

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DÜZCE DEPREMİNDE YIKILMIŞ BİNALARIN P25 VE DEPREM
GÜVENLİĞİ TARAMA YÖNTEMLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hojjat HOJJAT POUR

Anabilim Dalı : İnşaat Mühendisliği

Programı : Deprem Mühendisliği

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Gülten GÜLAY

EYLÜL 2011

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DÜZCE DEPREMİNDE YIKILMIŞ BİNALARIN P25 VE DEPREM
GÜVENLİĞİ TARAMA YÖNTEMLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Hojjat HOJJAT POUR
(501091270)**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 15 Eylül 2011

Tezin Savunulduğu Tarih : 21 Eylül 2011

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Gülten GÜLAY (İTÜ)

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Semih TEZCAN (BÜ)

Yrd. Doç. Dr. Pınar ÖZDEMİR (İTÜ)

EYLÜL 2011

Sevgili aileme,

ÖNSÖZ

Kıymetli zamanını, bilgi ve deneyimlerini paylaşarak bu çalışmanın hazırlanmasında önemli katkıları bulunan değerli danışmanım Sayın *Prof. Dr. F. Gülten GÜLAY*'a teşekkürü bir borç bilir, saygılarımı sunarım.

Sayın *Yrd. Doç. Dr. Pınar ÖZDEMİR*, sayın *Doç. Dr Hakan POLAT* ve sevgili arkadaşlarım *Mesud NEGIN* ve *Merve ÖZKARATAY*'a bilgi ve desteklerinden dolayı sonsuz teşekkürler ederim.

Eylül-2011

Hojjat HOJJAT POUR

(İnşaat Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	V
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xvii
SEMBOL LİSTESİ.....	xix
ÖZET.....	xxiii
SUMMARY	xxv
1.GİRİŞ.....	1
1.1 Konu	1
1.2 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	2
2.DBYBHY- 07'E GÖRE MEVCUT BETONARME BİNALARIN DEPREM	
PERFORMANSINI BELİRLEME YÖNTEMLERİ	5
2.1 Binalardan Bilgi Toplanması.....	5
2.1.1 Binalardan toplanacak bilginin kapsamı	5
2.1.2 Bilgi düzeyleri.....	5
2.1.3 Bilgi düzeyleri katsayıları	6
2.2 Taşıyıcı Eleman Deprem Hasar Sınır ve Bölgeleri.....	7
2.2.1 Kesit hasar sınırları	7
2.2.2 Kesit hasar bölgeleri.....	7
2.2.3 Kesit hasarı tanımları	8
2.3 Taşıyıcı Sistemin Deprem Performans Düzeyleri	8
2.3.1 Hemen kullanım performans düzeyi	9
2.3.2 Can güvenliği performans düzeyi	9
2.3.3 Göçme öncesi performans düzeyi	10
2.3.4 Göçme durumu.....	10
2.4 Binalar İçin Hedeflenen Performans Düzeyleri.....	11
2.5 Deprem Hesabına İlişkin Genel İlke ve Kurallar	12
2.6 Depremde Bina Performansının Doğrusal Elastik Hesap Yöntemleri İle	
Belirlenmesi	14
2.6.1 Hesap yöntemleri	14
2.6.2 Betonarme binaların yapı elemanlarında hasar düzeylerinin belirlenmesi	
.....	17
2.6.3 Göreli kat ötelemelerinin kontrolü	20
2.7 Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemleri.....	21
2.7.1 Artımsal eşdeğer deprem yükü ile itme analizi.....	21
2.7.2 Artımsal mod birleştirme yöntemi ile itme analizi	22
2.7.3 Zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap yöntemi	22
3.HIZLI DEĞERLENDİRME METODLARI.....	23
3.1 Sıfır Can Kaybı Yaklaşımı.....	23
3.2 Kolon ve Duvar İndeks Yöntemleri.....	24

3.3 Kapasite İndeks Yöntemi	26
3.4 DURTES yöntemi	27
3.5 ATC-21 yöntemi	28
4.P25 ÖNDEĞERLENDİRME METODU	31
4.1 Giriş	31
4.2 P25- Yönteminin Esasları	32
4.2.1 Kritik kat seçimi	32
4.2.2 C_A – Enkesit alanı endeksi bileşkesi	33
4.2.3 C_I – Atalet momenti endeksi bileşkesi	34
4.2.4 P_0 – Taşıyıcı sistem puanı	35
4.2.5 P_1 – Temel yapısal puanı	37
4.2.6 P_2 – Kısa kolon puanı	37
4.2.7 P_3 – ‘Yumuşak kat’ ve ‘Zayıf kat’ puanı	38
4.2.8 P_4 – Çıkmalar ve çerçeve süreksizliği puanı	38
4.2.9 P_5 – Çarpışma puanı	39
4.2.10 P_6 – Sıvılaşma potansiyeli puanı	39
4.2.11 P_7 – Toprak hareketleri puanı	40
4.2.12 α – Düzeltme çarpanı	40
4.2.13 β – Düzeltme çarpanı	41
4.2.14 P - Sonuç puanı	41
4.2.15 Binanın göçme riskinin tayini	42
5.DEPREM GÜVENLİĞİ TARAMA YÖNTEMİ	43
5.1 Binaların Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi İle 1. Aşama Değerlendirilmesi	44
5.2 DGT'Y'de Her Kat ve Her Asal Eksen Doğrultusunda İzlenecek Yol	46
5.3 Bina İçin Sismik Performans İndeksinin Hesaplanması (I_S)	47
5.3.1 Temel sismik indeksinin hesaplanması E_0	47
5.3.1.1 Dayanım indeksinin hesaplanması C	49
5.3.1.2 Süneklik indeksinin hesaplanması F	50
5.3.2 Düzensizlik indeksi S_D	50
5.3.3 Yıpranma zaman indeksi T	54
5.3.4 Sismik performansın belirlenmesi	55
5.3.5 Temel sismik talep indeksi E_S	55
5.3.5.1 Deprem bölgesi indeksi Z	55
5.3.5.2 Zemin indeksi G	56
5.3.5.3 Kullanım indeksi U	56
6.SAYISAL İNCELEMELER	57
6.1 Giriş ve Kapsam	57
6.2 Düzce Şehri ve Düzce Depremleri	57
6.3 İncelenen Yapıların Etiketlenmesi	60
6.4 Çalışma Kapsamında İncelenen Örnek Yapılar	60
6.5 001-IST-R-04 -NS Yapısı Deprem Güvenliği ve Performans Değerlendirmesi	61
6.5.1 001-IST-R-04 -NS yapısı genel bilgileri	61
6.5.2 Yapıya etkiyen yükler ve yapı ağırlığı	65
6.5.3 001-IST-R-04 -NS yapısı DBYBHY- 07'e göre değerlendirilmesi	65
6.5.3.1 Çatlamış kesite ait etkin eğilme rijitliklerinin belirlenmesi	65
6.5.3.2 Eşdeğer deprem yüklerinin hesabı	66
6.5.3.3 Burulma düzensizliği kontrolü	66
6.5.3.4 Görelî kat ötelemelerin kontrolü	67

6.5.3.5 Bina performansının belirlenmesi	68
6.5.4 001-IST-R-04 -NS yapısı P25 yöntemi ile değerlendirilmesi.....	69
6.5.5 001-IST-R-04-NS yapısının deprem güvenliği tarama yöntemi ile değerlendirilmesi.....	75
6.6 002-DUZ-R-07-CL Yapısı Deprem Güvenliği Değerlendirmesi	78
6.6.1 002-DUZ-R-07-CL yapısı genel bilgileri.....	78
6.6.2 002-DUZ-R-07-CL yapısının P25 yöntemi ile değerlendirilmesi	79
6.6.3 002-DUZ-R-07-CL yapısının deprem güvenliği tarama yöntemi ile değerlendirilmesi.....	79
6.7 003-DUZ-R-05-CL Yapısı Deprem Güvenliği Değerlendirmesi	80
6.7.1 003-DUZ-R-05-CL yapısı genel bilgileri.....	80
6.7.2 003-DUZ-R-05-CL yapısının P25 yöntemi ile değerlendirilmesi	81
6.7.3 003-DUZ-R-05-CL yapısının deprem güvenliği tarama yöntemi ile değerlendirilmesi.....	82
6.8 004-DUZ-R-05-CL Yapısı Deprem Güvenliği Değerlendirmesi	83
6.8.1 004-DUZ-R-05-CL yapısı genel bilgileri.....	83
6.8.2 004-DUZ-R-05-CL yapısının P25 yöntemi ile değerlendirilmesi	84
6.8.3 004-DUZ-R-05-CL yapısının deprem güvenliği tarama yöntemi ile değerlendirilmesi.....	84
6.9 005-DUZ-R-06-CL Yapısı Deprem Güvenliği Değerlendirmesi	85
6.9.1 005-DUZ-R-06-CL yapısı genel bilgileri.....	85
6.9.2 005-DUZ-R-06-CL yapısının P25 yöntemi ile değerlendirilmesi	86
6.9.3 005-DUZ-R-06-CL yapısının deprem güvenliği tarama yöntemi ile değerlendirilmesi.....	86
6.10 006-DUZ-R-07-CL Yapısı Deprem Performans Değerlendirmesi	87
6.10.1 006-DUZ-R-07-CL yapısı genel bilgileri.....	87
6.10.2 006-DUZ-R-07-CL yapısı P25 yöntemi ile değerlendirilmesi	88
6.10.3 006-DUZ-R-07-CL yapısı deprem güvenliği tarama yöntemi ile değerlendirilmesi.....	89
6.11 007-DUZ-R-06-CL Yapısı deprem güvenliği değerlendirilmesi.....	90
6.11.1 007-DUZ-R-06-CL yapısı genel bilgileri.....	90
6.11.2 007-DUZ-R-06-CL yapısı P25 yöntemi ile değerlendirilmesi.....	91
6.11.3 007-DUZ-R-06-CL yapısı deprem güvenliği tarama yöntemi ile değerlendirilmesi.....	91
7. SONUÇLAR VE YORUMLAR.....	93
7.1 Doğrusal Elastik Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile Değerlendirme	93
7.2 P25 Yöntemi Değerlendirmesi	94
7.3 DGTİ Değerlendirilmesi	96
7.4 P25 ve DGTİ Yaklaşımlarının Karşılaştırılması	96
7.5 Daha Sonraki Çalışmalar İçin Öneriler.....	97
KAYNAKLAR	99
A. EK	103
B. EK.....	116
C. EK	122

KISALTMALAR

ABD	:Amerika Birleşik Devletleri
ATC	:Applied Technology Council
ABYYHY	:Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
BHB	:Belirgin Hasar Bölgesi
CL	:Collapsed
CG	:Can Güvenliği Performans Düzeyi
DBYYHY	:Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
DURTES	:Durum Tesbit Programı
FEMA	:Federal Emergency Management Agency
GÇ	:Göçme Sınırı
GÇB	:Göçme Bölgesi
GÖ	:Göçme Öncesi Performans Düzeyi
GV	:Güvenlik Sınırı
HD	:Heavy Damaged
HK	:Hemen Kullanım Performans Düzeyi
İHB	:İleri Hasar Bölgesi
İTÜ	:İstanbul Teknik Üniversitesi
İÜ	:İstanbul Üniversitesi
JSİY	:Japon Sismik İndeks Yöntemi
MD	:Medium Damaged
MHB	:Minimum Hasar Bölgesi
MN	:Minimum Hasar Sınırı
ND	:Non Damaged
NS	:No seismicity
SD	:Slightly Damaged
SST	:Shiga T., Shibata A. ve Takahashi T. Yöntemi
TUBITAK	:Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
YASS	:Yer Altı Su Seviyesi
DGTY	:Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1: Bilgi düzey katsayısı	7
Çizelge 2.2: Farklı deprem düzeylerinde binalar için öngörülen minimum performans hedefleri.....	11
Çizelge 2.3: Betonarme kirişler için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite	19
Çizelge 2.4: Betonarme kolonlar için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite	19
Çizelge 2.5: Betonarme perdeler için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite	20
Çizelge 2.6: Güçlendirilmiş dolgu duvarlar için hasar sınırlarını tanımlayan.....	20
Çizelge 2.7: Göreli kat ötelemesi sınırları	21
Çizelge 4.1: Düzeltme faktörleri.....	36
Çizelge 4.2: Kısa kolon puanı.....	37
Çizelge 4.3: P_4 – Çıkmalar ve çerçeve süreksizliği puanı	38
Çizelge 4.4: Çarpışma puanı.....	39
Çizelge 4.5: Sıvılaşma potansiyeli puanları	39
Çizelge 4.6: Toprak hareketleri puanı	40
Çizelge 4.7: Ağırlık puanı	41
Çizelge 5.1: 1. Aşama değerlendirmesinde kullanılan elemanların sınıflandırması.	47
Çizelge 5.2: 1. Aşama düşey taşıyıcı elemanların F_w süneklik indeks değerleri.....	50
Çizelge 5.3: S_D İndeks değerleri için G_i ve R_i indisleri	51
Çizelge 5.4: T İndeksi için değerlendirme indeksleri	54
Çizelge 5.5: Aşamalara göre E_s indeksi değerleri	55
Çizelge 5.6: Deprem bölgesi indeksi değerleri z	56
Çizelge 5.7: Topoğrafik etkiler için G yer indeksi	56
Çizelge 6.1: Düzce depreminde incelenen parametrelerin yapıların hasar durumunda etkisi (33 yapının ortalama değerleri)	59
Çizelge 6.2: 001-IST-R-04 –NS yapısı genel bilgileri	62
Çizelge 6.3: X yönünde eşdeğer deprem kuvvetleri.....	66
Çizelge 6.4: Y yönünde eşdeğer deprem kuvvetleri.....	66
Çizelge 6.5: +X yönünde burulma düzensizliği kontrolü.....	67
Çizelge 6.6: +Y yönünde burulma düzensizliği kontrolü.....	67
Çizelge 6.7: +X yönünde göreli kat ötelemesi kontrolü.....	67
Çizelge 6.8: +Y yönünde göreli kat ötelemesi kontrolü.....	67
Çizelge 6.9: Betonarme kolonlarda hasar durumuna ait özet çizelgesi	68
Çizelge 6.10: Betonarme kolonlarda hasar durumuna ait özet çizelgesi	68
Çizelge 6.11: Betonarme kirişler için hasar durumuna ait özet çizelgesi X - doğrultusu.....	68
Çizelge 6.12: Betonarme kirişler için hasar durumuna ait özet çizelgesi Y - doğrultusu.....	68
Çizelge 6.13: Kritik katta düşey taşıyıcı elemanların kapasitelerinin iç kuvvetlere oranının ortalamaları	69
Çizelge 6.14: X-Doğrultusunda çalışan dolgu duvarlar	70
Çizelge 6.15: Y-Doğrultusunda çalışan dolgu duvarlar	70

