL OLMAYAN TEHLİKELER		Tanım		Yok	Evet	Evet *	F= maks(F1, F2)																													
	F1	Düşme Tehlikesi olan elemanlar		70 Öncesi Yönetmelik	1.0	3.0	6.0																														
				70 Sonrası Yönetmelik	1.0	2.0	3.0																														
	F2	Özel İşletmelerde Tehlike		Herhangi bir yıl	1.0	3.0	6.0																														
* İlk sayfada SMF, CMF, yumuşak kat, burulma durumlarından bir ya da birkaçı işaretlenmiş ise * olan bölümü işaretle.																																					
NSI	YAPISAL OLMAYAN İNDEKS = B . E . F =														NSI=																						
SPI	SİSMİK İNDEKS = SI + NSI =														SPI=																						
Yorumlar:																																					

Şekil B.2: Sismik tarama formu-2

SEISMIC SCREENING FORM				p. 1 of 2	ITEM No.:
Address:		Postal Code:		Bldg. Name:	
No. of storeys:	Total Floor Area:	m ²	Year Built:	Design NBC:	
Primary use (see list on p. 2):				Heritage Designation:	
Inspector:		Date:		Checked by:	
<i>Sketch</i>				<i>Photo</i>	
TYPE OF STRUCTURE (circle appropriate descriptors) see 4.3.2				BUILDING IRREGULARITIES (circle appropriate descriptors) see 4.3.3	
Wood	WLF WPB	Wood Light Frame Wood, Post and Beam	90	1. Vertical Irregularity	Abrupt changes in plan dimensions over height (e.g. setback or building on hill)
Steel	SMF SBF SLF SCW SIW	Steel Moment Frame Steel Braced Frame Steel Light Frame Steel Frame with Concrete Shear Walls Steel Frame with Infill Masonry Shear Walls	90	2. Horizontal Irregularity (Torsion)	Irregular building shapes such as "L", "V", "E", "T", eccentric stiffness in plan (e.g. shear wall on only one side of building)
Concrete	CMF CSW CIW PCF PCW	Concrete Moment Frame Concrete Shear Walls Concrete Frame with Infill Masonry Shear Walls Precast Concrete Frame Precast Concrete Walls	85	3. Short Concrete Columns	Short columns restrained by partial storey height walls (structural or infill) or deep spandrels
Masonry	RML RMC URM	Reinforced Masonry Bearing Walls with Wood or Metal Deck Floors or Roofs Reinforced Masonry Bearing Walls with Concrete Diaphragms Unreinforced Masonry Bearing Wall Building	90	4. Soft Storey	Severe reduction of stiffness caused by discontinuous shear walls, openings, etc.
				5. Pounding	Separation between buildings less than 20 Z _v x no. of storeys (in mm)
				6. Major Modifications	Any change in function, use or addition which results in significant increase in loading or weight
				7. Deterioration	Structural elements are damaged, poor condition of building is apparent (corroded reinforcement or steel, rotted wood, poor concrete or masonry)
				8. None	None of the irregularities listed above is present.
NON - STRUCTURAL HAZARDS (Circle appropriate descriptors) see 4.3.4					
F₁ Falling Hazards to Life: Exterior: Masonry chimneys, parapets, veneer or stone / precast panels, non-safety glass, or canopies over exits and walkways Interior: Heavy components; masonry partitions; non-safety glass in egress areas; storage shelves which may collapse onto areas of human occupancy F₂ Hazards to Continuous Operation of Special Buildings: Equipment or lifelines required for continuous operation of special facilities. The owner or authority should provide a list of critical items needed for continuing operations.					

From: Manual for Screening of Existing Buildings for Seismic Investigation, IRC / NRC, Canada, Ottawa, September 1992

Şekil B.3: Sismik tarama formu-3

SEISMIC SCREENING FORM															p. 2 of 2		ITEM No.:	
SEISMIC PRIORITY INDEX: Circle appropriate value and enter each result on right side. Use asterisk (*) with uncertain values																		
A	Seismicity	Design NBC	Effective Seismic Zone (Z_v or $Z_v + 1$ if $Z_a > Z_v$)										A =					
			2		3		4		5		6							
		Pre - 65		1.0		1.5		2.0		3.0		4.0						
		65 - 84		1.0		1.0		1.3		1.5		2.0						
Post - 85		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0								
B	Soil Conditions	Design NBC	Soil Category										B =					
			Rock or Stiff Soil		Stiff Soil > 50 m		Soft Soil > 15 m		Very Soft or Liquefiable Soil		Unknown Soil							
		Pre - 65		1.0		1.3		1.5		2.0		1.5						
		Post - 65		1.0		1.0		1.0		1.5		1.5						
C	Type of Structure (BM = Benchmark year, see p.1)	Design NBC	Construction Type and Symbol (see p. 1)												C =			
			Wood		Steel		Concrete		Precast		Masonry Infill		Masonry					
			WLF	WPB	SLF	SMF	SBF	SCW	CMF	CSW	PCF	PCW	SIW, CIW	RML, RMC		URM		
		Pre - 70		1.2	2.0	1.0	1.2	1.5	2.0	2.5	2.0	2.5	2.0	3.0		2.5	3.5	
		70 - BM		1.2	2.0	1.0	1.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.8	1.5	2.0		1.5	3.5	
Post - BM		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	-				
D	Building Irregularities	Design NBC	1. Vertical	2. Horiz.	3. Short Concrete Columns		4. Soft Storey		5. Pounding		6. Modifi- cation		7. Dete- rioration		8. None		D = product of circled Numbers (Max of 4.0) =	
			Pre - 70		1.3	1.5	1.5		2.0		1.3		1.3		1.3			1.0
		Post - 70		1.3	1.5	1.5		1.5		1.3		1.0		1.3		1.0		
E	Building Importance	Design NBC	Low Occupancy N < 10		Normal Occupancy N = 10 - 300		School, or High Occupancy N = 301 - 3000		Post Disaster, or Very High Occup. N > 3000		Special Operational Requirements		E =					
			Pre - 70		0.7		1.0		1.5		2.0		3.0					
		Post - 70		0.7		1.0		1.2		1.5		2.0						
N = Occupied Area x Occupancy Density x Duration Factor* = x x = Primary Use: Assembly Mercantile, Personal service Offices, Institutional, Manufacturing Residential Storage Occupancy Density Persons / m² 1 0.2 0.1 0.05 0.01 - 0.02 Average Weekly Hours of Human Occupancy 5 - 50 50 - 80 50 - 60 100 100 * Duration Factor is equal to the average weekly hours of human occupancy divided by 100, not greater than 1.0																		
SI STRUCTURAL INDEX = A • B • C • D • E =															SI =			
F	NON - STRUCTURAL HAZARDS		Description (see p. 1)				None		Yes		Yes *		F = max (F ₁ , F ₂) =					
	F ₁ Falling Hazards to Life				Pre - 70 NBC		1.0		3.0		6.0							
	Post - 70 NBC				1.0		2.0		3.0									
	F ₂ Hazards to Vital Operations				Any Year		1.0		3.0		6.0							
* applies only if one or more of the following descriptors on page 1 are circled: SMF, CMF, soft storey, torsion																		
NSI NON - STRUCTURAL INDEX = B • E • F =															NSI =			
SPI SEISMIC PRIORITY INDEX = SI + NSI =															SPI =			
Comments:																		