Çizelge 6.16: Kolon boyutları.....	71
Çizelge 6.17: Düzeltme faktörleri.....	72
Çizelge 6.18: P_i punları ve $P_i w_i$ punları	74
Çizelge 6.19: C - Dayanım indeksinin hesaplanması	75
Çizelge 6.20: G_i ve R_i Katsayılarının hesabı.....	76
Çizelge 6.21: 001-IST-R-04-NS yapısının I_s , I_{SO} ve I_s/I_{SO} değerleri.....	77
Çizelge 6.22: 002-DUZ-R-07-CL yapısının genel bilgileri.....	79
Çizelge 6.23: 002-DUZ-R-07-CL yapısı düzeltme faktörleri sonuçları	79
Çizelge 6.24: 002-DUZ-R-07-CL yapısı P_i sonuçları.....	79
Çizelge 6.25: 002-DUZ-R-07-CL yapısının I_s , I_{SO} ve I_s/I_{SO} değerleri.....	80
Çizelge 6.26: 003-DUZ-R-05-CL yapısının genel bilgileri.....	81
Çizelge 6.27: 003-DZC-R-05-CL yapısı düzeltme faktörleri sonuçları	82
Çizelge 6.28: 003-DUZ-R-05-CL yapısı P sonuçları	82
Çizelge 6.29: 003-DUZ-R-05-CL yapısının I_s , I_{SO} ve I_s/I_{SO} değerleri.....	82
Çizelge 6.30: 004-DUZ-R-05-CL yapısı genel bilgileri.....	83
Çizelge 6.31: 004-DUZ-R-05-CL yapısı düzeltme faktörleri sonuçları	84
Çizelge 6.32: 004-DUZ-R-05-CL yapısı P sonuçları	84
Çizelge 6.33: 004-DUZ-R-05-CL yapısının I_s , I_{SO} ve I_s/I_{SO} değerleri.....	84
Çizelge 6.34: 005-DUZ-R-06-CL yapısı genel bilgileri.....	86
Çizelge 6.35: 005-DUZ-R-06-CL yapısı düzeltme faktörleri sonuçları	86
Çizelge 6.36: 005-DUZ-R-06-CL yapısı P Sonuçları.....	86
Çizelge 6.37: 005-DUZ-R-06-CL yapısının I_s , I_{SO} ve I_s/I_{SO} değerleri.....	87
Çizelge 6.38: 006-DUZ-R-07-CL yapısı genel bilgileri.....	88
Çizelge 6.39: 006-DZC-R-07-CL yapısı düzeltme faktörleri sonuçları	89
Çizelge 6.40: 006-DZC-R-07-CL yapısı P sonuçları.....	89
Çizelge 6.41: 006-DZC-R-07-CL yapısının I_s , I_{SO} ve I_s/I_{SO} değerleri.....	89
Çizelge 6.42: 007-DUZ-R-06-CL yapısı genel bilgileri.....	91
Çizelge 6.43: 007-DUZ-R-06-CL yapısı düzeltme faktörleri sonuçları	91
Çizelge 6.44: 007-DUZ-R-06-CL yapısı P sonuçları	91
Çizelge 6.45: 007-DUZ-R-06-CL yapısının I_s , I_{SO} ve I_s/I_{SO} değerleri.....	92
Çizelge 7.1: Düzensizlik katsayıları P_1 ve P puanları	95
Çizelge A.1: 001-IST-R-04 -NS yapısının zemin kat azaltılmış kolon rijitlik değerleri.....	103
Çizelge A.2: 001-IST-R-04 -NS yapısının 1.kat azaltılmış kolon rijitlik değerleri.....	104
Çizelge A.3: 001-IST-R-04 -NS yapısının 2.kat azaltılmış kolon rijitlik değerleri.....	104
Çizelge A.4: 001-IST-R-04 -NS yapısının 3.kat azaltılmış kolon rijitlik değerleri.....	105
Çizelge A.5: 001-IST-R-04 -NS yapısının zemin katına ait kolon donatıları	106
Çizelge A.6: 001-IST-R-04 -NS yapısının zemin katına ait giriş donatıları	106
Çizelge A.7: 001-IST-R-04 -NS yapısının x yönünde B145 nolu girişin hasar durumu.....	107
Çizelge A.8: 001-IST-R-04 -NS yapısının y yönünde C58 nolu kolonun hasar durumu.....	108
Çizelge A.9: 001-IST-R-04 -NS yapısının x yönü deprem doğrultusunda zemin kat giriş performans seviyeleri	109
Çizelge A.10: 001-IST-R-04 -NS yapısının x yönü deprem doğrultusunda zemin kat giriş performans seviyeleri	109
Çizelge A.11: 001-IST-R-04 -NS yapısının y yönü deprem doğrultusunda zemin kat giriş performans seviyeleri	110
Çizelge A.12: 001-IST-R-04 -NS yapısının y yönü deprem doğrultusunda zemin kat giriş performans seviyeleri	110
Çizelge A.13: 001-IST-R-04 -NS yapısının x yönü deprem doğrultusunda zemin kat kolon performans seviyeleri	111

Çizelge A.14: 001-IST-R-04 -NS yapısının x yönü deprem doğrultusunda zemin kat kolon performans seviyeleri	112
Çizelge A.15: 001-IST-R-04 -NS yapısının y yönü deprem doğrultusunda zemin kat kolon performans seviyeleri	113
Çizelge A.16: 001-IST-R-04 -NS yapısının y yönü deprem doğrultusunda zemin kat kolon performans seviyeleri	114
Çizelge A.17: 001-IST-R-04 -NS yapısının x doğrultusu için zemin kat kolon giriş birleşim yerlerinde kesme kontrolü	115
Çizelge A.18: 001-IST-R-04 -NS yapısının y doğrultusu için zemin kat kolon giriş birleşim yerlerinde kesme kontrolü	115
Çizelge B.1: 002-DUZ-R-07-CL yapısı düzeltme faktörleri sonuçları	116
Çizelge B.2: 002-DUZ-R-07-CL yapısı P sonuçları.....	116
Çizelge B.3: 003-DZC-R-05-CL yapısı düzeltme faktörleri sonuçları	117
Çizelge B.4: 003-DUZ-R-05-CL yapısı P sonuçları.....	117
Çizelge B.5: 004-DUZ-R-05-CL yapısı düzeltme faktörleri sonuçları	118
Çizelge B.6: 004-DUZ-R-05-CL yapısı P sonuçları.....	118
Çizelge B.7: 005-DUZ-R-06-CL yapısı düzeltme faktörleri sonuçları	119
Çizelge B.8: 005-DUZ-R-06-CL yapısı P sonuçları.....	119
Çizelge B.9: 006-DZC-R-07-CL yapısı düzeltme faktörleri sonuçları	120
Çizelge B.10: 006-DZC-R-07-CL yapısı P sonuçları.....	120
Çizelge B.11: 007-DUZ-R-06-CL yapısı düzeltme faktörleri sonuçları	121
Çizelge B.12: 007-DUZ-R-06-CL yapısı P sonuçları.....	121
Çizelge C.1: 002-DUZ-R-07-CL nolu yapının tüm katlarda düzensizlik faktörleri	122
Çizelge C.2: 002-DUZ-R-07-CL nolu yapının x ve y doğrultusu I_s parametreleri ve sonuçları	123
Çizelge C.3: 002-DUZ-R-07-CL nolu yapının x ve y doğrultusu I_s ve I_{s0} indeksi karşılaştırılması	123
Çizelge C.4: 003-DUZ-R-05-CL nolu yapının tüm katlarda düzensizlik faktörleri	124
Çizelge C.5: 003-DUZ-R-05-CL nolu yapının x ve y doğrultusu I_s parametreleri ve sonuçları	125
Çizelge C.6: 003-DUZ-R-05-CL nolu yapının x ve y doğrultusu I_s ve I_{s0} indeksi karşılaştırılması	125
Çizelge C.7: 004-DUZ-R-05-CL nolu yapının tüm katlarda düzensizlik faktörleri	126
Çizelge C.8: 004-DUZ-R-05-CL nolu yapının x ve y doğrultusu I_s parametreleri ve sonuçları	127
Çizelge C.9: 004-DUZ-R-05-CL nolu yapının x ve y doğrultusu I_s ve I_{s0} indeksi karşılaştırılması	127
Çizelge C.10: 005-DUZ-R-06-CL nolu yapının tüm katlarda düzensizlik faktörleri	128
Çizelge C.11: 005-DUZ-R-06-CL nolu yapının x ve y doğrultusu I_s parametreleri ve sonuçları	129
Çizelge C.12: 005-DUZ-R-06-CL nolu yapının x ve y doğrultusu I_s ve I_{s0} indeksi karşılaştırılması	129
Çizelge C.13: 006-DUZ-R-07-CL nolu yapının tüm katlarda düzensizlik faktörleri	130
Çizelge C.14: 006-DUZ-R-07-CL nolu yapının x ve y doğrultusu I_s parametreleri ve sonuçları	131
Çizelge C.15: 006-DUZ-R-07-CL nolu yapının x ve y doğrultusu I_s ve I_{s0} indeksi karşılaştırılması	131
Çizelge C.16: 007-DUZ-R-06-CL nolu yapının tüm katlarda düzensizlik faktörleri	132
Çizelge C.17: 007-DUZ-R-06-CL nolu yapının x ve y doğrultusu I_s parametreleri ve sonuçları	133

Çizelge C.18: 007-DUZ-R-06-CL nolu yapının x ve y doğrultusu I_S ve I_{SO} indeksi karşılaştırılması.....	133
--	-----

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Kesit hasar sınırları ve bölgeleri.....	8
Şekil 2.2: Taşıyıcı sistem (bina) performans düzeyleri	9
Şekil 2.3: Kolon kesitinde (M_K, N_K) eğilme momenti ve normal kuvvet kapasite	16
Şekil 3.1: Hasan ve Sözen (1998) tarafından önerilen ait yöntemin sonuç grafiği ..	25
Şekil 4.1: Örnek bina zemin kat planı	33
Şekil 4.2: β Katsayısının değişimi	41
Şekil 4.3: Binaların puan dağılımları ve bant genişlikleri	42
Şekil 5.1: DGTY'nin 1. aşamada her asal eksen doğrultusunda akış diyagramı	46
Şekil 5.2: Kolon net uzunluğu (h_0) ve enkesit yüksekliği (D).....	48
Şekil 5.3: S_D indeksi plan düzenleri	52
Şekil 5.4: Planda dar kısım tanımları.....	53
Şekil 5.5: Planda boşluk alanı	53
Şekil 6.1: Türkiye deprem bölgeleri haritası	57
Şekil 6.2: 001-IST-R-04 –NS yapısı 1. normal kat planı	63
Şekil 6.3: 001-IST-R-04 –NS yapısı 3D görüntüsü.....	64
Şekil 6.4: 002-DUZ-R-07-CL yapısının vaziyet planı	78
Şekil 6.5: 003-DUZ-R-05-CL yapısının vaziyet planı	81
Şekil 6.6: 004-DUZ-R-05-CL yapısı vaziyet planı	83
Şekil 6.7: 005-DUZ-R-06-CL yapısı vaziyet planı	85
Şekil 6.8: 006-DUZ-R-07-CL yapısı vaziyet planı	88
Şekil 6.9: 007-DUZ-R-06-CL yapısı vaziyet planı	90
Şekil 7.1: İncelenen Yapıların P25 ve DGTY Sonuçları.....	97

SEMBOL LİSTESİ

A_c	:Kolon alanlarının yarısı (Kolon Duvar İndeks Yöntemi)
A_c	:Kritik kattaki kolon enkesit alanları toplamı (P25 Yöntemi)
A_c	:İncelenen kattaki tüm kolonların kesit alanlarının toplamı (JSİY)
A_e	:Etkatif kat alanı
A_0	:Etkatif ivme katsayısı
A_s	:Etkili betonarme kesme alanları
A_{sc}	:İncelenen kattaki tüm kısa kolonların kesit alanlarının toplamı
A_{sx}	:Kritik kattaki x doğrultusundaki betonarme perde duvarların enkesit alanları toplamı
A_{sy}	:Kritik kattaki y doğrultusundaki betonarme perde duvarların enkesit alanları toplamı
A_{tf}	:Bina kritik katının kat alanı
A_w	:Dolgu duvarı alanları (Kolon Duvar İndeks Yöntemi)
A_w	:bina kritik katındaki toplam dolgu duvarı alanıdır (Kapasite İndeks Yöntemi)
A_{wx}	:Kritik kattaki x doğrultusundaki dolgu duvarlarının enkesit alanları toplamı
A_{wy}	:Kritik kattaki y doğrultusundaki dolgu duvarlarının enkesit alanları toplamı
A_{w1}	:Herhangi bir kattaki, incelenen deprem doğrultusunda çalışan iki ucu başlık kolonlu perdelerin toplam kesit alanı
A_{w2}	:Herhangi bir kattaki, incelenen deprem doğrultusunda çalışan tek başlık kolonlu perdelerin toplam kesit alanı
A_{w3}	:Herhangi bir kattaki, incelenen deprem doğrultusunda çalışan başlıksız perdelerin toplam kesit alanı
A_z	:Zemin kat alanı
$A(T_1)$	:Spektral İvme Katsayısı
B_w ve H	:Kolon boyutları
C	:Dayanım indeksi
C_w	:Perde dayanımı
C_c	:Kolon dayanımı
C_{sc}	:Kısa kolonların dayanım indeksi

C_m ve C_a	:Binanın karakterestik değerlerine ve düzensizlik durumlarına bağlı Katsayılar
C_A	:Enkesit alanı endeksi bileşkesi
C_{Ax}	:x doğrultusunda enkesit alanı endeksi
C_{Ay}	:y doğrultusunda enkesit alanı endeksi
C_I	:Atalet momenti endeksi bileşkesi
CI	:Kolon indeksi
E_0	:Temel dayanım indeksi
E_S	:Temel sismik talep indeksi
$(EI)_e$	:Çatlamış kesite ait etkin eğilme rijitliği
$(EI)_o$	:Çatlamamış Kesite Ait Eğilme Rijitliği
E_m / E_c	:Dolgu duvarı elastisite modülünün beton elastisite modülüne oranı
F	:Süneklik indeksi
F_{ctk}	:Beton Karakteristik Çekme Dayanımı
F_{sc}	:Kısa kolonun süneklik indeksi
F_w	:Perdenin süneklik indeksi
f_{cd}	:Beton tasarım basınç dayanımı
f_{cm}	:Mevcut basınç dayanımı
f_{ym}	:Donatı mevcut akma gerilmesi
G_i	:Deprem güvenliği tarama yöntemi nde her inceleme maddesi hakkındaki değerler
G	:Zemin indeksi
H	:Bina toplam yüksekliği
H_w	:Temel üstünden veya zemin kat döşemelerinden itibaren ölçülen
h_0	:Bina yüksekliği ile ilgili bir düzeltme çarpanı (P25)
h_0	:Kolon net uzunluğu (DGTY)
h_i ve h_{i+1}	:Kritik kat ve bir üst katın yükseklikleri
h_{ji}	:Görelî kat ötelemesi ilgili elemanın yüksekliği
I	:Bina önem katsayısı
I_{cx} ve I_{cy}	:Kritik kat kolonlarının x ve y yönüne göre atalet momentleri toplamı
$I_{ef,x}$ ve $I_{ef,y}$	:Binanın kritik katındaki x ve y yönündeki toplam etkili atalet momenti
I_N	:Yapısal olmayan indeksler
I_s	:Sismik performans indeksi
I_{so}	:Sismik talep performans indeksi
I_x ve I_y	:Bina Taban Alanını İçine Alan Dikdörtgenin x ve y Yönündeki Atalet

	momentleri
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
K_1	:Mukavemet puanı
K_2	:Kusur puanı
ℓ_w	:Perdenin veya bağ kirişli perde parçasının uzunluğu
M_A	:Artık moment kapasitesi
M_D	:Düşey yüklerden oluşan moment
M_E	:Deprem yükleri altında oluşan moment
M_K	:Moment kapasitesi
M	:Kat adedi
N_A	:Artık moment kapasitesine karşı gelen eksenel kuvvet
N_D	:Düşey yüklerden oluşan eksenel kuvveti
N_K	:Moment kapasitesine karşı gelen eksenel kuvvet
N	:P25 Yönteminde kısa kolonların bulunma oranı
N	:Hareketli yük çarpanı
P_0	:Taşıyıcı sistem puanı
PI	:Priority index
R_a	:Deprem yükü azaltma katsayısı
R_i	:Depren güvenliği tarama yönteminde binanın sismik performansına her
R^2	:En küçük kareler regresyon katsayısı
r	:Etki kapasite oranı
r_s	:Etki kapasite oranı sınır değerleri
r_a ve r_r	:Kritik kat ve bir üstündeki katın kolon, perde ve dolgu duvarlarının efektif alan ve efektif atalet momenti cinsinden birbirlerine oranlarını
S	:Sonuç yapısal puanı (ATC)
S_D	:Düzensizlik indeksi
T	:Yıpranma zaman indeksi
T_a ve T_b	:Spektrum karakteristik peryotları [s]
t	:Topografik konum katsayısı
U	:Kullanım indeksi
V_e	:Kolon ve kirişlerdeki kesme kuvveti
V_t	:Taban kesme kuvveti
V_r	:Kolon ve kirişlerdeki kesme kuvveti kapasitesi

V_{cap}	:Dolgu duvar,kolon ve perde duvarların kesme kapasiteleri
V_{code}	:Deprem yönetmeliği ile bulunan taban kesme kuvveti
V_{wy}	:Dolgu duvarlarının etkisi de dikkate alınarak hesaplanan kat kesme kuvveti kapasitesi
W	:Binanın, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı
WI	:Duvar indeksi
Z	:Deprem bölgesi indeksi
α	:P25 Düzeltme çarpanı
β	:P25 Düzeltme çarpanı
β_v	:Perde kesme kuvveti dinamik büyütme katsayısı
λ	:Kolon burulma katsayıları
γ_m	:Malzeme katsayıları
η_{bi}	:Burulma düzensizliği katsayısı
λ	:Eşdeğer deprem yükü azaltma katsayısı
δ_{ji}	: Göreli kat ötelemesi değeri
τ_{w1}	:İki ucunda perde başlık kolonlu perdelerin ortalama kayma gerilmesi
τ_{w2}	:Bir ucunda perde başlık kolonlu perdelerin ortalama kayma gerilmesi
τ_c	:Kolonların ortalama kayma gerilmesi
τ_{sc}	:Kısa kolonların ortalama kayma gerilmesi

DÜZCE DEPREMİNDE YIKILMIŞ BİNALARIN P25 VE DEPREM GÜVENLİĞİ TARAMA YÖNTEMLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Sunulan tez çalışmasında, mevcut betonarme binaların deprem dayanımlarının değerlendirilmesi kapsamında geliştirilen öndeğerlendirme yöntemlerinden P25 Yöntemi ve Deprem Güvenliği Tarama Yöntemleri ile 7 adet betonarme binanın göçme güvenlikleri değerlendirilmiş ve bu 7 binadan seçilen 1 adedi de DBYBHY-07 yönetmeliğinde tanımlanan doğrusal elastik eşdeğer deprem yükü yöntemi ile performans düzeyi belirlenmiştir.