From: Manual for Screening of Existing Buildings for Seismic Investigation, IRC / NRC, Canada, Ottawa, September 1992

Şekil B.4: Sismik tarama formu-4

EK-C: STA4-CAD Hesap Raporları

STA4CAD-V14.1

FİRMA : EZGİ MUHENDİSLİK-EZGİ GULGEC	03-05-2019	SAYFA: 7
PROJE : MYO D BLOK (dd.ST4)		

STA4-CAD PROGRAMI
ÇOK KATLI BETONARME YAPILARIN STATİK ve BETONARME ANALİZ PROGRAMI Ver.14.1 Rev.(22.4.2019)

PROJE İSMİ MYO D BLOK

KAT ADEDİ 5

Bir kattaki KOLON SAYISI 52

X yönd aks sayısı 22

Y yönd aks sayısı 12

DEPREM YER HAREKETİ DÜZEYİ DD2 50 yılda açılma olasılığı %10

ZEMİN SINIFI 2C

BİNA KOORDİNATI (ENLEM/BÖLÜM) 529.539° / 28.0097°

YEREL SPECTRAL İÇME KATSAYISI S_s/S_1 1.618 / 0.405

YAPI DAYANIM KATSAYISI R 4.00

SİSTEM DAYANIM FAZLALIĞI KATSAYISI D 2.5

SPEKTRUM KAREKTERİSTİK PERİYODU (T_a/T_b) 0.063 / 0.313

HAREKETLİ YÜK KATSAYISI (n) 0.6

SIFIR BÖLÜTİF HAREKET YÜKSEKLİĞİ (m) 0.00

HAREKETLİ YÜK AZALTIMA KATSAYISI (C_z) 1.0

ZEMİN EMNİYET GERİLMESİ (t/m²) 19.8

ZEMİN YATAK KATSAYISI (t/m³) 2276.0

BETON YÜKÜMLÜĞÜ (t/m³) 2.5

GENLEŞME İSİ FARKI (°C) 0.0

STATİK ANALİZ YÖNTEMİ FRAME3D LINEER ANALİZ

DEPREM STANDARTI TBDY2018 CODE

BETONARME HESAP YÖNTEMİ TAĞIMA GÜCÜ YÖNTEMİ TS500-2000

BETONARME KESİT DONATI HESAP YÖNTEMİ BRÖT KESİTİ GÖRE

DEPREM HESABI YÖNTEMİ MOD 3ÜPERPOZİSYONU İLE DİNAMİK ANALİZ

TEMEL ANALİZ OPSİYONU SADECE TEMEL DÖNMELEERİ DİKKATE ALINMASI

Zemin gerilmesi hareketli yük azaltma değeri 0.88

Zemin gerilmesi deprem artırım oranı 0.40

Zemin gerilmesi rüzgar artırım oranı 0.25

Kolonun oturduğu kiriş tesir çarpımı Döşey deprem analizi yapılmıştır.

Kiriş & Kolon rijitlik bölgesi opsiyonu Yarı Sonsuz Rijit davranış

Kiriş uçlarında elastik ankastrelik opsiyonu Elastik ankastre

STA4CAD CERTIFICATE
EZGİ MUHENDİSLİK-EZGİ GULGEC

License: 4614
STA ID: 1129836085

ÇATLAMIS KESİT ETKİN KESİT RİJİTLİĞİ BİLGİLERİ

Elemanlar	Eğilme	Eksenel	Lokal X kesme	Lokal Y kesme
Perde	0.25	0.50	0.50	1.00
Bodrum perdesi	0.50	0.80	0.50	1.00
Döşeme	0.25	0.25	0.25	1.00
Çerçeve kirişi	0.25	1.00	1.00	1.00
Çerçeve kolonu	0.70	1.00	1.00	1.00
Bağ kirişi	0.15	1.00	1.00	1.00
Perde çubuk	0.50	1.00	0.50	0.50

BETON ve ÇELİK MALZEME BİLGİLERİ (kg/cm²)