Yedi bölümden oluşan yüksek lisans tezinin birinci bölümü, konunun açıklanmasına ayrılmış, çalışmanın amacı ve kapsamı hakkında bilgi verilmiştir.

İkinci bölümde, mevcut betonarme binaların deprem performanslarının belirlenmesi için 2007 Türk Deprem Yönetmeliği'nde yer alan genel ilke ve kurallar verilmiş ve Kuvvet Bazlı Doğrusal Elastik Yöntemin hesap adımları anlatılmıştır.

Üçüncü bölümde, konu ile ilgili daha önce yapılmış olan çalışmalar ele alınmış ve literatürde yer alan diğer öndeğerlendirme yöntemlerinin esasları anlatılmıştır.

Dördüncü bölümde, P25 Puanlama Yöntemi detaylı olarak açıklanmıştır. Bu bölümde yöntemin izlemiş olduğu hesap adımları ve gözönüne alınan parametreler kapsamlı bir şekilde anlatılmıştır.

Beşinci bölümde, Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi ile ilgili gerekli tanımlamalar yapılmış ve yöntemin uygulanması için izlenmesi gereken hesap adımları açık ve geniş bir şekilde anlatılmıştır.

Altıncı bölümde sayısal uygulama olarak seçilen örnek betonarme binaların değerlendirilmesi yer almaktadır. Bu bölümde Doğrusal Elastik Yöntemi, P25 Puanlama Yöntemi ve Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi nin ele alınan binalara uygulanması açıklanmış ve elde edilen sonuçlar verilmiştir.

Yedinci bölüm, sonuçlar ve yorumları içeren bölümdür. Çalışmadan elde edilen sonuçlar verilmiş ve değerlendirilmiştir.

SEISMIC SAFETY EVALUATION OF COLLAPSED BUILDINGS IN DÜZCE EARTHQUAKE BY SEISMIC SAFETY SCREENING METHOD AND P25 RAPID SCREENING METHODS

SUMMARY

In this study seismic performance and collapse vulnerability of existing reinforced concrete buildings are investigated. Then, code-based performance analysis, P25 and Seismic Safety Screening Methods which are some of the most popular rapid evaluation methods are applied on seven real case study structures. The results of seven reinforced concrete buildings which are obtained with P25 and Seismic Safety Screening Methods are evaluated and compared. Then one of these seven buildings is analysed with linear elastic equivalent static load method following the regulations according to the recent Turkish earthquake code DBYYHY (2007).

This thesis study consists of seven chapters. The first one covers the subject, the scope and objectives of the study.

In the second chapter, the general principles and the rules for the determination of earthquake performances of existing reinforced concrete buildings according to 2007 Turkish Earthquake Code as well as the explanations of numerical procedures of Force Based Linear Method are presented.

In the third chapter, the results of a literature survey and the studies on the other rapid screening methods are explained.

The fourth chapter is devoted to detailed explanations of P25 Scoring Method. In this chapter, the parameters and calculation steps of the method are comprehensively explained.

In fifth chapter necessary definitions for Seismic Safety Screening Method have been given and calculation steps of the method are widely explained.

The sixth chapter is devoted to the numerical solutions on seismic risk assessment of existing case study buildings. In this chapter, the results of the numerical analyses of buildings that are applied to code-based Linear Elastic Method, P25 Scoring Method and Seismic Safety Screening Method are presented.

In the seventh chapter the overall results obtained from numerical solutions are discussed and suggestions for further studies are presented.

1. GİRİŞ

1.1 Konu

Yer hareketlerinin yapılar üzerindeki etkilerinin oluşturduğu hasar ve yıkımların Ağustos–1999 Marmara ve Kasım–1999 Düzce depremleri ile acı şekilde yaşanmasının ardından, toplum ve yetkili kurumlar, mevcut yapıların deprem dayanımlarının tespiti konusunda yoğunlaşmıştır. Mevcut yapı stoğunun bu bağlamda incelenmesi sürecinde yapılan mühendislik çalışmalarında, mevcut yapıların deprem dayanımlarının sağlıklı bir şekilde belirlenebilmesi için bir yönetmeliğin gerekliliği ortaya çıkmıştır. 2007 yılında yayınlanan Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY 2007) ile ilk defa mevcut yapıların deprem performansı kavramı yürürlüğe girmiştir, [1]. Bir önceki deprem yönetmeliği olan Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmelik (ABYYHY 1998)’e eklenen 7. Bölüm içerisinde bu çalışmanın konusuna esas teşkil eden “Mevcut Binaların Değerlendirmesi ve Güçlendirilmesi” bölümü de bulunmaktadır, [2]. Mevcut yapıların performans değerlendirmesi için kullanılacak olan bu bölümde, deprem bölgelerinde bulunan mevcut ve güçlendirilecek tüm binaların ve bina türü yapıların deprem etkileri altındaki davranışının değerlendirilmesinde uygulanacak hesap kuralları, güçlendirme yapılırken dikkat edilecek hususlar ve güçlendirilmesine karar verilen binaların güçlendirme tasarımı ilkelerini DBYBHY’in ilgili 7. bölümünde tanımlanmıştır.

Mevcut bir yapının deprem performansının saptanması amacı ile 6 Mart 2007’den itibaren yürürlüğe giren DBYBHY- 07 Bölüm 7’de 2 ayrı hesap yöntemi önerilmektedir: Bunlar “Doğrusal elastik hesap yöntemleri” ile “Doğrusal olmayan hesap yöntemleri”dir, [1]. “Doğrusal elastik hesap yöntemleri” kuvvet esaslı yöntemler olup, genel olarak yapıya etkimesi beklenen deprem kuvvetinin elemanlar tarafından karşılanıp karşılanmadığını sorgulamaktadır. “Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemleri” ise deplasman esaslı olup yapının depremde ne kadar elastik ötesi şekildeğiştirme yapacağı araştırılarak, bu elastik ötesi deplasmanın eleman plastik şekildeğiştirme kapasitesi tarafından karşılanıp karşılanmayacağını tahkik eder.

Gerek “Doğrusal Elastik Hesap Yöntemleri” nin gerekse “Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemleri” nin uygulanabilmesi için yapının malzeme özellikleri, binanın oturduğu zemin karakteristikleri, statik projeleri ve yapı geometrisi hakkında detaylı bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. Dolayısıyla bu yöntemlerin Türkiye bazında büyük yapı stoklarına uygulanması, ciddi zaman ve paraya ihtiyaç duyulmasına neden olmaktadır.

Hazırlanan bu yönetmelik kapsamı ve anlatımıyla mevcut yapıların değerlendirilmesi için takip edilecek yol ve çözüm yöntemleri verilerek mevcut yapıların deprem performansının belirlenebilmesi mümkün olmaktadır. Çok yakın bir gelecekte beklenen Marmara depreminin yıkıcı etkilerinden en az zararla çıkabilmek için mevcut yapı stoğunun acilen taranarak, yetersiz olan binaların güçlendirilmesi gerekmektedir. Ancak literatürde kullanılan ve yönetmeliğin de önerdiği yöntemlerle yapılan hesaplamalar detaylı ve yoğun mühendislik hizmeti gerektirdiği gibi, bir bölgenin, semtin ya da şehrin mevcut yapı stoğunun bina bazında teker teker değerlendirilmesi için gereken süre oldukça uzun ve bu işlem de fazlasıyla maliyetlidir. Bu sebeple söz konusu amaca yönelik, öncelikli olarak toptan göçecek binaların hızlıca ayaklanarak önlem alınabilmesi daha akılcı bir yaklaşım olacaktır. Bu amaçla ulusal ve uluslararası literatürde çeşitli hızlı değerlendirme yöntemleri geliştirilmiştir.

1.2 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Çalışma kapsamında öncelikle yapıların deprem dayanımlarının belirlenmesi için uygulamada ve literatürde yer alan bazı öndeğerlendirme yöntemleri araştırılmıştır. Bunlar özellikle yapıların sismik performans değerlendirmesini, bazı ölçümler, çoğunlukla gözle yapılan incelemeler ve basit hesaplarla tespit eden yaklaşımlardır.

Sunulan çalışmada kullanılan 2 ayrı öndeğerlendirme yaklaşımı yani P25 Puanlama Yöntemi ve Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi ise binaların deprem güvenliğini farklı bir şekilde yorumlamaktadır, [3] ve [4]. Söz konusu yöntemler ile yapılan değerlendirme ile yapının deprem karşısında ne çeşit bir hasar seviyesi oluşturacağı ve performans düzeyi hesabından ziyade yapının toptan göçme potansiyelinin olup olmadığı, dolayısıyla can kaybına neden olup olmayacağı sorusuna cevap aranmaktadır. Bu yöntemler ile daha basitleştirilmiş ampirik yaklaşımlar

kullanılarak, yönetmeliğe dayalı analiz yöntemlerine kıyasla daha az bilgiye ihtiyaç duyularak ve daha kısa zamanda sonuç elde edilebilmektedir.

Bu tez çalışmasında amaç, önce uygulamada kullanılan öndeğerlendirilme yöntemlerini ve özellikle P25 Yöntemi ile Deprem Güvenliği Tarama Yöntemini inceleyerek, bu yöntemleri 1999 Düzce depreminde yıkılmış ve İstanbul, Çamlıcada deprem yaşamamış 7 ayrı gerçek yapı donesi üzerinde uygulayarak göçme güvenliklerini araştırmaktır. Daha sonra bu binalar arasından seçilen bir tanesine de yönetmelikte tanımlanan Doğrusal Elastik Yöntem uygulanarak sonuçlar karşılaştırılacaktır.

2. DBYBHY- 07'E GÖRE MEVCUT BETONARME BİNALARIN DEPREM PERFORMANSINI BELİRLEME YÖNTEMLERİ

Bu bölümde DBYBHY- 07'e göre deprem performans değerlendirme yöntemleri açıklanmaktadır. Bu yönetmelikte mevcut betonarme binaların "Doğrusal Elastik Değerlendirme Yöntemleri" ve "Doğrusal Elastik Olmayan Değerlendirme yöntemleri" ile performans değerlendirmeleri önerilmiştir.

DBYBHY- 07'e göre mevcut betonarme binaların ve bina türü yapıların deprem performans değerlendirme ilkeleri ve uygulanmasına ilişkin bilgiler aşağıda verilmektedir.

2.1 Binalardan Bilgi Toplanması

2.1.1 Binalardan toplanacak bilginin kapsamı

Binanın deprem güvenliğinin değerlendirilmesinde taşıyıcı sistem elemanlarının boyutlarının belirlenmesi için binanın taşıyıcı sistemi konusunda bilgi toplanması gerekir. Taşıyıcı sistem elemanlarının kapasitelerinin belirlenmesinde ve deprem dayanımlarının değerlendirilmesinde kullanılacak eleman detayları ve boyutları, taşıyıcı sistem geometrisine ve malzeme özelliklerine ilişkin bilgiler, binaların projelerinden ve raporlarından, binada yapılacak gözlem ve ölçümlerden, binadan alınacak malzeme örneklerine uygulanacak deneylerden elde edilir.

Binalardan bilgi toplanması kapsamında yapılacak işlemler, yapısal sistemin tanımlanması, bina geometrisinin, temel sisteminin ve zemin özelliklerinin belirlenmesi, varsa mevcut hasarın ve evvelce yapılmış olan değişiklik ve/veya onarımların belirlenmesi, eleman boyutlarının ölçülmesi, malzeme özelliklerinin saptanması, sahada derlenen tüm bu bilgilerin binanın varsa projesine uygunluğunun kontrolüdür.

2.1.2 Bilgi düzeyleri

Binaların incelenmesinden elde edilecek mevcut durum bilgilerinin kapsamına göre her bina türü için bilgi düzeyi ve buna bağlı olarak bilgi düzeyi katsayıları

tanımlanır. Bilgi düzeyleri sırasıyla sınırlı, orta ve kapsamlı olarak sınıflandırılır. Ele alınan bina, bina geometrisi, eleman detayları ve malzeme özellikleri bazında değerlendirilir ve bilgi düzeyine karar verilir. Elde edilen bilgi düzeyleri taşıyıcı eleman kapasitelerinin hesaplanmasında kullanılır.

2.1.3 Bilgi düzeyleri katsayıları

Kullanım süresi içerisinde deprem ve benzeri dış etkilere ve değişikliklere maruz kalması muhtemel olan mevcut yapıların taşıyıcı sistemindeki belirsizlikler, yeni yapılacak binalara oranla daha fazladır. Tüm bu belirsizlikler, yapıdan derlenen verilerin kapsamına göre tanımlanan bilgi düzeyi katsayıları ile hesap yöntemlerine yansıtılır.

İncelenen binalardan elde edilen bilgi düzeylerine göre, eleman kapasitelerine uygulanacak bilgi düzeyi katsayıları Çizelge 2.1' de verilmektedir. Malzeme dayanımları, ilgili tasarım yönetmeliklerinde verilen katsayılar ile bölünmez. Bunun yerine, eleman kapasitelerinin hesabında mevcut malzeme dayanımlarının belirlenen bilgi düzeyi katsayısı ile çarpılmış hali kullanılır.

- a. Sınırlı bilgi düzeyi: Binanın taşıyıcı sistem projeleri mevcut değildir. Taşıyıcı sistem özellikleri binada yapılacak ölçümlerle belirlenir. Sınırlı bilgi düzeyi "Deprem Sonrası Hemen Kullanımı gereken binalar" ile "İnsanların Uzun Süreli ve Yoğun Olarak Bulunduğu" binalar için uygulanmaz. Kesit ve eleman kapasitelerinin hesabında f_{cm} mevcut basınç dayanımı olarak beton örneği en düşük basınç dayanımı kabul edilir (Bilgi düzey katsayısı:0,70).
- b. Orta bilgi düzeyi: Binanın taşıyıcı sistem projeleri mevcut değilse, sınırlı bilgi düzeyine göre daha fazla ölçüm yapılır. Eğer mevcutsa, sınırlı bilgi düzeyinde belirtilen ölçümler yapılarak proje bilgileri kontrol edilir. Kesit ve eleman kapasitelerinin hesabında f_{cm} mevcut basınç dayanımı (= ortalama basınç dayanımı – standard sapma) olarak kabul edilir (Bilgi düzey katsayısı: 0,90).
- c. Kapsamlı bilgi düzeyi: Binanın taşıyıcı sistem projeleri mevcuttur ve projede bilgilerin kontrol edilmesi için yeterli düzeyde ölçüm yapılır. Kesit ve elemanların kapasitelerinin hesabında f_{cm} (= ortalama basınç dayanımı – standard sapma) olarak kabul edilecektir (Bilgi düzey katsayısı: 1,00).

Çizelge 2.1: Bilgi düzey katsayısı

Bilgi düzeyi	Bilgi düzeyi Katsayısı
Sınırlı	0,70
Orta	0,90
Kapsamlı	1,00

Bütün bilgi düzeylerinde f_{ym} donatı mevcut akma gerilmesi olarak donatı karakteristik gerilmesi kullanılır. Binanın bilgi düzeyine göre, eleman kapasitelerinin hesabında Bilgi Düzeyi Katsayıları kullanılır. Böylece bilgi toplamadaki belirsizlik gözönüne alınmış olur. Sınırlı bilgi düzeyindeki belirsizlik daha büyük olduğu için kapasite %30 oranında azaltılır. Buna karşılık kapsamlı bilgi düzeyinde bina projesi olduğu ve yeterli düzeyde ölçüm yapıldığı için belirsizliğin olmadığı kabul edilerek, kapasite hesabında beton ve donatının malzeme dayanımları, γ_m malzeme katsayıları ile azaltılmaz ve mevcut malzeme dayanımları kullanılır, [5].

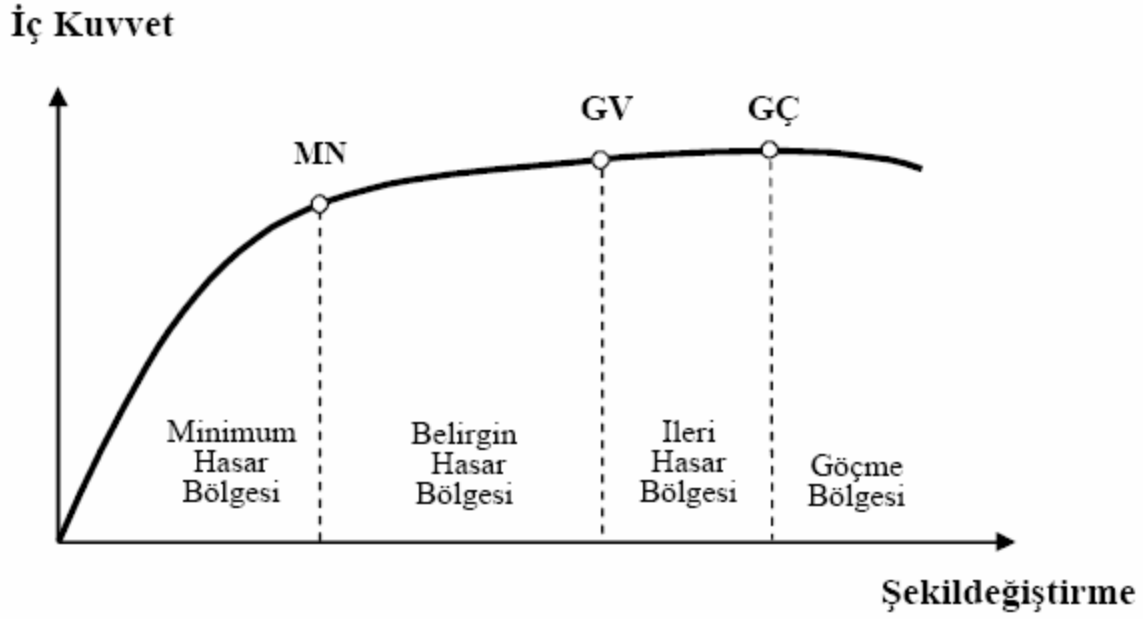
2.2 Taşıyıcı Eleman Deprem Hasar Sınır ve Bölgeleri

2.2.1 Kesit hasar sınırları

Sünek elemanlar için kesit düzeyinde üç sınır durum tanımlanmıştır. Bunlar Minimum Hasar Sınırı (MN), Güvenlik Sınırı (GV) ve Göçme Sınırı (GÇ)' dir. Minimum hasar sınırı ilgili kesitte elastik ötesi davranışın başlangıcını, güvenlik sınırı kesitin dayanımını güvenli olarak sağlayabileceği elastik ötesi davranışın sınırını, göçme sınırı ise kesitin göçme öncesi davranışının sınırını tanımlamaktadır. Gevrek olarak hasar gören elemanlarda bu sınıflandırma geçerli değildir.

2.2.2 Kesit hasar bölgeleri

Kritik kesitlerinin hasarı MN hasar sınırına ulaşmayan elemanlar minimum hasar bölgesinde (MHB), MN ile GV sınırları arasında kalan elemanlar belirgin hasar bölgesinde (BHB), GV ve GÇ sınırları arasında kalan elemanlar ileri hasar bölgesinde (İHB), GÇ sınırını aşan elemanlar ise göçme bölgesinde (GB) yer alırlar (Şekil 3.1).



Şekil 2.1: Kesit hasar sınırları ve bölgeleri

2.2.3 Kesit hasarı tanımları

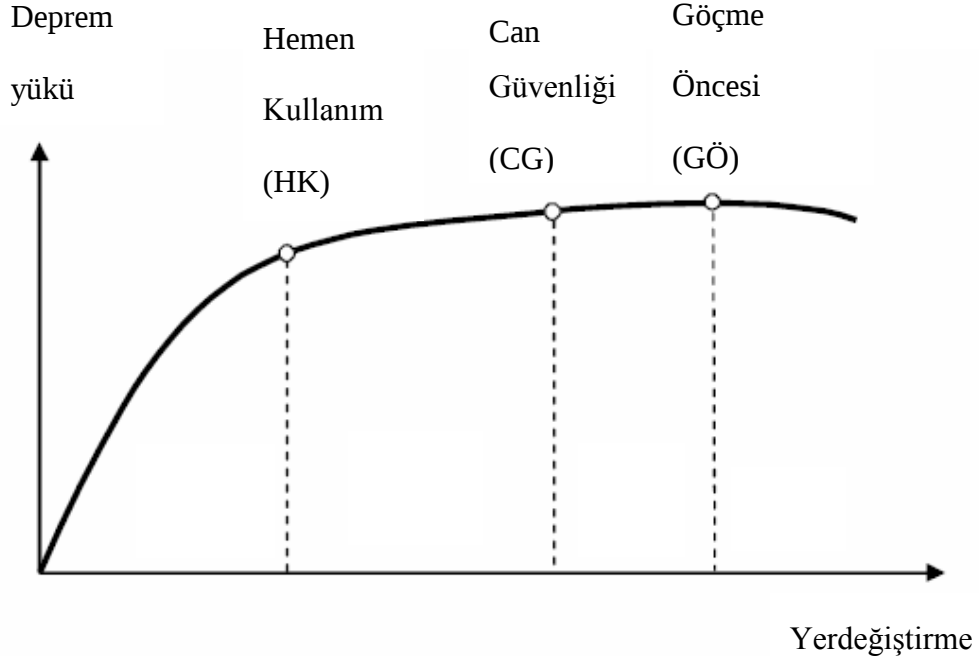
Doğrusal elastik veya doğrusal elastik olmayan yöntemlerden herhangi biri ile hesaplanan iç kuvvetlerin ve/veya şekildeğiştirmelerin, yukarıda tanımlanan kesit hasar sınırlarına karşı gelmek üzere tanımlanan sayısal değerler ile karşılaştırılması sonucunda, kesitlerin hangi hasar bölgelerinde olduğuna karar verilir. Eleman hasarı, elemanın en fazla hasar gören kesitine göre belirlenir, [1].

2.3 Taşıyıcı Sistemin Deprem Performans Düzeyleri

Deprem etkisindeki taşıyıcı sistemin davranışı Şekil 2.2'deki gibi, örneğin en üst kat yerdeğiştirmesi ve toplam taban kesme kuvveti arasında çizilecek eğri ile yorumlanabilir. Bu değişim Şekil 2.1'de kesit davranışı verilen eğriye benzer olup, sadece tüm taşıyıcı sistem için elde edilmiştir. Benzer şekilde elastik davranışa benzetilebilecek ilk bölümden sonra elasto-plastik davranışı simgeleyen bir bölüm ortaya çıkar. Bu eğri üzerinde elastik ötesi davranışın (elasto plastik şekildeğiştirmeye) belirgin başlangıcına ve sınırlı hasara karşı geldiği için Hemen Kullanım Performans Düzeyi (HK) olarak isimlendirilir. Büyük yerdeğiştirmelerden sonra dış statik deprem yükünün azalmaya yüz tutması taşıyıcı sistemde güç tükenmesinin ortaya çıkmasına işaret eder ve Göçme Öncesi Performans Düzeyi (GÖ) olarak bilinir. Can Güvenliği Performans Düzeyi (CG) taşıyıcı sistemin sınırlı

elastik ötesi şekil değiştirmelerle yatay yük kapasitesini güvenli olarak karşılayabileceği sınır olarak tanımlanır.

Taşıyıcı sistem için bu sınırların matematiksel olarak tanımlanması kolay değildir. Kesit hasar sınırlarından eleman hasar sınırları elde edildiği gibi eleman hasar sınırlarından taşıyıcı sistem performans düzeyleri tanımlanır. Yönetmelikte verilen tanımlar aşağıdaki gibi özetlenebilir.



Şekil 2.2: Taşıyıcı sistem (bina) performans düzeyleri

2.3.1 Hemen kullanım performans düzeyi

Eğer varsa, gevrek olarak hasar gören elemanların güçlendirilmeleri kaydı ile herhangi bir katta, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan değerlendirmede kirişlerin maksimum %10' u belirgin hasar bölgesinde bulunabilir, ancak diğer taşıyıcı elemanlarının tümü minimum hasar bölgesindedir. Bu durumdaki binaların Hemen Kullanım Performans Düzeyi'nde olduğu kabul edilir.

2.3.2 Can güvenliği performans düzeyi

Eğer varsa, gevrek olarak hasar gören elemanların güçlendirilmeleri kaydı ile aşağıdaki koşullarda olan bina Can Güvenliği Performans Düzeyinde kabul edilir:

- a. Herhangi bir katta, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan değerlendirmede ikincil (yatay yük taşıyıcı sisteminde yer almayan) kirişler hariç olmak üzere kirişlerin maksimum %30'u ileri hasar bölgesinde bulunabilir.
- b. Herhangi bir katta, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan değerlendirmede ileri hasar bölgesinde bulunan kolonların, o katta kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine toplam katkısı maksimum %20 değildir. En üst katta ileri hasar bölgesindeki kolonların kesme kuvvetleri toplamının ilgili kattaki tüm kolonların kesme kuvvetlerinin toplamına oranı maksimum %40 olmalıdır.
- c. Diğer taşıyıcı elemanların tümü Minimum Hasar Bölgesi veya Belirgin Hasar Bölgesindedir. Ancak, herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden Minimum Hasar Sınırı aşılmış olan kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetlerinin, o kattaki tüm kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranının %30'u aşmaması gerekir (Doğrusal elastik yöntemle hesapta, alt ve üst düğüm noktalarının ikisinde birden yönetmelikte verilen güçlü kolon şartının sağlandığı kolonlar bu hesaba dahil edilmezler).

2.3.3 Göçme öncesi performans düzeyi

- a. Herhangi bir katta, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda, ikincil (yatay yük taşıyıcı sisteminde yer almayan) kirişler hariç olmak üzere, kirişlerin en fazla %20 si Göçme Bölgesi' ne geçebilir.
- b. Diğer taşıyıcı elemanların tümü Minimum Hasar Bölgesi, Belirgin Hasar Bölgesi veya İleri Hasar Bölgesindedir. Ancak, herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden Minimum Hasar sınırı aşılmış olan kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetlerinin, o kattaki tüm kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranının %30 u aşmaması gerekir (Doğrusal elastik yöntemle hesapta, alt ve üst düğüm noktalarının ikisinde birden yönetmelikte verilen güçlü kolon şartının sağlandığı kolonlar bu hesaba dahil edilmezler).
- c. Binanın mevcut durumunda kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalıdır.

2.3.4 Göçme durumu

Bina Göçme Öncesi Performans Düzeyi' ni sağlamıyorsa Göçme Durumundadır. Binanın Kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalıdır, [5].

2.4 Binalar İçin Hedeflenen Performans Düzeyleri

DBYBHY- 07'de öngörülen tasarım depreminin 50 yılda aşılma olasılığı %10' dur. Bu deprem düzeyine ek olarak, mevcut binaların değerlendirilmesinde ve güçlendirme tasarımında yapı performans düzeyleri için yönetmelikte 2 ayrı deprem durumu da tanımlanmaktadır. Bu deprem durumları:

- 50 yılda aşılma olasılığı %50 olan depremin ivme spektrumunun ordinatları, tasarım depreminin tanımlanan spektrumunun ordinatlarının yaklaşık yarısı olarak alınır
- 50 yılda aşılma olasılığı %2 olan depremin ivme spektrumunun ordinatları ise tasarım depreminin tanımlanan spektrumunun ordinatlarının yaklaşık 1,5 katı olarak kabul edilir.

Mevcut veya güçlendirilecek binaların deprem performanslarının belirlenmesinde esas alınacak deprem düzeyleri ve bu deprem düzeylerinde binalar için öngörülen minimum performans hedefleri Çizelge 2.2' de verilmiştir, [1].

Çizelge 2.2: Farklı deprem düzeylerinde binalar için öngörülen minimum performans hedefleri

Binanın Kullanım Amacı ve Türü	Depremin Aşılma Olasılığı		
	50 yılda %50	50 yılda %10	50 yılda %2
Deprem Sonrası Kullanımı Gereken Binalar: Hastaneler, sağlık tesisleri, itfaiye binaları, haberleşme ve enerji tesisleri, ulaşım istasyonları, vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim	–	HK	CG
İnsanların Uzun Süreli ve Yoğun Olarak Bulunduğu Binalar: Okullar, yatakhaneler, yurtlar, pansiyonlar, askeri kıslalar, cezaevleri, müzeler, vb.	–	HK	CG
İnsanların Kısa Süreli ve Yoğun Olarak Bulunduğu Binalar: Sinema, tiyatro, konser salonları, kültür merkezleri, spor tesisleri	HK	CG	–
Tehlikeli Madde İçeren Binalar: Toksik, parlayıcı ve patlayıcı özellikleri olan maddelerin bulunduğu ve depolandığı binalar	–	HK	GÖ
Diğer Binalar: Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (konutlar, işyerleri, oteller, turistik tesisler, endüstri yapıları, vb.)	–	CG	–

2.5 Deprem Hesabına İlişkin Genel İlke ve Kurallar

Bu bölümde DBYBHY- 07'de her iki yöntem (Doğrusal Elastik Değerlendirme Yöntemleri ve Doğrusal Elastik Olmayan Değerlendirme yöntemleri) içinde geçerli ilke ve kurallar açıklanmıştır:

1) Deprem etkisinin tanımında, DBYBHY- 07 2.4'de verilen elastik (azaltılmamış) ivme spektrumu kullanılacak, ancak farklı aşılma olasılıkları için bu spektrum üzerinde DBYBHY- 07 7.8'e göre yapılan değişiklikler göz önüne alınacaktır. Deprem hesabında DBYBHY- 07 2.4.2'de tanımlanan bina önem katsayısı uygulanmayacaktır ($I=1,0$).

2) Binaların deprem performansı, yapıya etkileyen düşey yüklerin ve deprem etkilerinin birleşik etkileri altında değerlendirilecektir. Hareketli düşey yükler, DBYBHY- 07 7.4.7'ye göre deprem hesabında göz önüne alınan kütleler ile uyumlu olacak şekilde tanımlanacaktır.

Deprem kuvvetleri binaya her iki doğrultuda ve her iki yönde ayrı ayrı etki ettirilecektir.

3) Deprem hesabında kullanılacak zemin özellikleri DBYBHY- 07 Bölüm 6'ya göre belirlenecektir.

4) Binanın taşıyıcı sistem modeli, deprem etkileri ile düşey yüklerin ortak etkileri altında yapı elemanlarında oluşacak iç kuvvet, yerdeğiştirme ve şekildeğiştirmeleri hesaplamak için yeterli doğrulukta hazırlanacaktır.

Deprem hesabında göz önüne alınacak kat ağırlıkları DBYBHY- 07 2.7.1.2'ye göre hesaplanacak, kat kütleleri kat ağırlıkları ile uyumlu olarak tanımlanacaktır.

5) Döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, her katta iki yatay yerdeğiştirme ile düşey eksen etrafında dönme serbestlik dereceleri göz önüne alınacaktır. Kat serbestlik dereceleri her katın kütle merkezinde tanımlanacak, ayrıca ek dışmerkezlik uygulanmayacaktır.

6) Mevcut binaların taşıyıcı sistemlerindeki belirsizlikler, binadan derlenen verilerin kapsamına göre DBYBHY- 07 7.2'de tanımlanan bilgi düzeyi katsayıları aracılığı ile hesap yöntemlerine yansıtılacaktır.

7) DBYBHY- 07 3.3.8'e göre kısa kolon durumuna düşürülmüş olan kolonlar, taşıyıcı sistem modelinde gerçek serbest boyları ile tanımlanacaktır.

8) Bir veya iki eksenli eğilme ve eksenel kuvvet etkisindeki betonarme kesitlerin etkileşim diyagramlarının tanımlanmasına ilişkin koşullar aşağıda verilmiştir:

(a) Analizde beton ve donatı çeliğinin DBYBHY- 07 7.2'de tanımlanan bilgi düzeyine göre belirlenen mevcut dayanımları esas alınacaktır.

(b) Betonun maksimum basınç birim şekildeğiştirmesi 0,003, donatı çeliğinin maksimum birim şekildeğiştirmesi ise 0,01 alınabilir.

(c) Etkileşim diyagramları uygun biçimde doğrusallaştırılarak çok doğrulu veya çok düzlemli diyagramlar olarak modellenenir.

9) Betonarme sistemlerin eleman boyutlarının tanımında birleşim bölgeleri sonsuz rijit uç bölgeleri olarak göz önüne alınacaktır.

10) Eğilme etkisindeki betonarme elemanlarda çatlamış kesite ait etkin eğilme rijitlikleri $(EI)_e$ kullanılacaktır. Daha kesin bir hesap yapılmadıkça, etkin eğilme rijitlikleri için aşağıda verilen değerler kullanılacaktır:

(a) Kirişlerde: $(EI)_e = 0,40 (EI)_o$

(b) Kolon ve perdelerde,

$N_D / (A_c f_{cm}) < 0,10$ olması durumunda: $(EI)_e = 0,40 (EI)_o$

$N_D / (A_c f_{cm}) > 0,40$ olması durumunda: $(EI)_e = 0,80 (EI)_o$

Eksenel basınç kuvveti N_D 'nin ara değerleri için doğrusal enterpolasyon yapılabilir. N_D , deprem hesabında esas alınan toplam kütlelerle uyumlu yüklerin göz önüne alındığı ve çatlamamış kesitlere ait $(EI)_o$ eğilme rijitliklerinin kullanıldığı bir ön düşey yük hesabı ile belirlenecektir. Deprem hesabı için başlangıç durumunu oluşturan düşey yük hesabı ise, yukarıda belirtildiği şekilde elde edilen etkin eğilme rijitliği $(EI)_e$ kullanılarak, deprem hesabında esas alınan kütlelerle uyumlu yüklere göre yeniden yapılacaktır. Deprem hesabında da aynı rijitlikler kullanılacaktır.