Yapı Elemanı	Malzeme	Elastisite Modülü E	Gerilme G	Beton dayanım gerilmesi	Çelik akma (Genel)	gerilmesi (Etriye)	Birim Ağırlık t/m ³	
Plak/Nervür	EL	C25	202500	121000	250	4200	4200	2.50
HNP		C25	202500	121000	250	4200	4200	2.50
Temel		C25	202500	121000	250	4200	4200	2.50
Kiriş\Kolon	EL	C25	202500	121000	250	4200	4200	2.50
Plak\Kiriş\Kolon E2		C4,6	209500	83800	46	2200	2200	2.50
Plak\Kiriş\Kolon E3		C4,6	209500	83800	46	4200	4200	2.50

HNP : Hazır Nervürlü Plak

TAĞIMA GÜCÜ MALZEME KATSAYILARI	BETON	ÇELİK
TEMEL ELEMANLAR	1.50	1.15
PERFORMANS HESABI TÜM ELEMANLAR	1.00	1.00

TAĞIMA GÜCÜ YÜK KATSAYILARI	SABİT YÜK	HAREKETLİ YÜK
	1.40	1.60

Açıklama: Kiriş ve kolonlar beton ve çelikten oluşmaktadır.

124

FİRMA : EZGİ MÜHENDİSLİK-EZGİ GULGEC

03-05-2019

SAYFA: 8

PROJE : MYO D BLOK

(dd.ST4)

BETONARME HESAP YÜK KOMBİNASYONU

Ölü yük C _g	Hareketli yük C _q	Zemin C _s	Deprem ± C _e	Rüzgar ± C _w	İsı C _t
1.40	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00
1.40	1.60	1.60	0.00	0.00	0.00
1.00	1.20	0.00	0.00	0.00	1.20
1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00
1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00
0.90	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
1.00	1.30	0.00	0.00	1.20	0.00
1.00	1.30	1.00	0.00	1.20	0.00
0.90	0.00	0.00	0.00	1.20	0.00
0.90	0.00	0.90	0.00	1.20	0.00

TEDY2018 Düşey Deprem Kombinasyonu : $G + Q + 0.2 S + Edh + 0.3 Eds$, $0.9 G + H + Edh - 0.3 Eds$
 CODE:TS500T.COD

ZEMİN GERİLMESİ YÜK KOMBİNASYONU $G_z < G_{zem}$

Ölü yük C _g	Hareketli yük C _q	Zemin C _s	Deprem ± C _e	Rüzgar ± C _w	İsı C _t
1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00
0.71	0.71	0.71	0.71	0.00	0.71
0.80	0.80	0.80	0.00	0.80	0.80

ZEMİN GERİLMESİ HAREKETLİ YÜK AZALTIMA DEĞERLERİ

Kat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Eksiltme %				20	40	60	80	80	90	40

YAPI AKS BİLGİLERİ

X yönd aks bilgileri

no	isim	Ax	Bx
1	X15	0.00	0.00
2	X18	0.00	3.50
3	X20	0.00	7.00
4	X21	0.00	10.50
5	X22	0.00	14.00
6	X23	0.00	17.50
7	X25	0.00	21.00
8	X28	0.00	24.50
9	X17	0.00	2.55
10	X26	0.00	21.70
11	X24	0.00	19.25
12	X27	0.00	23.45
13	X19	0.00	5.25
14	X16	0.00	1.05
15		0.00	-1.35
16		0.00	25.85
17	3	0.00	-0.30
18	4	0.00	24.80
19	5	0.00	25.15
20	2	0.00	-0.65
21	1	0.00	-1.05
22	6	0.00	25.55

Y yönd aks bilgileri

no	isim	Ay	By
1	Y21	0.00	0.00
2	Y22	0.00	3.50
3	Y23	0.00	7.00
4	Y24	0.00	10.50
5	Y25	0.00	14.00
6	Y26	0.00	17.50
7	Y27	0.00	21.00
8	Y28	0.00	24.50
9		0.00	25.25
10		0.00	-0.75
11		0.00	24.80
12		0.00	-0.30



Açıklama: eksi eksi kombinasyonlar için eksi alınmadı

FİRMA : EZGİ MÜHENDİSLİK-EZGİ GÜLGEÇ

03-05-2019

SAYFA: 9

PROJE : MYO D BLOK

(dd.ST4)

1. KAT KOLONLARI AKS BİLGİLERİ

Kolon no	X aksı	Y aksı	dx	dy	alt ydık.
101	1X	1Y	0.0	0.0	0.00
102	3X	1Y	0.0	0.0	0.00
105	5X	1Y	0.0	-15.0	0.00
107	7X	1Y	0.0	0.0	0.00
109	1X	2Y	0.0	0.0	0.00
111	4X	2Y	0.0	0.0	0.00
113	6X	2Y	0.0	0.0	0.00
115	1X	3Y	0.0	0.0	0.00
117	4X	3Y	0.0	0.0	0.00
119	6X	3Y	0.0	0.0	0.00
121	1X	4Y	0.0	0.0	0.00
123	4X	4Y	0.0	0.0	0.00
125	6X	4Y	0.0	0.0	0.00
127	1X	5Y	0.0	0.0	0.00
129	4X	5Y	0.0	0.0	0.00
131	6X	5Y	0.0	0.0	0.00
133	1X	6Y	0.0	0.0	0.00
135	4X	6Y	0.0	0.0	0.00
137	6X	6Y	0.0	0.0	0.00
139	1X	7Y	0.0	0.0	0.00
141	4X	7Y	0.0	0.0	0.00
143	6X	7Y	0.0	0.0	0.00
145	1X	8Y	0.0	0.0	0.00
147	3X	8Y	0.0	0.0	0.00
149	5X	8Y	0.0	15.0	0.00
151	7X	8Y	0.0	0.0	0.00