11) Betonarme tablalı kirişlerin pozitif ve negatif plastik momentlerinin hesabında tabla betonu ve içindeki donatı hesaba katılacaktır.

12) Betonarme elemanlarda kenetlenme veya bindirme boyunun yetersiz olması durumunda, kesit kapasite momentinin hesabında ilgili donatı akma gerilmesi kenetlenme veya bindirme boyundaki eksikliği oranında azaltılacaktır.

13) Zemindeki şekil değiştirmelerin yapı davranışını etkileyebileceği durumlarda zeminin şekil değiştirme özellikleri yapı modeline yansıtılacaktır, [1].

2.6 Depremde Bina Performansının Doğrusal Elastik Hesap Yöntemleri İle Belirlenmesi

2.6.1 Hesap yöntemleri

Binaların deprem performanslarının belirlenmesi için kullanılacak doğrusal elastik hesap yöntemleri, DBYBHY- 07 Bölüm 2.7 ve 2.8’de tanımlanmış olan hesap yöntemleridir. Bu yöntemlerle ilgili olarak aşağıda belirtilen ek kurallar uygulanacaktır.

Eşdeğer deprem yükü yöntemi, bodrum üzerinde toplam yüksekliği 25 metreyi ve toplam kat sayısı 8’i aşmayan, ayrıca ek dışmerkezlik göz önüne alınmaksızın hesaplanan burulma düzensizliği katsayısı $\eta_{bi} < 1,4$ olan binalara uygulanacaktır. Toplam eşdeğer deprem yükünün (taban kesme kuvveti) DBYBHY- 07 Denk.(2.4)’e göre hesabında $R_a=1$ alınacak ve denklemin sağ tarafı λ katsayısı ile çarpılacaktır. λ katsayısı bodrum hariç bir ve iki katlı binalarda 1,0, diğerlerinde 0,85 alınacaktır.

$$V_t = \lambda WA(T_1)/R_a \quad (2.1)$$

Yöntemin adımları şu şekilde özetlenebilir;

- a. Taşıyıcı sistem G+nQ yüklemesi altında çözülerek taşıyıcı sistemin elemanlarının kritik kesitlerinde M_D ve N_D kuvvet çiftleri bulunur.
- b. Azaltılmamış deprem yüklerinden dolayı taşıyıcı sistemin elemanlarının kritik kesitlerinde (kolonlarda alt ve üst noktalarda, kirişlerde sağ ve sol noktalarda ve perdelerde mesnette) meydana gelen M_E ve N_E kuvvet çiftleri hesaplanır.
- c. Şekil 2.3’de gösterildiği gibi kolonların eğilme momenti ve normal kuvvet kapasiteleri a ve b maddelerinin yardımı ile bulunur. Kirişlerin kesit özellikleri ve donatı düzeni dikkate alınarak pozitif ve negatif eğilme momenti kapasiteleri hesaplanır.

d. Kolon ve kirişlerde kesme kuvveti kapasiteleri V_r hesaplanır. Bu değerler kolon ve kirişlerdeki kesme kuvveti V_e ile karşılaştırılarak kesitin sünek veya gevrek eleman olduğuna karar verilir.

e. Eğer taşıyıcı sistem elemanları sünek eleman ise analize devam edilerek $r=\text{etki/kapasite}$ oranları hesaplanır. Etki/kapasite oranları DBYBHY- 07 Bilgilendirme Eki 7/A'ya göre hesaplanmıştır.

Doğrusal elastik yöntemler ile yapılan hesapta, moment–eksenel kuvvet etkisi altındaki kolon ve perde kesitlerinde etki/kapasite oranı (r)'nin belirlenmesi için uygulanabilecek yöntemler aşağıdaki paragraflarda açıklanmıştır.

Herhangi bir kolon veya perde 3.4.(j).3'e göre doğrusallaştırılan moment–eksenel kuvvet etkileşim diyagramı Şekil 2.3.'de görülmektedir. Şekildeki D noktasının koordinatları, düşey yüklerden meydana gelen M_D-N_D çiftine karşı gelmektedir. D noktasından başlayan ve etkileşim diyagramının dışına çıkan ikinci doğru parçasının yatay ve düşey izdüşümleri ise, $Ra=1$ için deprem hesabından elde edilen ve depremin yönü ile uyumlu olan M_E-N_E çiftine karşı gelmektedir (Şekil 3.3'de M_E 'nin işaretlerinin farklı olduğu iki durum ayrı ayrı gösterilmiştir). İkinci doğru parçasının etkileşim diyagramını kestiği K noktasının koordinatları, kolon veya perde kesitinin M_K moment kapasitesi ve buna karşı gelen N_K eksenel kuvvetidir.

Artık moment kapasitesi M_A ve buna karşı gelen eksenel kuvvet N_A aşağıdaki şekilde tanımlanır.

$$M_A = M_K - M_D \quad (2.2)$$

$$N_A = N_K - N_D \quad (2.3)$$

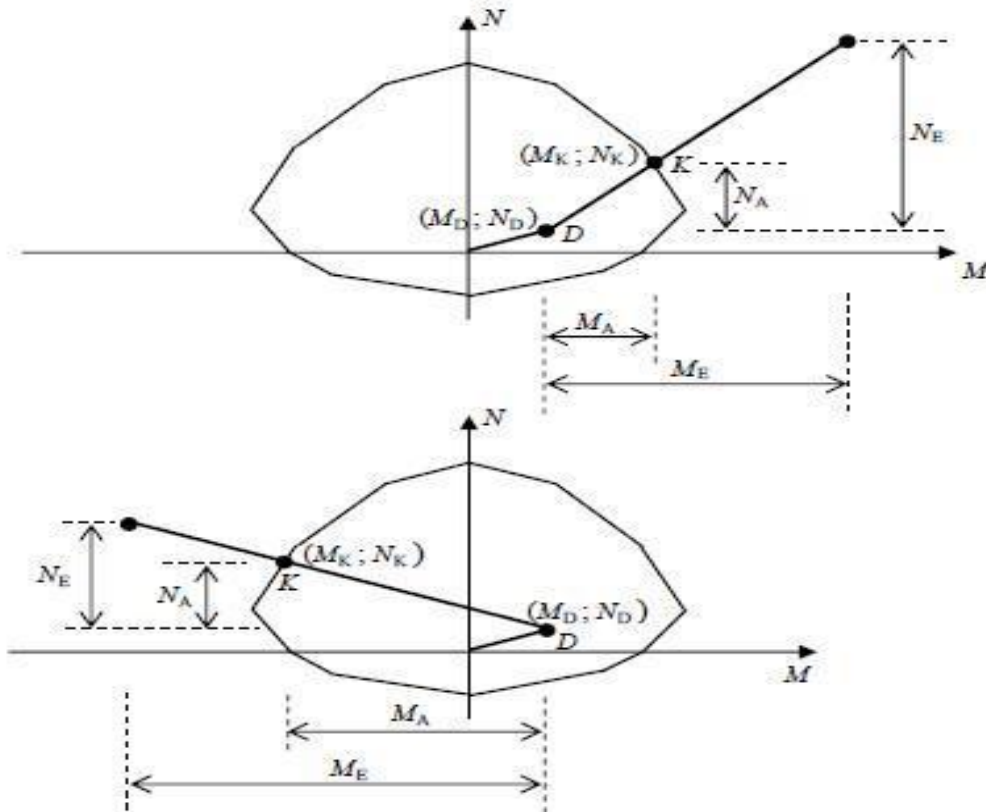
Kolon veya perdenin etki/kapasite oranı ise şu şekilde tanımlanabilir:

$$r = M_E / M_A = N_E / N_A \quad (2.4)$$

Şekil 2.3'deki K kesişme noktasının koordinatları olan M_K veya N_K 'nin geometrik veya sayısal olarak elde edilmesi durumunda, düşey yük hesabından M_D veya N_D , deprem hesabından ise M_E veya N_E bilindiğine göre, Denk.(2.2) ve Denk.(2.3)'den yararlanılarak kesitin eğilme ve eksenel kuvvet altındaki etki/kapasite oranı doğrudan hesaplanabilir. Kolon kesitinin moment kapasitesine karşı gelen eksenel kuvvet N_K , hasar sınırlarını tanımlayan Çizelge 2.3.'de gözönüne alınacak olan eksenel kuvvettir.

Kolon veya perdenin etki/kapasite oranı, bir ardışık yaklaşım hesabı ile de belirlenebilir. Bu amaçla başlangıçta r için bir tahmin yapılır. N_E deprem hesabından bilindiğinden Denk.(2.4)'den N_A hesaplanır ve N_D bilindiğine göre Denk.(2.3)'den N_K bulunur. Buna bağlı olarak M_K moment kapasitesi kesit hesabından elde edilir ve bundan M_D çıkarılarak Denk.(2.2)'den M_A hesaplanır. M_A ve M_E kullanılarak Denk.(3.2)'den r 'nin yeni değeri elde edilir ve başa dönülerek ardışık yaklaşımın bir sonraki adımına geçilir. Bir önceki adımda bulunana yeteri kadar yakın olarak elde edilen son ardışık yaklaşım adımıdaki r değeri, kesitin eğilme ve eksenel kuvvet altındaki etki/kapasite oranı olarak tanımlanır. Son adımdaki M_A ve N_A değerleri Denk.(2.2) ve Denk.(2.3)' deki yerlerine konularak M_K ve N_K hesaplanır. Elde edilen N_K , hasar sınırlarını tanımlayan Çizelge 2.3'de gözönüne alınacak olan eksenel kuvvettir.

Yukarıda tek eksenli eğilme/eksenel kuvvet durumu için açıklanan etki/kapasite oranı hesabı, iki eksenli eğilme/eksenel kuvvet durumu için de benzer biçimde uygulanabilir.



Şekil 2.3: Kolon kesitinde (M_K, N_K) eğilme momenti ve normal kuvvet kapasite değerleri bulunması (DBYBHY- 07)

f. Bulunan r (etki/kapasite) değeri Çizelge 2.3, Çizelge 2.4 ve Çizelge 2.5'deki değerler ile karşılaştırılarak taşıyıcı sistem elemanlarının hasar bölgesi belirlenir.

g. Analizi yapılan yapı için görelî kat ötelemesi hesabı yapıldıktan sonra bu değerler yönetmelikteki değerler ile karşılaştırılır.

h. Taşıyıcı eleman düzeyinde hasar bölgesi belirlendikten sonra bu değerler kullanılarak taşıyıcı sistem performans durumu belirlenir.

Mod Birleştirme Yöntemi ile hesapta DBYBHY- 07 Denk.(2.13)'de $R_a=1$ alınacaktır. Uygulanan deprem doğrultusu ve yönü ile uyumlu eleman iç kuvvetlerinin ve kapasitelerinin hesabında, bu doğrultuda hakim olan modda elde edilen iç kuvvet doğrultuları esas alınacaktır.

2.6.2 Betonarme binaların yapı elemanlarında hasar düzeylerinin belirlenmesi

Doğrusal elastik hesap yöntemleri ile betonarme sünek elemanların hasar düzeylerinin belirlenmesinde kiriş, kolon ve perde elemanlarının ve güçlendirilmiş dolgu duvarı kesitlerinin etki/kapasite oranları (r) olarak ifade edilen sayısal değerler kullanılacaktır. Betonarme elemanlar, kırılma türü eğilme ise "sünek", kesme ise "gevrek" olarak sınıflanırlar.

Kolon, kiriş ve perdelerin sünek eleman olarak sayılabilmeleri için bu elemanların kritik kesitlerinde eğilme kapasitesi ile uyumlu olarak hesaplanan kesme kuvveti V_e 'nin, 2.2'de tanımlanan bilgi düzeyi ile uyumlu mevcut malzeme dayanımı değerleri kullanılarak TS-500'e göre hesaplanan kesme kapasitesi V_r 'yi aşmaması gereklidir. V_e 'nin hesabı kolonlar için DBYBHY- 07 Bölüm 3.3.7'ye, kirişler için DBYBHY- 07 Bölüm 3.4.5'e ve perdeler için DBYBHY- 07 Bölüm 3.6.6'ya göre yapılacak, ancak DBYBHY- 07 Denk.(3.16)'da $\beta_v=1$ alınacaktır. Kolon, kiriş ve perdelerde V_e 'nin hesabında pekleşmeli taşıma gücü momentleri yerine taşıma gücü momentleri kullanılacaktır. Düşey yükler ile birlikte $R_a=1$ alınarak depremden hesaplanan toplam kesme kuvvetinin V_e 'den küçük olması durumunda ise, V_e yerine bu kesme kuvveti kullanılacaktır, [6].

Perdelerin sünek eleman olarak sayılabilmesi için ayrıca $H_w/\ell_w > 2.0$ koşulunu sağlaması gereklidir.

Yukarıda verilen sünek eleman koşullarını sağlamayan betonarme elemanlar, gevrek olarak hasar gören elemanlar olarak tanımlanacaktır. Sünek kiriş, kolon ve perde

kesitlerinin etki/kapasite oranı, deprem etkisi altında $R_d=1$ alınarak hesaplanan kesit momentinin kesit artık moment kapasitesine bölünmesi ile elde edilir. etki/kapasite oranının hesabında, uygulanan deprem kuvvetinin yönü dikkate alınacaktır.

Kesit artık moment kapasitesi, kesitin eğilme momenti kapasitesi ile düşey yükler altında kesitte hesaplanan moment etkisinin farkıdır. Kiriş mesnetlerinde düşey yükler altında hesaplanan moment etkisi, yeniden dağılım ilkesine göre en fazla %15 oranında azaltılabilir.

Kolon ve perde kesitlerinin etki/kapasite oranları, DBYBHY- 07 Bilgilendirme Eki 7A'da açıklandığı üzere hesaplanabilir.

Sarılma bölgesindeki enine donatı koşulları bakımından DBYBHY- 07 Bölüm 3.3.4'ü sağlayan betonarme kolonlar, DBYBHY- 07 Bölüm 3.4.4'ü sağlayan betonarme kirişler ve uç bölgelerinde DBYBHY- 07 Bölüm 3.6.5.2'yi sağlayan betonarme perdeler “sargılanmış”, sağlamayanlar ise “sargılanmamış” eleman sayılır.

“Sargılanmış” sayılan elemanlarda sargı donatılarının DBYBHY- 07 Bölüm 3.2.8'e göre “özel deprem etriyeleri ve çirozları” olarak düzenlenmiş olması ve donatı aralıklarının yukarıda belirtilen maddelerde tanımlanan koşullara uyması zorunludur.

Hesaplanan kiriş, kolon ve perde kesitlerinin ve güçlendirilmiş dolgu duvarlarının etki/kapasite oranları (r), Çizelge 3.3, Çizelge 2.4, Çizelge 2.5 ve Çizelge 2.6'de verilen sınır değerler (r_s) ile karşılaştırılarak elemanların hangi hasar bölgesinde olduğuna karar verilecektir. Ara değerler için doğrusal enterpolasyon uygulanacaktır. Betonarme binalardaki güçlendirilmiş dolgu duvarlarının hasar bölgelerinin belirlenmesinde ayrıca Çizelge 2.7'de verilen görelî kat ötelemesi oranı sınırları gözönüne alınacaktır. Görelî kat ötelemesi oranı, ilgili katta hesaplanan en büyük görelî kat ötelemesinin kat yüksekliğine bölünmesi ile elde edilecektir.

Çizelge 2.3: Betonarme kirişler için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranları (r_s) (DBYBHY, 2007)

Sünek Kirişler			Hasar Sınırı		
$\frac{\rho - \rho'}{\rho_b}$	Sargılama	$\frac{V}{b_w d f_{ctm}}$	MN	GV	GÇ
$\leq 0,0$	Var	$\leq 0,65$	3	7	10
$\leq 0,0$	Var	$\geq 1,30$	2,5	5	8
$\geq 0,5$	Var	$\leq 0,65$	3	5	7
$\geq 0,5$	Var	$\geq 1,30$	2,5	4	5
$\leq 0,0$	Yok	$\leq 0,65$	2,5	4	6
$\leq 0,0$	Yok	$\geq 1,30$	2	3	5
$\geq 0,5$	Yok	$\leq 0,65$	2	3	5
$\geq 0,5$	Yok	$\geq 1,30$	1,5	2,5	4

(1) V_e kesme kuvveti depremin yönü ile uyumlu olarak 3.5.2.'ye göre hesaplanacaktır.

Çizelge 2.4: Betonarme kolonlar için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranları (r_s) (DBYBHY, 2007)

Sünek Kolonlar			Hasar Sınırı		
$\frac{N}{A_c f_c}$	Sargılama	$\frac{V}{b_w d f_{ctm}}$	MN	GV	GÇ
$\leq 0,1$	Var	$\leq 0,65$	3	6	8
$\leq 0,1$	Var	$\geq 1,30$	2,5	5	6
$\geq 0,4$ ve $\leq 0,7$	Var	$\leq 0,65$	2	4	6
$\geq 0,4$ ve $\leq 0,7$	Var	$\geq 1,30$	1,5	2,5	3,5
$\leq 0,1$	Yok	$\leq 0,65$	2	3,5	5
$\leq 0,1$	Yok	$\geq 1,30$	1,5	2,5	3,5
$\geq 0,4$ ve $\leq 0,7$	Yok	$\leq 0,65$	1,5	2	3
$\geq 0,4$ ve $\leq 0,7$	Yok	$\geq 1,30$	1	1,5	2
$\geq 0,7$	---	---	1	1	1

(1) N_K Eksenel kuvveti DBYBHY- 07 Bilgilendirme Eki 7A'ya göre hesaplanabilir.

(2) V_e kesme kuvveti depremin yönü ile uyumlu olarak 3.5.2.'ye göre hesaplanacaktır.

Çizelge 2.5: Betonarme perdeler için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranları (r_s) (DBYBHY, 2007)

Sünek Perdeler	Hasar Sınırı		
	MN	GV	GÇ
Sargılama			
Var	3	6	8
Yok	2	4	6

Çizelge 2.6: Güçlendirilmiş dolgu duvarlar için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranları (r_s) ve görelî kat ötelemesi oranları (DBYBHY,2007)

l_{duvar}/h_{duvar} oranı aralığı	Hasar Sınırı		
	MN	GV	GÇ
0,5 – 2,0			
Etki/Kapasite Oranı (r_s)	1	2	-
Görelî Kat Ötelemesi Oranı	0,0015	0,0035	-

Betonarme kolon-kiriş birleşimlerinde tüm sınır durumları için birleşime etki eden ve DBYBHY- 07 Denk.(3.11)'den hesaplanacak kesme kuvvetlerinin DBYBHY- 07 Bölüm 3.5.2.2'de verilen kesme dayanımlarını aşmaması gerekir. Ancak DBYBHY- 07 Denk.(3.11)'de V_{kol} yerine DBYBHY- 07 Bölüm 3.3.7'ye göre pekleşmeyi gözönüne almadan hesaplanan V_e kullanılacak, DBYBHY- 07 Denk.(3.12) veya Denk.(3.13)'deki dayanım hesabında ise f_{cd} yerine 2.2'de tanımlanan bilgi düzeyine göre belirlenen mevcut beton dayanımı kullanılacaktır.

Birleşim kesme kuvvetinin kesme dayanımını aşması durumunda, kolon-kiriş birleşim bölgesi gevrek olarak hasar gören eleman olarak tanımlanacaktır.

2.6.3 Görelî kat ötelemelerinin kontrolü

Doğrusal elastik yöntemlerle yapılan hesapta her bir deprem doğrultusunda, binanın herhangi bir katındaki kolon veya perdelerin görelî kat ötelemeleri, her bir hasar sınırı için Çizelge 2.7'da verilen değeri aşmayacaktır. Aksi durumda 2.6.2'de yapılan hasar değerlendirmeleri gözönüne alınmayacaktır. Çizelge 2.7'de δ_{ji} i'inci katta j'inci kolon veya perdenin alt ve üst uçları arasında yerdeğiştirme farkı olarak hesaplanan görelî kat ötelemesini, h_{ji} ise ilgili elemanın yüksekliğini göstermektedir, [1].

Çizelge 2.7: Göreli kat ötelemesi sınırları

Görelî Kat	Hasar Sınırı		
	MN	GV	GÇ
Ötelemesi Oranı			
δ_{ji} / h_{ji}	0,01	0,03	0,04

2.7 Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemleri

Deprem etkisi altında mevcut binaların yapısal performanslarının belirlenmesi ve güçlendirme analizleri için kullanılacak doğrusal elastik olmayan hesap yöntemlerinin amacı, verilen bir deprem için sünek davranışa ilişkin plastik şekildeğiştirme istemleri ile gevrek davranışa ilişkin iç kuvvet istemlerinin hesaplanmasıdır. Daha sonra bu istem büyüklükleri, yönetmelikçe tanımlanmış bulunan şekildeğiştirme ve iç kuvvet kapasiteleri ile karşılaştırılarak, kesit ve bina düzeyinde yapısal performans değerlendirilmesi yapılacaktır, [1].

Yönetmelik kapsamında yer alan doğrusal elastik olmayan analiz yöntemleri, Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi, Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi ve Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi'dir. İlk iki yöntem, bu Yönetmelikte doğrusal olmayan deprem performansının belirlenmesi ve güçlendirme hesapları için temel alınan Artımsal itme Analizi'nde kullanılacak olan yöntemlerdir, [1].

2.7.1 Artımsal eşdeğer deprem yükü ile itme analizi

Artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi'nin amacı, birinci (deprem doğrultusunda hakim) titreşim mod şekli ile orantılı olacak şekilde, deprem istem sınırına kadar monotonik olarak adım adım arttırılan eşdeğer deprem yüklerinin etkisi altında doğrusal olmayan itme analizinin yapılmasıdır. Düşey yük analizini izleyen itme analizinin her bir adımında taşıyıcı sistemde meydana gelen yerdeğiştirme, plastik şekildeğiştirme ve iç kuvvet artımları ile bunlara ait birikimli (kümülatif) değerler ve son adımda deprem istemine karşı gelen maksimum değerler hesaplanacaktır.

Artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi'nin kullanılabilmesi için, binanın kat sayısının bodrum hariç 8'den fazla olmaması ve herhangi bir katta ek dışmerkezlik göz önüne alınmaksızın doğrusal elastik davranışa göre hesaplanan burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} < 1,4$ koşulunu sağlaması gereklidir. Ayrıca göz önüne

alınan deprem doğrultusunda, doğrusal elastik davranış esas alınarak hesaplanan birinci (hakim) titreşim moduna ait etkin kütlelerin toplam bina kütlelerine (rijit perdelerle çevrelenen bodrum katlarının kütleleri hariç) oranının en az 0,70 olması zorunludur.

Artımsal itme analizi sırasında, eşdeğer deprem yükü dağılımının, taşıyıcı sistemdeki plastik kesit oluşumlarından bağımsız olarak, sabit kaldığı varsayımı yapılabilir. Bu durumda yük dağılımı, analizin başlangıç adımında doğrusal elastik davranış için hesaplanan birinci (deprem doğrultusundaki hakim) doğal titreşim mod şekli genliği ile ilgili kütlelerin çarpımından elde edilen değerle orantılı olacak şekilde tanımlanacaktır. Kat döşemeleri rijit diyafram olarak idealleştirilen binalarda, birinci (hakim) doğal titreşim mod şeklinin genlikleri olarak her katın kütle merkezindeki birbirine dik iki yatay öteleme ile kütle merkezinden gelen düşey eksen etrafındaki dönme göz önüne alınacaktır.

2.7.2 Artımsal mod birleştirme yöntemi ile itme analizi

Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi'nin amacı, taşıyıcı sistemin davranışını temsil eden yeterli sayıda doğal titreşim mod şekli ile orantılı olacak şekilde monotonik olarak adım adım arttırılan ve birbirleri ile uygun biçimde ölçeklendirilen modal yerdeğiştirmeler veya onlarla uyumlu modal deprem yükleri esas alınarak Mod Birleştirme Yöntemi'nin artımsal olarak uygulanmasıdır. Bu itme adımlarında taşıyıcı sistemde meydana gelen yerdeğiştirme, plastik şekildeğiştirme ve iç kuvvet artımları ile bu büyüklüklere ait birikimli değerler ve son itme adımında deprem istemine karşı gelen maksimum değerler hesaplanır.

2.7.3 Zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap yöntemi

Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemi'nin amacı, taşıyıcı sistemdeki doğrusal olmayan davranış göz önüne alınarak sistemin hareket denkleminin adım adım entegre edilmesidir. Analiz sırasında her bir zaman artımında sistemde meydana gelen yerdeğiştirme, plastik şekildeğiştirme ve iç kuvvetler ile bu büyüklüklerin deprem istemine karşı gelen maksimum değerleri hesaplanır, [1].

3. HIZLI DEĞERLENDİRME METODLARI

Türkiye’de deprem tehdidine maruz mevcut yapıların tamamının ayrıntılı bir şekilde 3 boyutlu analizlerinin yapılarak incelenmesi ve deprem performanslarının saptanması, konunun aciliyeti ve gereken maddi kaynaklar düşünüldüğünde, imkansız denecek kadar uzun, zor ve maliyetli bir işlemdir. Özellikle nüfusun yoğun olarak bulunduğu büyük şehirlerin aktif deprem kuşakları üzerinde olması bu sorunu bir kat daha artırmaktadır.

Bu bölümde bu soruna belki de bir çözüm olabilecek mevcut yapıların deprem güvenliğini hızlıca belirlemekte kullanılan daha önceki yıllarda geliştirilmiş bazı ön değerlendirme metodları kısaca açıklanmaya çalışılacaktır. Açıklama yapılacak metodlar sırası ile

- “Sıfır Can Kaybı” yaklaşımı
- Kolon ve duvar indeksleri yöntemi
- Kapasite indeks yöntemi
- DURTES yöntemi
- ATC-21 Yöntemi

şeklinde olacaktır. Yukarda adı geçen her yöntem kendi içinde geliştirilen bir yaklaşımla bazı ampirik veya analitik formüller ile mevcut bir yapının deprem performansını ve göçme güvenliğini değerlendirmektedir.

3.1 Sıfır Can Kaybı Yaklaşımı

2003 yılında Prof. Dr. S. Tezcan tarafından geliştirilen Sıfır Can Kaybı yaklaşımında mevcut bina stoğunun deprem güvenliği tespiti için tüm binaların tek tek Deprem Yönetmeliğinin kriterlerine göre ya da lineer olmayan itme analizi (push over) v.b. gibi ayrıntılı ve zaman alıcı yöntemlerle incelenmesinin öncelikli olarak mümkün olmadığı ve de Türkiye’deki koşullar altında gereksiz olduğu savunulmaktadır, [7]. Yaklaşımda önerilen, öncelikli olarak yıkılma riski çok yüksek olan yapıların ortaya çıkartılması ve daha sonra bu belirlenen yapılar üzerinde yönetmelik koşullarına göre

ayrıntılı analizlerin yapılmasıdır. Belirlenenlerin dışında kalan yapıların ise olası bir depremde belirli bir hasar görebileceği, ancak can kaybına sebebiyet vermeyeceği kabul edilerek, yapının ayrıntılı incelenmesi kararı mal sahibine bırakılmaktadır. İstanbul örneği ele alınırsa, yönetmelik koşullarına göre %96'sının güvensiz olduğu düşünülen yapıların göçme riski durumuna bakıldığında, sadece %6 toptan göçme riski taşıdığı, dolayısıyla, can kaybını önlemek için acilen yapılması gerekenin sadece, bu toptan göçecek %6'lık kısımdaki yapıların tespit edilerek, bunlar üzerinde ayrıntılı inceleme yapılması olduğu savunulmaktadır. Bu yaklaşım ile deprem yönetmeliğindeki güvenlik seviyesinin çok daha altında bir güvenlik seviyesine göre belirlenen daha az sayıdaki göçecek binaların ayrıntılı olarak incelenmesi ve gerekirse yıkılması ya da acilen güçlendirilmesi ile, depremde can kaybını önlemek imkansız ve karmaşık bir durum olmaktan çıkmaktadır.

Daha çok bir 'Risk Yönetimi' yaklaşımı olan '*Sıfır Can Kaybı*' yaklaşımının, anlatıldığı gibi hızlı bir şekilde uygulanması için sağlıklı ve gerçeğe yakın sonuçlar üretebilen öndeğerlendirme yöntemlerinden birinin tüm binalar üzerinde uygulanması gerekmektedir. Sıfır Can Kaybı yaklaşımı ile birlikte 2006 yılında önerilen ve 106M278 No.lu TUBITAK Projesi kapsamında geliştirilen "P25 Puanlama Yöntemi" bu öndeğerlendirme yöntemlerinden biri olarak örnek gösterilebilir, [3].

3.2 Kolon ve Duvar İndeks Yöntemleri

Hassan ve Sözen tarafından geliştirilen bu yöntemde yapı boyutları, taşıyıcı elemanları ve dolgu duvarların boyutları kullanılarak yapının deprem güvenliği konusunda bir değerlendirme sağlanmaya çalışılmıştır. 13 Mart 1999 Erzincan depreminde ($M_s=6.8$) hasar almış toplam 46 bina üzerinde yöntem uygulanmıştır, [8]. Yöntem ile genel olarak çok sık deprem olmayan bölgelerdeki bina stoğu ile ilgili gerçek bir hesaplama yerine, yaklaşık bir hesap yöntemi sunulmaktadır. Çalışma sırasında kullanılan toplam 46 binanın 5 tanesi 2 katlı, 20 tanesi 3 katlı, 8 tanesi 4 katlı ve 3 tanesi de 5 katlıdır. Normal kat yükseklikleri 2,75 m ile 3,60 m arasında değişmektedir. Binalardan bazılarında betonarme perdeler de mevcuttur. Bu betonarme perdelerin kesit alanlarının kat alanına oranı %0,0 ile %1,0 arasında değişmektedir.

Binalardan beton karot numuneleri alınmış ve Schmidt çekici okumaları yapılmıştır. Ortalama beton kalitesinin BS 16 civarında olduğu görülmüştür.

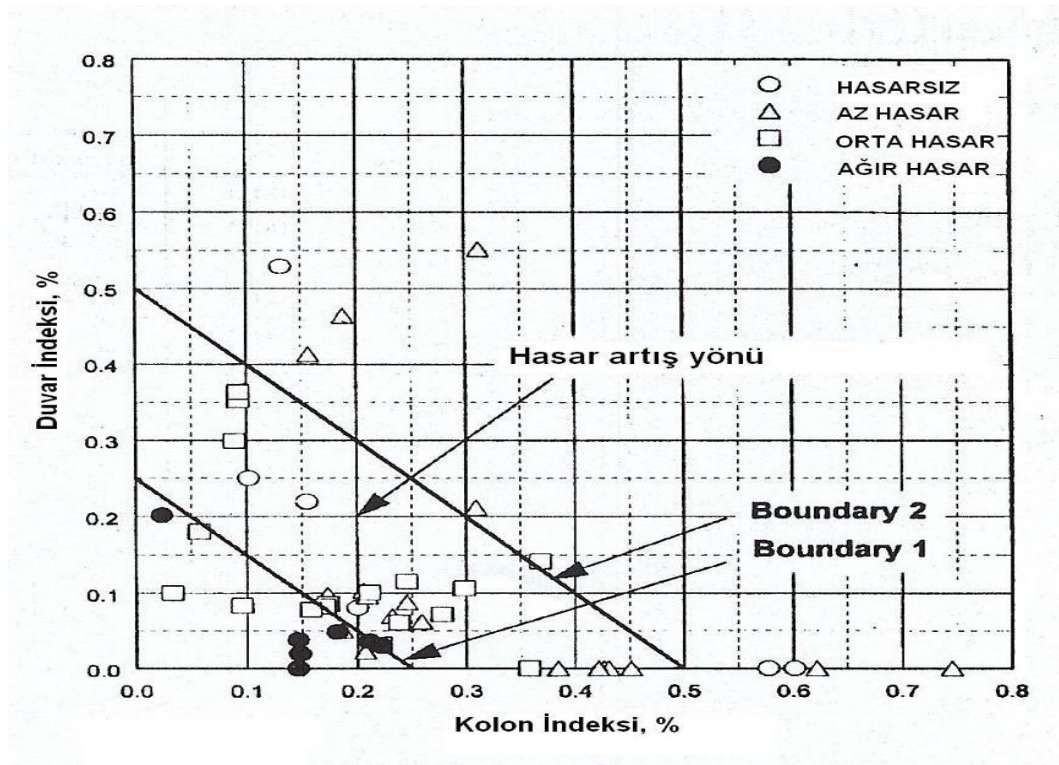
Binalara ait çizimlerde duvar kalınlığı belirtilmemesine rağmen, yöredeki diğer binalardan elde edilen gözlemsel bir yaklaşımla duvar kalınlıkları 25 cm olarak kabul edilmiştir.

Bu yöntemde sadece düşey taşıyıcıların ve dolgu duvarlarının etkili kesme alanlarına bağlı indeksler bulunarak sonuca ulaşılmaya çalışılmıştır. Buna göre A_s : Etkili betonarme kesme alanları, A_w : dolgu duvarı alanları, A_c : kolon alanlarının yarısı, WI : duvar indeksi, A_z : zemin kat alanı ve CI : kolon indeksi olmak üzere;

$$WI = \frac{A_s + 0,1(A_w)}{A_z} \times 100 \quad (3.1)$$

$$CI = \frac{A_c}{A_z} \times 100 \quad (3.2)$$

Denklem (3.1) ve (3.2) den elde edilen değerler, Şekil 3.1’de verildiği gibi bir eksen takımına oturularak ‘Boundary 1’ ve ‘Boundary 2’ isimli iki adet sınır çizgisi tarif edilmektedir. Buna göre; ‘Boundary 1’ ile ‘x’ ve ‘y’ aksları arasında kalan binalar, ‘Boundary 2’nin dışında kalan binalara nazaran daha riskli, iki sınır arasında kalan binalar ise şüpheli olarak tanımlanmıştır.