Kolon no	X aksı	Y aksı	dx	dy	alt ydık.
102	2X	1Y	0.0	0.0	0.00
104	4X	1Y	0.0	-15.0	0.00
106	6X	1Y	0.0	0.0	0.00
108	8X	1Y	0.0	0.0	0.00
110	3X	2Y	0.0	0.0	0.00
112	5X	2Y	0.0	0.0	0.00
114	7X	2Y	0.0	0.0	0.00
116	3X	3Y	0.0	0.0	0.00
118	5X	3Y	0.0	0.0	0.00
120	7X	3Y	0.0	0.0	0.00
122	3X	4Y	0.0	0.0	0.00
124	5X	4Y	0.0	0.0	0.00
126	7X	4Y	0.0	0.0	0.00
128	3X	5Y	0.0	0.0	0.00
130	5X	5Y	0.0	0.0	0.00
132	7X	5Y	0.0	0.0	0.00
134	3X	6Y	0.0	0.0	0.00
136	5X	6Y	0.0	0.0	0.00
138	7X	6Y	0.0	0.0	0.00
140	3X	7Y	0.0	0.0	0.00
142	5X	7Y	0.0	0.0	0.00
144	7X	7Y	0.0	0.0	0.00
146	3X	8Y	0.0	0.0	0.00
148	5X	8Y	0.0	15.0	0.00
150	7X	8Y	29.9	0.0	0.00
152	8X	8Y	0.0	0.0	0.00

KAT DİYAFERMLARI

Kat: 5	5
Kat: 4	4
Kat: 3	3
Kat: 2	2
Kat: 1	1

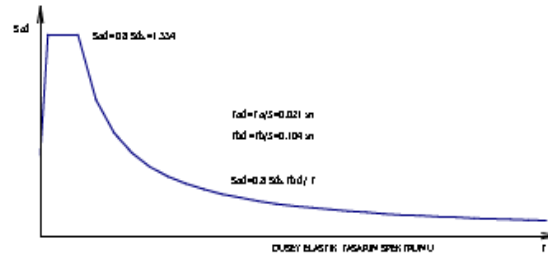
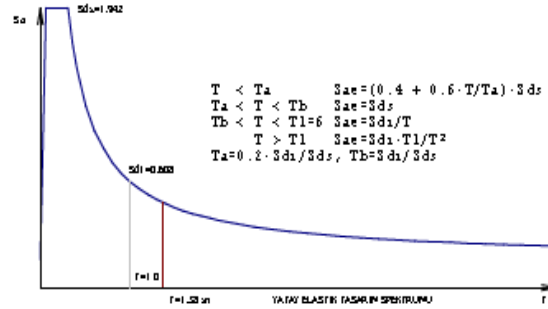
DEPREM RAPORU

DEPREM STANDARTI : TBDY 2018 CODE
 DEPREM ANALİZİ : MOD SUPERPOZİSYONU YÖNTEMİYLE LINEER ANALİZ
 DEPREM YER HAREKETİ DÜZEYİ : DD2 50 yılda ağırlama olasılığı: %10
 ZEMİN SINIFI : 2C
 BİNA KOORDİNATI (ENLEM/BOYLAM) : 539.529° / 28.0097°
 YEREL SPECTRAL İVME KATSAYISI S_s/S_a : 1.618 / 0.405
 TASARIM SPECTRAL İVME KATSAYISI S_{ds}/S_{di} : 1.942 / 0.608 DD2
 YAPI DAVRANIŞ KATSAYISI R : 4.00 YENİ GÜÇLENDİRME ELEMANLARI İÇİN
 SİSTEM DAVRANIŞ FAZLALIĞI KATSAYISI D : 2.5
 DEPREM TASARIM SINIFI DTS : 1a
 BİNA YÜKSEKLİK SINIFI B23 : 5 $H_n=19.2m$
 BİNA KULLANIM SINIFI BK3 : 1 $I = 1.5$
 Modal Analiz min. deprem yükü orana β : 0.9
 Deprem yükü eksantirisitesi : 0.000
 DİYAFRAM SAYISI : 5
 Diyafram tanımı : K&T(diyafram no)

DİNAMİK ANALİZ BİLGİLERİ

TASARIM SPECTRUM BİLGİSİ (TBDY 2018 SPECTRUM)

T (s)	S_a
0.00	0.777
0.05	1.942
0.10	1.942
0.20	1.675
0.40	1.472
0.50	1.185
0.60	0.992
0.70	0.852
0.80	0.748
0.90	0.666
1.00	0.600
1.10	0.546
1.20	0.501
1.30	0.463
1.40	0.430
1.50	0.402
1.60	0.377
1.70	0.355
1.80	0.335
1.90	0.318
2.00	0.302
2.10	0.275
2.20	0.252
2.30	0.233
2.40	0.216
2.50	0.202
2.60	0.189
2.70	0.178
2.80	0.168
2.90	0.159
3.00	0.152



$R_a(T) \times = 2.667$ $R_a(T) \times = 2.667$ (Güçlendirme nedeniyle, $R_a=1$ 'e eşdeğer olarak hesaplanmıştır.)