Şekil 3.1: Hasan ve Sözen (1998) tarafından önerilen ait yöntemin sonuç grafiği

Ayrıca, yine aynı çalışmada bir de ‘Priority Index’ adı verilen bir öncelik indeksi tarif edilmiştir. Buna göre priority indeks;

$$PI= WI + CI \quad (3.3)$$

olarak tarif edilmektedir. *PI* indeksi düştükçe, binanın risk seviyesinin de arttığı kabul edilmektedir.

Orjinal makaledeki (Hassan ve Sözen,1997) yazarlardan birinin de içinde bulunduğu bir grup tarafından yapılan daha yeni çalışmalarda ise (Gülkan ve Sözen , 1999, ayrıca Gülkan ve Utkuğu, 2003 ile Gülkan ve diğerleri, 1997), taşıyıcı elemanlar ve dolgu duvarların atalet momentleri ile kat yüksekliklerinin nasıl hesaba dahil edileceği araştırılmış, yöntem aşağıdaki parametreler kullanılacak şekilde yeniden düzenlenmiştir, [9], [10] ve [11] ;

- Kat sayısı,
- Binanın birim alana düşen kütlesi,
- Duvar ve beton malzeme özellikleri,
- Dolgu duvarlarının tipi ve mesnetlenme koşulları,
- Kolon ve kirişlerin birbirlerine göre, görelî boyutları ile mesnetlenme koşulları,
- Kolon burulma katsayıları λ ve duvar geometrisi,
- Ortalama kat yüksekliği,
- Zemin ve temel tipi,
- Dolgu duvar alanlarının kat alanına oranı

3.3 Kapasite İndeks Yöntemi

Bu bölümde kritik katta ampirik olarak her kolon ve betonarme perde için hesaplanan kesme kuvveti kapasiteleri, bina taban kesme kuvveti ile karşılaştırılmaktadır, [12]. V_{cap} dolgu duvar, kolon ve perde duvarların kesme kapasiteleri, V_{code} deprem yönetmeliği ile bulunan taban kesme kuvveti, V_{wy} dolgu duvarlarının etkisi de dikkate alınarak hesaplanan kat kesme kuvveti kapasitesi, C_m ve C_a binanın karakteristik değerlerine ve düzensizlik durumlarına bağlı katsayılardır. A_{tf} bina kritik katının kat alanı ve A_w bina kritik katındaki toplam dolgu duvarı alanıdır. Tüm boyutların mm ve MPa olarak alınması durumunda $\alpha=0,65$, f_{ctk} beton karakteristik çekme dayanımı, b_w ve h kolon boyutları ve m kat adedi olmak üzere;

$$V_{cap} = \sum 0,65 \alpha f_{ctk} b_w h \quad (3.4)$$

$$V_{wy} = \frac{V_{cap}}{0,95 e^{0,125 m}} (46 \frac{A_w}{A_{lf}} + 1) \quad (3.5)$$

$$CPI = C_a C_m \frac{V_{wy}}{V_{code}} \quad (3.6)$$

Bu yaklaşıma göre, *CPI* değerinin 1,5 dan küçük olması durumunda yapının göçme riskinin yüksek olduğu yargısına varılmaktadır, [13].

3.4 DURTES yöntemi

İÜ Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü tarafından İstanbul ili Bakırköy ilçesinde bulunan yapı stoğunun deprem güvenliğinin araştırılması çalışması kapsamında yaklaşık olarak on bin adet bina üzerinde mevcut yapıların durum tespiti ile ilgili detaylı incelemeler yapılmıştır. Bu çalışmalar esnasında öndeğerlendirme yapan bir algoritma ve bilgisayar programı kullanılmış ve geliştirilmiştir, [14].

Bu çalışmada öncelikle incelenen binanın, matematiksel esasa göre değerlendirilebilmesi için gerekli olan bilgiler belirlenmiş ve bu doğrultuda bu bilgilerin yer aldığı bir anket formu hazırlanmıştır. Bu anket formundaki bilgilerin yerinde doldurulması ve bu bilgilerin söz konusu algoritmayı kullanan “DURTES” (DURum TESbit programı) adlı bilgisayar programına aktarılması sayesinde binaların maruz kalacağı deprem yükü, taşıyabileceği deprem yükü ve mukavemeti gibi özellikler çok hızlı bir şekilde belirlenmektedir.

Bina incelemelerini hızlı bir biçimde ve doğruya en yakın şekilde sonuçlandırmak programın asıl amacıdır. Farklı tecrübeler ve vizyona sahip uzmanların görüşlerindeki farklılıklardan kaynaklanacak hataları en aza indirmek için, bina ile ilgili değerlendirme ve yorumlar tamamen matematiksel hesaplarla yapılmakta ve raporlar program tarafından otomatik olarak hazırlanmaktadır. Program, yapıda oluşabilecek taban kesme kuvvetini deprem şartnamesinde öngörülen kesin yöntemlere göre belirlemektedir. Ancak, eğilme momenti eksenel kuvvet gibi kesit tesiri dağılımları belli parametreler üzerine kurulmuş formüllerle hesaplanmaktadır.

“DURTES” yönteminde kısaca; binanın malzeme özelliği de göz önüne alınarak, farklı özellikler olsa bile maruz kaldıkları yüklere karşılık, birim alan için sahip olması gerekli olan, yapısal eleman büyüklükleri belirlenerek bir katsayı elde

edilmekte ($K1$: mukavemet puanı) ve bu katsayıya göre binalar gruplandırılmaktadır. Her binanın mevcut durumuna göre ayrıca bir puan verilmektedir ($K2$: kusur puanı). $K1$ katsayısı yönetmelikteki kriterlere göre, $K2$ katsayısı ile yapının mevcut durumunu göz önüne alan yaklaşık olarak 100 adet parametreye göre belirlenmektedir.

Söz konusu parametrelere karşılık gelen puan ise, program kullanıldıkça ve verdiği sonuçlar DBYBHY- 07 de belirlenen çözüm yöntemlerinin sonuçları ile kıyaslandıkça kalibre edilmektedir. Bu çözüm yöntemleri ile kıyaslama örnekleri çoğaldıkça ve parametrelere karşılık gelen puanlar kalibre edildikçe programın verdiği sonuçlar gerçeğe daha da yakınlaşmaktadır. Sonuç olarak, analiz yapılarak incelenen bazı yapıların sonuçları, “DURTES” yöntemi ile inceleme yapıldığı takdirde elde edilen sonuçlarla oldukça benzerlik göstermiştir, [14].

3.5 ATC-21 yöntemi

ATC-21 “Deprem Riski Taşıyan Binaların Hızlı Davranış Değerlendirme Yöntemi” bina türü yapıların değerlendirilmesinde kullanılan ABD’de geliştirilmiş ve binaların dışarıdan gözlemlenmesine dayanan bir yöntemdir. Amacı, incelenen binalar hakkında genel bilgiler toplayarak depremde hasar görecekteki yapıların belirlenmesidir. Fazla mühendislik hesabı gerektirmeyen bir öndeğerlendirme yöntemidir, [15].

Bu yöntem sanat yapılarının, kulelerin ve bina türü taşıyıcı sistemi olmayan yapıların değerlendirilmesinde kullanılamaz. Hızlıca yapısal performans değerlendirmesi imkanı sunan bu yöntem, bilgi toplama formuna işlenecek bina özelliklerine karşılık gelen bir puanlama sistemi esasına dayanır. Binanın yatay yük taşıyıcı ana sistemi, kullanılan malzemenin cinsi ve sınıfı, binanın bulunduğu deprem bölgesi ve zemin özellikleri gibi bina performansına etken temel verilerin işlenmesi ardından tüm toplanan bilgiler puanlandırılır.

Daha sonra bu puana, binanın deprem performansını değiştirebilecek olan faktörlerin formda verilmiş değerleri eklenerek, karar için gerekli olan “S” sonuç puanı elde edilir. Her bina değerlendirmesinden elde edilen bu puan, sınır değer ile karşılaştırılır. Elde edilen puanın sınır değer olan 2’den küçük çıkması, yapının ayrıntılı incelenmesi gerektiği sonucuna, 2’den yüksek çıkması ise binanın deprem performansının yeterli olduğu anlamına gelir.

Bir öndeğerlendirme yöntemi olan ATC 21, yaygın olarak görülen bina tiplerine göre düzenlenerek, dünyanın her yerinde kolaylıkla uygulanması sağlanmıştır. Form üzerindeki belirlenmiş genel hükümlere göre, gözlemlerle elde edilen sonuçların puanlara dönüştürülerek yapı performansının belirlendiği bu yöntemde en kritik olan parametre, bina tipinin doğru olarak tespit edilmesidir. Bina taşıyıcı sistemi ve diğer etkenler görsel ve hızlı olarak belirlendiği için, bundan kaynaklanabilecek yanlış tespitler bina sonuç puanını doğrudan etkileyeceği gibi, güvenilir olmayan sonuçlarla karşılaşılmasına da sebep olabilir.

Dışarıdan gözlemlerle sürdürülen bir inceleme olduğu için, görünür olmayan fakat deprem performansını etkileyen faktörler risk yaratan unsurlar arasındadır. Bu yüzden hızlı ve az maliyetli bir değerlendirme yöntemi olan ATC-21 in bir öninceleme prosedürü olduğu unutulmamalıdır. Yöntem puanlama esaslı olduğu ve nesnel tabana dayanmadığı için güvenilirliği çok hassas olmamaktadır. Sonuç puanının (S) değeri ne olursa olsun, gözlemi yapan mühendisin deneyimi çok daha önemli olduğundan, gerek görüldüğü durumlarda elde edilen puan değeri dikkate alınmadan ayrıntılı incelemeye karar verilebilir.

Deprem bölgelerine göre hazırlanmış üç ayrı veri toplama formu bulunmaktadır. Düşük, orta ve yüksek depremselliğe sahip bölgeler için hazırlanmış olan bu formlarda binayı tanımlayıcı bilgilerin girileceği bölümler bulunmaktadır. Bunlar;

- Bina taşıyıcı sistemi
- Bina kat sayısı
- Toplam kat alanı
- Kullanım amacı ve şekli
- Yapım yılı
- Zemin tipi
- Kullanıcı sayısı

gibi bina puanlandırmasına esas teşkil eden bilgilerdir. Binanın performansına etki eden bu temel bilgiler ATC-21 yönetmeliğinde dikkate alındığı gibi diğer hızlı inceleme yöntemlerinde de eksiksiz kullanılmaktadır.

4. P25 ÖNDEĞERLENDİRME METODU

4.1 Giriş

2004 yılında Avrupa Birliği fonları tarafından desteklenen LESSLOSS projesi kapsamındaki araştırmalarda, İstanbul'da 500 yılda bir olması beklenen senaryo depremi göz önüne alındığında, mevcut betonarme binaların içinden en riskli % 4,1'inin seçilip bulunması durumunda 29 bin vatandaşın hayatının kurtarılacağı, bir başka deyişle can kaybının % 92 oranında azaltılacağı hesaplanmıştır, [16].

Göçme riski taşıyan binaların detaylı olarak bilimsel bir şekilde tespit edilebilmesi için, bu yapılar bilgisayar ortamında modellenerek itme analizi veya dolgu duvarların da hesaba katılabildiği zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz ile incelenmelidir. Bu amaçla, öncelikle söz konusu yapının zemin ve malzeme özelliklerinin elde edilmesi gereklidir. Ancak yapılan araştırmalar gösteriyor ki, sadece İstanbul için güvensiz binaların bu şekilde incelenmesi ve güçlendirilmesi, yaklaşık 25 Milyar dolarlık bir bütçe ile 25 yıllık bir sürede gerçekleştirilebilmektedir. Böyle bir çalışma yapmak hem zaman hem de finansman olarak olanaksızdır, [17].

Türkiye'de hangi yapıların risk taşıdığını hızlıca saptamak için bile, sadece İstanbul ve çevresindeki mevcut yapı stoğu ve karmaşıklığı göz önüne alındığında, bina bazında tarama yapmayı gerektiren oldukça kapsamlı bir işle karşı karşıya kalınır. Bir sonraki aşamada ise, öncelikli olarak göçme riski en yüksek bina grubu üzerinde acil önlem alınmalı, gerekirse güçlendirme veya yıkma işlemleri en kısa zamanda tamamlanmalı ve olası bir deprem durumunda can güvenliği en aza indirgenmelidir.

Bu konuda öne çıkan öndeğerlendirme yöntemleri ile ilgili ilk çalışma, 1968'de Tokachi-Oki depreminden sonra elde edilen veriler kullanılarak geliştirilen kolon-duvar indeksine dayalı SST adlı yöntemdir (Shiga ve diğerleri, 1968), [18]. Öndeğerlendirme yöntemlerinin deprem mühendisliği literatürüne ciddi bir biçimde girmesini sağlayan en önemli gelişmeler FEMA 154 ve FEMA 155 (1988) raporlarıdır. 1992 Erzincan Depreminden itibaren Türkiye'de de bu yöntemler araştırılmaya başlanmış, 'Sıfır Can Kaybı Projesi' ve 'P5 Yöntemi' adıyla Tezcan

v.d. (2002 ve 2003) tarafından geliştirilen öndeğerlendirme yöntemi, çeşitli konferanslarda bildiri olarak sunulmuş ve dergilerde yayınlanmıştır, [19, 20 ve 21].

P5 Yöntemini geliştirerek, daha önceki depremlerden etkilenen hasarsız, orta hasarlı ve yıkılmış 23 binaya uygulayan Bal, P24 Yöntemi adıyla başarılı sonuçlar elde etmiştir (2005). Daha sonra bu yöntem Gülay, Tezcan ve Bal'ın 2006-2008 yılları arasında İTÜ'de tamamladığı 106M278 No.lu TUBİTAK Projesi kapsamında daha çok sayıda binaya uygulanarak kalibre edilmiş ve yeniden düzenlenerek P25 adını almıştır, [22].

Yöntemin işlerliğinin test edilmesi için ayrıca İstanbul Kadıköy bölgesinde 40 gerçek bina üzerinde de pilot bölge uygulaması yapılmıştır. Gulay, Bal, Tezcan üçlüsü daha sonra yöntemi birçok ulusal ve uluslararası kitap, dergi makaleleri ve konferans bildirileri ile dış dünyaya tanıtmışlardır. [23,24, 25, 26, 27 ve 28].

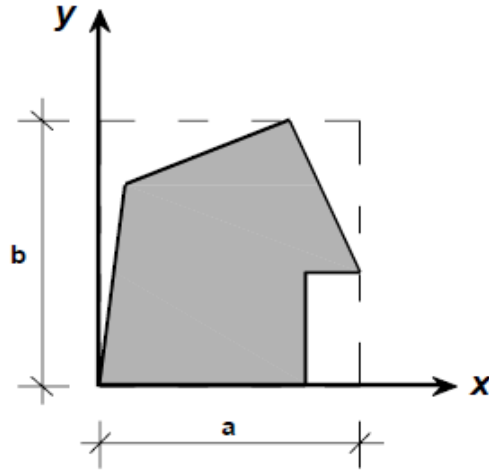
4.2 P25- Yönteminin Esasları

Önerilen öndeğerlendirme yönteminde binanın P-sonuç puanını hesaplayabilmek için öncelikle sözkonusu binanın P_1 , P_2 ,..., P_7 olmak üzere 7 ayrı göçme riskini temsil 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 edinilir, [30].

4.2.1 Kritik kat seçimi

Efektif kat alanı (A_e) bulmak için binanın zemin kat taban alanı, kenarları a ve b olan bir dikdörtgen içine kartezyen sisteminde oturtularak bulunur ($A_e = a b$) (Şekil 4.1). Daha sonra, en fazla hasar potansiyeli olan kat, kritik kat olarak seçilir. Kritik kat genellikle binanın zemin katıdır. Binada bodrum katın hiç istinat perdesi bulundurmaması durumunda, kritik kat bir bodrum kat olabilir. Hangi katın kritik kat olduğundan şüpheye düşüldüğü durumlarda, hesapların şüphe duyulan her kat için

yapılması ve en olumsuz puanın binanın performans puanı olarak kabul edilmesi en doğru yaklaşım olacaktır.