MODAL ANALİZ - YAPI PERİYOD ve VEKTÖRLERİ

Mod	1.mod	2.mod	3.mod	4.mod	5.mod	6.mod	7.mod	8.mod	9.mod
ω	4.55	5.92	6.15	13.48	19.09	19.66	23.31	33.87	35.51
T	1.3814	1.0596	1.0218	0.4661	0.3291	0.3196	0.2695	0.1855	0.1769
yön	y	b	x	y	x	b	y	y	x
1/1x	0.00000	0.00820	0.01056	0.00000	0.02804	-0.02801	0.00000	0.00000	0.05736
2/2x	0.00000	0.01323	0.02420	0.00000	0.04424	-0.04240	0.00000	0.00000	0.02864
3/3x	0.00000	0.02946	0.03662	0.00000	0.02862	-0.02743	0.00000	0.00000	-0.04784
4/4x	0.00000	0.03713	0.04594	0.00000	-0.00946	0.00980	0.00000	0.00000	-0.03778
5/5x	0.00000	0.04197	0.05172	0.00000	-0.04591	0.04457	0.00000	0.00000	0.05228
1/1y	0.01447	0.00000	0.00000	0.04105	0.00000	0.00000	0.05591	0.05852	0.00000
2/2y	0.03118	0.00000	0.00000	0.06223	0.00000	0.00000	-0.02325	-0.02550	0.00000
3/3y	0.04592	0.00000	0.00000	0.02844	0.00000	0.00000	-0.04972	-0.02167	0.00000
4/4y	0.05918	0.00000	0.00000	-0.01525	0.00000	0.00000	-0.02900	0.06013	0.00000
5/5y	0.06613	0.00000	0.00000	-0.06235	0.00000	0.00000	0.05487	-0.02562	0.00000
1/1b	0.00000	0.00087	-0.00072	0.00000	0.00237	0.00245	0.00000	0.00000	0.00095
2/2b	0.00000	0.00209	-0.00170	0.00000	0.00406	0.00415	0.00000	0.00000	0.00070
3/3b	0.00000	0.00321	-0.00268	0.00000	0.00299	0.00302	0.00000	0.00000	-0.00064
4/4b	0.00000	0.00421	-0.00348	0.00000	-0.00046	-0.00051	0.00000	0.00000	-0.00075
5/5b	0.00000	0.00500	-0.00402	0.00000	-0.00423	-0.00423	0.00000	0.00000	0.00078
Mxr%	0.000	32.665	50.352	0.000	5.741	5.464	0.000	0.000	2.846
Myr%	82.796	0.000	0.000	11.089	0.000	0.000	2.375	1.256	0.000
Mbr%	0.000	49.586	32.466	0.000	5.720	5.851	0.000	0.000	0.144

$\Sigma = 98.1$
 $\Sigma = 99.6$

Notlar: mod ve vektörler her bir deprem için hesaplanmıştır.

FİRMA : EZGİ MÜHENDİSLİK-EZGİ GÜLGEÇ

03-05-2019

SAYFA: 11

PROJE : MYO D BLOK

(dd.ST4)

$$M_x = \sum (m_i \cdot x_{ir}^2 + m_i \cdot y_{ir}^2 + m_{0i} \cdot z_{0i}^2)$$

$$M_{xr} = \sum ((\sum m_i \cdot x_{ir})^2 / M_x) = 498.07 > 495.00 \quad \text{Dinamik kütle oranı yeterli.}$$

$$M_{yr} = \sum ((\sum m_i \cdot y_{ir})^2 / M_y) = 499.62 > 495.00 \quad \text{Dinamik kütle oranı yeterli.}$$

EŞDEĞER DEPREM HESABI 1. DOĞAL TİTREŞİM PERİYODUNUN KONTROLÜ

$$H_n = 19.2m \quad C_{tx} = 0.07 \quad C_{ty} = 0.07$$

$$T_{Lx} = C_{tx} \cdot H_n^{3/4} = 0.642 s., \quad T_x = 1.022 s. < 1.4 \times 0.642 s. >> T_{x1} = 0.899 s.$$

$$T_{Ly} = C_{ty} \cdot H_n^{3/4} = 0.642 s., \quad T_y = 1.381 s. < 1.4 \times 0.642 s. >> T_{y1} = 0.899 s.$$

YAPI BUKULMA KÜTLE ATALET MOMENTİ $J_{mass} = (I_x + I_y) / A$

Kat	A (m ²)	I _x (m ⁴)	I _y (m ⁴)	X _g (m)	Y _g (m)	J _{mass} (m ²)
5	565.95	28309.76	38239.12	12.25	12.25	117.76
4	546.35	27329.34	34975.27	12.25	12.25	114.04
3	546.35	27329.34	34975.27	12.25	12.25	114.04
2	529.20	26471.47	32198.06	12.25	12.25	110.86
1	600.25	30025.49	30025.20	12.25	12.25	100.04

KAT KÜTLESİ ve RİJİTLİK MERKEZİ (t)

Kat (dyf)	H (m)	W _g	W _q	n	R R _x /R _y	D D _x /D _y	X _g (m)	X _r (m)	Y _g (m)	Y _r (m)	Σ W _k
5	19.20	659.63	195.62	0.60	4.	2.5	12.25	12.25	12.22	11.82	776.998
4	15.40	852.46	191.51	0.60	4.	2.5	12.25	12.25	12.22	11.85	967.368
3	11.60	836.31	188.92	0.60	4.	2.5	12.25	12.25	12.22	11.88	949.664
2	7.80	825.49	184.05	0.60	4.	2.5	12.25	12.25	12.22	11.95	925.915
1	4.00	861.48	211.60	0.60	4.	2.5	12.25	12.25	12.22	12.08	988.438

Σ W_k = 4618.389

EŞDEĞER DEPREM FORMÜLÜ

$$F_{di} = (W_i \cdot H_i) / \sum W_i \cdot H_i$$

DEPREM KUVVETİ (t)

$$\text{Deprem tepe yükü } F_{tx} = 43.93 \quad F_{ty} = 43.93 \quad (t)$$

Kat no	Modal Analiz	Eşdeğer dep.yön.	Deprem yükü	Kat tipi	Y YÖNÜ				
					Modal Analiz	Eşdeğer dep.yön.	Deprem yükü	Kat tipi	
5	238.014	366.872	394.975	UST KAT	252.184	366.872	383.120	UST KAT	
4	214.128	322.490	250.223	NORMAL	165.772	322.490	251.844	NORMAL	
3	108.359	238.469	126.613	NORMAL	95.090	238.469	144.461	NORMAL	
2	123.409	158.028	144.206	NORMAL	92.090	158.028	139.904	NORMAL	
1	118.338	85.588	138.280	NORMAL	88.845	85.588	124.974	NORMAL	
Σ	902.259	1171.447	1054.302	GENEL	692.982	1171.447	1054.302	GENEL	

$$W_{tx} = 902.26 > 0.04 \cdot I \cdot S_d \cdot W = 538.13$$

$$W_{ty} = 692.98 > 0.04 \cdot I \cdot S_d \cdot W = 538.13$$

$$X \text{ Deprem kontrol: } 0.90 \times 1171.447 = 1054.302 > 902.259 >> 1054.302$$

$$Y \text{ Deprem kontrol: } 0.90 \times 1171.447 = 1054.302 > 692.982 >> 1054.302$$

KIRIŞ VE KOLON KAPASİTELERİNE GÖRE YAPI GÜÇME YÜKÜ (E1-E9)

KOLON TABAN KAPASİTE MOMENTLERİ TOPLAMI : $M_{rx} = 478.99 \text{ (tm)}$ $M_{ry} = 275.18 \text{ (tm)}$ KOLONLARA BAĞLI KIRIŞ KAPASİTE MOMENTLERİ TOPLAMI : $M_{rx} = 1627.63 \text{ (tm)}$ $M_{ry} = 1421.01 \text{ (tm)}$ $\sum M_c < \sum M_b > M_b = M_c$ KIRIŞ KAPASİTE MOMENTLERİ TOPLAMI : $M_{rx} = 1627.63 \text{ (tm)}$ $M_{ry} = 1421.01 \text{ (tm)}$ X YÖNÜ GÜÇME KAPASİTESİ : $P_x = 1054.3 \times (478.99 + 1627.63) / 14583.65 = 152.29 \text{ (t)}$ Y YÖNÜ GÜÇME KAPASİTESİ : $P_y = 1054.3 \times (275.18 + 1421.01) / 14541.2 = 123.01 \text{ (t)}$ ZARIF KAT GÜÇME KAPASİTESİ : $P_x = 240.38 \text{ (t)}$, $P_y = 138.06 \text{ (t)}$

Güçlendirme Projesi: E1: Yeni donatılar, E2-E9: Mevcut donatılara göre kapasite kontrol

$$W_{tx} = \lambda \cdot A_o \cdot I \cdot S(t) \cdot W = 3584.63 \text{ (t)} \quad (\lambda = 0.85)$$

$$W_{ty} = \lambda \cdot A_o \cdot I \cdot S(t) \cdot W = 3584.63 \text{ (t)} \quad (\lambda = 0.85)$$

Kat no	Kolon ΣM _c	Kiriş (M _{ci} ≥ M _{bi}) ΣM _{bi}	Kapasite Ür	Y YÖNÜ		
				Kolon ΣM _c	Kiriş (M _{ci} ≥ M _{bi}) ΣM _{bi}	Kapasite Ür
5	692.44	286.68	257.66	416.75	203.32	162.18
4	702.71	626.56	218.61	420.24	514.29	155.02
3	666.76	967.94	182.24	402.57	815.29	139.08
2	594.46	1273.01	165.02	351.35	1162.82	134.83
1	478.99	1627.63	152.29	275.18	1421.01	123.01

(M_{ci} ≥ M_{bi}) >> ΣM_{bi} Kiriş Plastik Mafsallı Kontrolü

FİRMA : EZGİ MÜHENDİSLİK-EZGİ GÜLGEÇ

03-05-2019

SAYFA: 12

PROJE : MYO D BLOK

(dd.ST4)

Büyük kuvvetleri (t)

Kat (dyf)	X-yönü F	X-yönü ey m	Y-yönü F	Y-yönü ex m
5	9.157	12.250	9.704	12.250
4	9.157	12.250	9.412	12.250
3	9.157	12.250	9.412	12.250
2	5.586	12.250	5.723	12.250
1	5.880	12.250	5.880	12.250

Kat Deprem deplasmanları

Kat (dyf)	9. yükleme		10. yükleme		11. yükleme		12. yükleme	
	Ex (m)	Ex (rad)	Ex (m)	Ex (rad)	Ey (m)	Ey (rad)	Ey (m)	Ey (rad)
5	0.0989381	0.0002574	0.0989381	0.0002574	-0.175119	0.0000004	-0.175119	0.0000004
4	0.0856084	0.0002916	0.0856084	0.0002916	-0.152172	0.0000003	-0.152172	0.0000003
3	0.0665956	0.0002100	0.0665956	0.0002100	-0.117918	0.0000002	-0.117918	0.0000002
2	0.0427935	0.0001205	0.0427935	0.0001205	-0.078376	0.0000001	-0.078376	0.0000001
1	0.0193268	0.0000407	0.0193268	0.0000407	-0.037090	0.0000001	-0.037090	0.0000001

Deprem yapı salınımı: x= 0.00516 y= 0.00312

DEPREM PERDELERİ TABAN MOMENT KONTROLÜ

Kat deprem momenti (tm)

Kat	H (m)	Fx	Fx . H	H (m)	Fy	Fy . H	
5	19.20	394.97	7583.51	19.20	382.12	7355.91	
4	15.40	250.22	3853.43	15.40	251.84	3878.40	
3	11.60	126.62	1468.78	11.60	144.46	1675.75	
2	7.80	144.21	1124.80	7.80	139.90	1091.25	
1	4.00	138.28	553.12	4.00	134.97	539.89	
		1054.30	14583.65			1054.30	14541.20

Perde taban momenti (tm)

M : Perde ve Panel deprem momenti

ΣMx : Perdelerde; bağlı olduğu kirişlerin deprem momentlerinin toplamı

Panellerde ise; bağlı kolonlarından oluşan deprem momentlerinin toplamıdır.

Perde	Mx	Σ Mxk =	Σ Mxr	M/Mo<1/3	My	Σ Myk =	Σ Myr	M/Mo<1/3
S101	267.35	237.50	504.84	0.035 ✓	-	-	-	-
S108	267.23	237.49	504.73	0.035 ✓	-	-	-	-
S145	279.10	201.40	480.50	0.033 ✓	-	-	-	-
S152	279.03	201.39	480.43	0.033 ✓	-	-	-	-

TOPLAM

1970.49

0.00

Perde taban moment oranı :

X yönü om = 1970.49 / 14583.65 = 0.14

Y yönü om = 0. / 14541.2 = 0.00

Kenar aks perdesi bulunmamıştır.

Boşluklu perde bulunmamıştır

DEPREME YAPI DÜZENSİZLİKLERİNİN KONTROLÜ

A1, B2 düzensizliklerinin kontrolü

di=R/I·Δ, K=1, Tx=1.022s, Ty=1.381s

λx=Σa(Tx/DD3)/Σa(Tx/DD2)=0.129/0.535=0.241

λy=Σa(Ty/DD3)/Σa(Ty/DD2)=0.096/0.440=0.217

X max(di/hi)≤0.008 K/λ=0.0368 Y max(di/hi)≤0.008 K/λ=0.0368

Ch=0.5, D=2.50, R=4.00

θri = [ort(di)·Σθk] / (Vi·hi) ≤ 0.12·D / (Ch·R) => Maxθri=0.150

1. kat X düst = 0.0193268 + 0.0000407 × (-.22 - 12.08)=0.0188358 (S101)

1. kat X dalt = 0.0193268 + 0.0000407 × (24.72 - 12.08)=0.0198515 (S152)

2. kat X düst = 0.0427935 + 0.0001205 × (-.22 - 11.95) = 0.0188358 = 0.0234914 (S201)

2. kat X dalt = 0.0427935 + 0.0001205 × (24.72 - 11.95) = 0.0198515 = 0.0254808 (S252)



Açıklama: eğer kaynaklardan değilse girilmiştir

FİRMA : EZGİ MÜHENDİSLİK-EZGİ GÜLGEÇ

03-05-2019

SAYFA: 13

PROJE : MYO D BLOK

(dd.ST4)

X YÖNÜ (+)

Kat	$\Delta X_{düst}(m)$	$\Delta X_{dalt}(m)$	ΔX_{ort}	r_{bi}	r_{ki}	$E/I \cdot \Delta x/h$	θ_i	kat tipi
5	0.0126060	0.0142468	0.0134264	1.06	0.00	0.01000 ✓	0.00697 ✓	Normal kat
4	0.0180365	0.0200701	0.0190533	1.05	1.42	0.01408 ✓	0.01359 ✓	Normal kat
3	0.0217273	0.0239582	0.0228428	1.05	1.20	0.01681 ✓	0.02103 ✓	Normal kat
2	0.0234914	0.0254808	0.0244861	1.04	1.07	0.01788 ✓	0.02557 ✓	Normal kat
1	0.0188358	0.0198515	0.0193437	1.03	0.75	0.01323 ✓	0.02121 ✓	Normal kat

X YÖNÜ (-)

Kat	$\Delta X_{düst}(m)$	$\Delta X_{dalt}(m)$	ΔX_{ort}	r_{bi}	r_{ki}	$E/I \cdot \Delta x/h$	θ_i	kat tipi
5	0.0126060	0.0142468	0.0134264	1.06	0.00	0.01000 ✓	0.00697 ✓	Normal kat
4	0.0180365	0.0200701	0.0190533	1.05	1.42	0.01408 ✓	0.01359 ✓	Normal kat
3	0.0217273	0.0239582	0.0228428	1.05	1.20	0.01681 ✓	0.02103 ✓	Normal kat
2	0.0234914	0.0254808	0.0244861	1.04	1.07	0.01788 ✓	0.02557 ✓	Normal kat
1	0.0188358	0.0198515	0.0193437	1.03	0.75	0.01323 ✓	0.02121 ✓	Normal kat

Y YÖNÜ (+)

Kat	$\Delta Y_{dsol}(m)$	$\Delta Y_{dsağ}(m)$	ΔY_{ort}	r_{bi}	r_{ki}	$E/I \cdot \Delta y/h$	θ_i	kat tipi
5	0.0229475	0.0229450	0.0229462	1.00	0.00	0.01610 ✓	0.01228 ✓	Normal kat
4	0.0342558	0.0342532	0.0342545	1.00	1.49	0.02404 ✓	0.02482 ✓	Normal kat
3	0.0395424	0.0395411	0.0395422	1.00	1.15	0.02775 ✓	0.03604 ✓	Normal kat
2	0.0412870	0.0412850	0.0412860	1.00	1.04	0.02897 ✓	0.04297 ✓	Normal kat
1	0.0370907	0.0370892	0.0370900	1.00	0.85	0.02473 ✓	0.04067 ✓	Normal kat

Y YÖNÜ (-)

Kat	$\Delta Y_{dsol}(m)$	$\Delta Y_{dsağ}(m)$	ΔY_{ort}	r_{bi}	r_{ki}	$E/I \cdot \Delta y/h$	θ_i	kat tipi
5	0.0229475	0.0229450	0.0229462	1.00	0.00	0.01610 ✓	0.01228 ✓	Normal kat
4	0.0342558	0.0342532	0.0342545	1.00	1.49	0.02404 ✓	0.02482 ✓	Normal kat
3	0.0395424	0.0395411	0.0395422	1.00	1.15	0.02775 ✓	0.03604 ✓	Normal kat
2	0.0412870	0.0412850	0.0412860	1.00	1.04	0.02897 ✓	0.04297 ✓	Normal kat
1	0.0370907	0.0370892	0.0370900	1.00	0.85	0.02473 ✓	0.04067 ✓	Normal kat

B1-Düğüye doğrultudaki düzensizliklerinin kontrolü

Kat	Δ_{x0}	Δ_{gx}	Δ_{gy}	Δ_{kx}	Δ_{ky}	$\sum \Delta_{ex}$	$\sum \Delta_{ey}$	n_{ciX}	n_{ciY}	AÇIKLAMA
5	8.32	2.29	0.00	26.70	18.85	14.61	11.15	1.00	1.00	Düst kat ✓
4	8.32	2.29	0.00	26.70	18.85	14.61	11.15	1.00	1.00	Düzenli ✓
3	8.32	2.29	0.00	25.27	18.62	14.40	11.11	0.99	1.00	Düzenli ✓
2	8.32	2.29	0.00	25.27	18.62	14.40	11.11	1.00	1.00	Düzenli ✓
1	8.32	2.29	0.00	9.48	9.31	12.03	9.72	0.64	0.87	Düzenli ✓

Ba=Bax+0.3*Bay, Ba=0.3*Bax+Bay :

Kirişlerde, Kolonlarda; (Ba=Bax+0.3*Bay, Ba=0.3*Bax+Bay) düzeltilmesi yapılmıştır.



Açıklama: Eski ve yenilenen katlar için Aşağıda

FİRMA : EZGI MUHENDISLIK-EZGI GULGEC

03-05-2019

SAYFA: 281

PROJE : MYO D BLOK

(dd.ST4)

BINA PERFORMANSI

KIRIŞ HASAR YÜZDELERİ

KAT NO	(-X)				(X)				(-Y)				(Y)			
	SH	BH	IH	GB	SH	BH	IH	GB	SH	BH	IH	GB	SH	BH	IH	GB
5	4.0	96.0	0.0	0.0	4.0	96.0	0.0	0.0	47.6	42.9	0.0	9.5	47.6	42.9	0.0	9.5
4	0.0	68.0	32.0	0.0	0.0	68.0	32.0	0.0	23.8	47.6	9.5	19.0	23.8	47.6	9.5	19.0
3	0.0	36.0	56.0	8.0	0.0	36.0	56.0	8.0	23.8	47.6	0.0	28.6	23.8	47.6	0.0	28.6
2	0.0	13.2	44.7	42.1	0.0	13.2	44.7	42.1	42.1	0.0	47.6	23.8	28.6	0.0	47.6	23.8
1	0.0	29.5	24.1	36.4	0.0	29.5	24.1	36.4	0.0	61.9	9.5	28.6	0.0	61.9	9.5	28.6
Max.		96.0	56.0	42.1					47.6							

X yönd kırış sayısı=44,38,50,50,50

Y yönd kırış sayısı=42,42,42,42,42

KOLON KESME KUVVETİ DAĞILIMI

KAT NO	(-X)				(X)				(-Y)				(Y)			
	SH	BH	IH	GB	SH	BH	IH	GB	SH	BH	IH	GB	SH	BH	IH	GB
5	95.9	4.1	0.0	0.0	95.9	4.1	0.0	0.0	99.3	0.3	0.0	0.3	99.3	0.3	0.0	0.3
4	89.0	11.0	0.0	0.0	89.0	11.0	0.0	0.0	91.7	0.0	0.0	8.3	91.7	0.0	0.0	8.3
3	91.0	9.0	0.0	0.0	91.0	9.0	0.0	0.0	91.9	4.0	0.0	4.0	91.9	4.0	0.0	4.0
2	88.5	11.5	0.0	0.0	88.5	11.5	0.0	0.0	95.0	1.3	0.0	3.8	95.0	0.0	0.0	5.0
1	72.8	6.5	0.0	19.7	72.8	6.5	0.0	19.7	75.5	0.0	0.0	24.5	75.5	0.0	0.0	24.5
Max.		11.5							99.3			24.5				

ALT VE ÜST KESİTLERİNDE MİNİMUM HASAR BÖLGESİNİ AŞAN KOLONLARIN KESME KUVVETİ DAĞILIMI

KAT NO	(-X)		(X)		(-Y)		(Y)	
	SH	BH+IH+GB	SH	BH+IH+GB	SH	BH+IH+GB	SH	BH+IH+GB
5	97.5	2.5	97.5	2.5	100.	0.0	100.	0.0
4	94.7	5.3	94.7	5.3	100.	0.0	100.	0.0
3	95.7	4.3	95.7	4.3	100.	0.0	100.	0.0
2	94.4	5.6	94.4	5.6	100.	0.0	100.	0.0
1	86.8	13.2	86.8	13.2	75.5	24.5	81.7	18.3
Max.					100.	24.5		

BINA PERFORMANS SONUCU:

Göçme bölgesi Kiriş Hasar oranı=42.1>40 Göçmenin önlenmesi durumu x

Sınırlı hasar performans bölgesi x

Göçmenin önlenmesi durumu yeterlilik kontrolü:

Göçme bölgesi Kiriş Hasar oranı=42.1>40 x

Kolon Vc oranı=24.5<40 ✓

Üst kat Vc oranı=40.3<40 ✓

Plastikleşen kolon Vc oranı=24.5<40 ✓