Şekil 4.1: Örnek bina zemin kat planı

4.2.2 C_A – Enkesit alanı endeksi bileşkesi

Önce kritik katta bulunan kolon, perde ve dolgu duvarların efektif enkesit alanları ve atalet momentleri ve daha sonra alan ve atalet momentleri x ve y doğrultuları için hesaplanır. Alan endeksi, kolon, perde ve dolgu duvar alanlarının efektif kat alanına oranı olarak tarif edilir. Elbette bu oran, elemanların her iki yöndeki etkili kesme alanlarına dayandığı için, binanın oturtulduğu kartezyen sisteminde kabul edilen x ve y yönleri için farklı sonuçlar verecektir. Alan endeksleri C_{Ax} ve C_{Ay} aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$C_{Ax} = 2(10^5) A_{ef,x} / A_e \quad (4.1)$$

$$C_{Ay} = 2(10^5) A_{ef,y} / A_e \quad (4.2)$$

$$A_{ef,x} = A_c + A_{sx} + (E_m / E_c) A_{wx} \quad (4.3)$$

$$A_{ef,y} = A_c + A_{sy} + (E_m / E_c) A_{wy} \quad (4.4)$$

Burada;

A_c : Kritik kattaki kolon enkesit alanları toplamı,

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

A_{sy} : Kritik kattaki y doğrultusundaki betonarme perde duvarların enkesit alanları toplamı,

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

A_{wy} : Kritik kattaki y doğrultusundaki dolgu duvarlarının enkesit alanları toplamı,

E_m / E_c : Dolgu duvarı elastisite modülünün beton elastisite modülüne oranı =0,15

Bu alan endekslerinin küçüğüne ‘minimum’, büyüğüne ‘maksimum’ bileşenleri tanımlanarak C_A – Alan Endeksi Bileşkesi için ağırlıklı bir ortalama endeks hesaplanır.

$$C_{A,min} = \min(C_{Ax}, C_{Ay}) \quad (4.5)$$

$$C_{A,max} = \max(C_{Ax}, C_{Ay}) \quad (4.6)$$

$$C_A = \sqrt{(0,87 C_{A,min})^2 + (0,50 C_{A,max})^2} \quad (4.7)$$

4.2.3 C_I – Atalet momenti endeksi bileşkesi

Her iki yöndeki atalet momenti endeksleri ve bunların bileşkeleri olan C_I –Atalet Momenti Endeksi Bileşkesi aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$C_{Ix} = 2(10)^5 (I_{ef,x} / I_x)^{0,2} \quad (4.8)$$

$$C_{Iy} = 2(10)^5 (I_{ef,y} / I_y)^{0,2} \quad (4.9)$$

$$I_x = ab^3 / 12 ; I_y = a^3 b / 12 \quad (4.10)$$

$$I_{ef,x} = I_{cx} + I_{sx} + (E_m / E_c) I_{wx} \quad (4.11)$$

$$I_{ef,y} = I_{cy} + I_{sy} + (E_m / E_c) I_{wy} \quad (4.12)$$

$$C_{I,min} = \min(C_{Ix}, C_{Iy}) \quad (4.13)$$

$$C_{I,max} = \max(C_{Ix}, C_{Iy}) \quad (4.14)$$

$$C_I = \sqrt{(0,87 C_{I,min})^2 + (0,50 C_{I,max})^2} \quad (4.15)$$

Burada ;

I_x ve I_y : Bina taban alanını içine alan dikdörtgenin x ve y yönündeki atalet momentleri,

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_I : Atalet momenti endeksinin bileşkesini göstermektedir.

C_A ve C_I , alan ve atalet momenti endekslerinin bileşkeleri, depremin binanın zayıf yönüne 30° açı ile geldiği yaklaşımına dayanılarak hesaplanmaktadır.

4.2.4 P_0 – Taşıyıcı sistem puanı

Binanın taşıyıcı sistem özelliklerini gösteren P_0 puanı (4.16) gibi hesaplanır,

$$P_0 = (C_A + C_I) / h_0 \quad (4.16)$$

Burada h_0 bina yüksekliği ile ilgili bir düzeltme çarpanıdır. h_0 – çarpanı, H =bina toplam yüksekliğine bağlı olarak Denklem (4.17) ‘de verilmiştir:

$$h_0 = -0,6 H^2 + 39,6 H - 13,4 \quad (4.17)$$

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 27 bin civarında bina üretilerek sonuçlar regresyon analizine tabi tutulmuş ve Denklem (4.17) elde edilmiştir (En küçük kareler regresyon katsayısı $R^2=0,40$ ’tır), [23].

Çizelge 4.1: Düzeltme faktörleri.

Katsayı	Tanım	Risk Seviyesi		
		Yüksek	Orta	Düşük
f ₁	Burulma Düzensizliği	0,90	0,95	1,00
f ₂	Döşeme Süreksizliği	0,90	0,95	1,00
f ₃	Düşey Doğrultuda Süreksizlik	0,65-0,75	0,90	1,00
f ₄	Kütle Düzensizliği	0,90	0,95	1,00
f ₅	Korozyon Mevcudiyeti	0,80	0,90	1,00
f ₆	Ağır Cephe Elemanları	0,90	0,95	1,00
f ₇	Asma Kat Mevcudiyeti (γ =Asma kat / Kat alanı)	0,90 $\gamma \geq 0,25$	0,95 $0 < \gamma < 0,25$	1,00 $\gamma = 0$
f ₈	Katlarda Seviye Farkı veya	0,80	0,90	1,00
f ₉	Beton Kalitesi	$f_9 = (f_c / 20)^{0,5}$		
f ₁₀	Zayıf Kolon-Kuvvetli Kiriş	$f_{10} = [(I_x + I_y) / 2 I_b]^{0,15} \leq 1,0$		
f ₁₁	Etriye Sıklığı	$f_{11} = 0,60 \leq (10 / s)^{0,25} \leq 1,0$		
f ₁₂	Zemin Sınıfı	0,90 (Z4)	0,95 (Z3)	1,00 (Z2,Z1)
f ₁₃	Temel Tipi	0,80 -0,90 (tekil)	0,95 (sürekli)	1,00 (radye)
f ₁₄	Temel Derinliği	0,90 $\leq 1 \text{ m}$	0,95 1 – 4 m	1,00 $\geq 4 \text{ m}$

Dolgu duvar boyutları sisteme işlenirken binanın kritik katının ve kritik katın bir üstündeki katın mimari planlarına bakılır. Ancak, binanın mimari planında görünen her dolgu duvar sisteme işlenmez. Sadece, yapısal sistem içerisindeki çerçeveyi dolduran veya betonarme düşey taşıyıcı elemanlardan herhangi biri ile en az bir taraftan teması olan dolgu duvarlar hesaplarda kullanılmak üzere sisteme işlenir.

Betonarme düşey taşıyıcı elemanlardan herhangi biri ile hiç bir temas bulunmayan dolgu duvarlar, binanın yanal rijitliğine hiç bir etkisi bulunmadığı için hesaplarda kullanılmayacağından sisteme işlenmez.

Dolgu duvarlarının içerisinde bulunabilecek pencereler duvarlarda süreksizlik yaratacağından sisteme aşağıdaki gibi işlenir;

- Eğer dolgu duvarın ortasında pencere mevcut ise duvarın plandaki uzunluğu aynen alınır, fakat kalınlık olarak duvarın gerçek kalınlığının yarısı alınır.
- Eğer dolgu duvarın köşesinde pencere mevcut ise duvarın kalınlığı aynen alınır, fakat uzunluk olarak pencere uzunluğu dahil edilmedenki duvar uzunluğu alınır, [31].

4.2.5 P_1 – Temel yapısal puanı

Çizelge 4.1’de bulunan yapısal düzensizlik katsayıları olan fi katsayılarının P_0 puanı ile ard arda çarpılarak aşağıda gösterildiği gibi elde edilir:

$$P_1 = P_0 \left(\prod_{i=1}^{14} f_i \right) \quad (4.18)$$

4.2.6 P_2 – Kısa kolon puanı

Binada kısa kolon bulunma oranı kısa kolonun serbest boyunun kat yüksekliğine oranı ile bulunur, bu değer ve katta ne oranda bulunduğu bilgilerini kullanarak hesaplanır, P_2 – Kısa Kolon Puanının puanlama sistemi Çizelge 4.2’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.2: Kısa kolon puanı.

n : Kısa kolonların bulunma oranı	Kısa Kolon boyu / Kat Yüksekliği	
	$>2/3$	$\leq 2/3$
Az ($n < \% 15$)	70	50
Genel ($\%15 < n < \%30$)	50	30
Yaygın ($n > \%30$)	45	20

4.2.7 P₃ – ‘Yumuşak kat’ ve ‘Zayıf kat’ puanı

Giriş katında kat yüksekliğinin çeşitli amaçlarla normalden yüksek tutulması ve/veya bina yatay dayanımına katkısı oldukça fazla olan yığma dolgu duvarlarının giriş katında bulunmaması gibi nedenlerle giriş katları zayıf hale getirilmekte ve hasarın odak noktası olmaktadır. Bu zayıflığı ifade eden P₃ ‘Yumuşak’ kat ve ‘Zayıf’ kat Puanı :

$$P_3 = 100[r_a r_r (h_{i+1}/h_i)^3]^{0,60} \quad (4.19)$$

denklemleri ile hesaplanmaktadır. Denklemlerdeki h_i ve h_{i+1} , kritik kat ve bir üst katın yüksekliklerini göstermek üzere, kritik katın göreceli yatay yer değiştirmesini temsilen eklenmiştir. Parantezin 0,60 ıncı kuvveti alındığında P₃ –puanı 0 ila 100 arasında değişen mantıksal bir değere oturmaktadır.

Burada r_a ve r_r , kritik kat ve bir üstündeki katın kolon, perde ve dolgu duvarlarının efektif alan ve efektif atalet momenti cinsinden birbirlerine oranlarını göstermektedir. r_a ve r_r değerleri x ve y yönleri için ayrı ayrı bulunur ve ortalamaları alınır.

$$r_a = (A_{ef,i}/A_{ef,i+1}) \leq 1 \quad (4.20)$$

$$r_r = (I_{ef,i}/I_{ef,i+1}) \leq 1 \quad (4.21)$$

4.2.8 P₄ – Çıkmalar ve çerçeve süreksizliği puanı

Türkiye’de çok yaygın olarak kullanılan, giriş katın üstündeki ağır çıkmalar hem binada kütle düzensizliğine ve deprem moment kolunun yukarılara taşınmasına neden olmakta, hem de dış cephe kolonları arasındaki kiriş akslarının ötelenmesi yolu ile çerçeve süreksizliği oluşturmaktadır. Binadaki çıkmalar ve bu nedenle oluşturulan çerçeve süreksizliği puanı, P₄, Çizelge 4.3’den alınmaktadır.

Çizelge 4.3: P₄ – Çıkmalar ve çerçeve süreksizliği puanı

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

4.2.9 P₅ – Çarpışma puanı

Bitişik iki binanın plandaki ağırlık merkezlerinden geçen çizgi bu binaların çarpışması durumunda, iki binanın ortak çizgisinin ortasından geçiyorsa, buna ‘merkezi’ çarpışma, geçmiyorsa ‘dışmerkezi’ çarpışma denir. Çarpışma puanı Çizelge 4.4'deki gibidir.

Çizelge 4.4: Çarpışma puanı.

Çarpışma türü	Merkezi		Dışmerkezli	
	Çarpışma		Çarpışma	
	Aynı	Farklı	Aynı	Farklı
	Seviye	Seviye	Seviye	Seviye
Birbirine bitişik binalarda son parsel	60	30	40	25
Bir bina diğerinden daha rijit ve/veya ağır	55	30	35	25
Kısa bina ile uzun bina komşu	75	40	50	35
Binalar aynı seviyede	75	50	65	45

4.2.10 P₆ – Sıvılaşma potansiyeli puanı

Herhangi bir bölgede hızlı veya daha ayrıntılı değerlendirmeye gidilmeden önce zemin özelliklerinin saptanması zorunludur. Sıvılaşma potansiyeli çeşitli zemin parametrelerine bağlı olarak ‘az’, ‘orta’ ve ‘yüksek’ olarak tayin edilmelidir. Sıvılaşma potansiyeli puanları yeraltı su seviyesine (YASS) göre Çizelge 4.5’te verilmiştir, sıvılaşma potansiyeli olmayan zeminlerde P₆ =100 alınır.

Çizelge 4.5: Sıvılaşma potansiyeli puanları

Yer alı su seviyesi	Hesaplanan Sıvılaşma Potansiyeli		
	Az	Orta	Yüksek
>10 m	60	45	30
2 – 10 m	45	33	20
<2 m	30	20	10

4.2.11 P₇ – Toprak hareketleri puanı

Toprak hareketleri için puanlamada Çizelge'ye girebilmek için, herşeyden önce zemin parametrelerinin tayin edilmesi ve bu parametrelerin ışığında, büyük oturmalar, yanal dağılma, heyelan ve istinat duvarı göçmesi gibi dört ayrı cins zemin hareketinden herhangi birinin olup olmayacağı saptanmalıdır. Herhangi bir toprak hareketi ihtimali saptanmışsa yeraltı su seviyesine (YASS) göre, Çizelge 4.6 'dan uygun P₇ – puanı seçilir.

Çizelge 4.6: Toprak hareketleri puanı

Zemin Sınıfı	YASS	P ₇ -Puanı
Z3 tipi zemin	≤ 5,0 m	25
	≥ 5,0 m	60
Z4 tipi zemin	≤ 5,0 m	10
	≥ 5,0 m	30
Z1,Z2 zemini		100

4.2.12 α – Düzeltme çarpanı

Çeşitli göçme modlarını temsil eden P_i puanları arasından minimum puan P_{min}'in, binanın ve yörenin özellikleri gözönüne alınarak seçilip ayrıca bir α – çarpanı ile düzeltilmesi gerekmektedir. α – çarpanı; bina önem katsayısı I , deprem bölgesine göre tayin edilen efektif ivme katsayısı A_0 , hareketli yük çarpanı n ve topografik konum katsayısı t gözönüne alınarak aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$\alpha = (1 / I) (1,4 - A_0) [1 / (0,4n + 0,88)] t \quad (4.22)$$

Topoğrafik t katsayısının değerleri,

Nominal değeri $t = 1,0$,

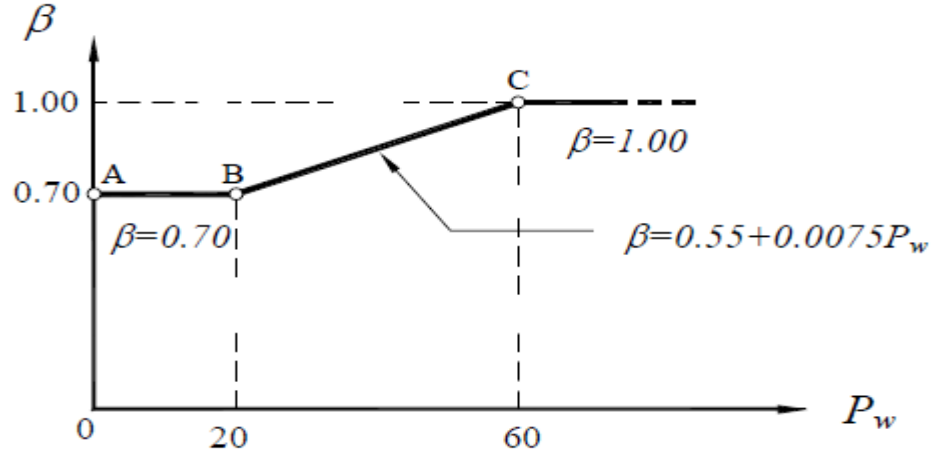
İncelenen binanın bir tepenin üstüne kurulu olması durumunda $t = 0,7$,

İncelenen binanın yamaçta kurulu olması durumunda $t = 0,85$,

4.2.13 β – Düzeltme çarpanı

Binanın sonuç performans puanı daha önce hesaplanan 7 adet P_i puanın ağırlıklı olarak birbirleri ile etkileşimleri yolu ile belirlenmektedir. Bunun için önce P_i puanları içinden $P_{\min}$ minimum puanı saptanır ve ağırlık katsayısı olarak $w = 4$ ile çarpılır. Diğer P_i puanları Çizelge 4.7’de verilen ağırlık puanları ile çarpılarak Denklem (4.23) yardımı ile ağırlıklı ortalama puanı P_w saptanır. Ağırlıklı ortalama puanı P_w kullanılarak Şekil.4.1 yardımı ile bir β – düzeltme çarpanı elde edilir.

$$P_w = \sum (w_i P_i) / \sum w_i \quad (4.23)$$



Şekil 4.2: β Katsayısının değişimi

Çizelge 4.7: Ağırlık puanı.

Ağırlık Puanı	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

4.2.14 P - Sonuç puanı

Yukarıda hesaplanan α ve β – çarpanları yardımı ile binanın performansını belirleyen P sonuç puanı

$$P = \alpha \beta P_{\min} \quad (4.24)$$

şeklinde hesaplanır. Burada $P_{\min}$ birbirinden bağımsız olarak hesaplanan ve yukarıda ayrıntıları ile açıklanan 7 adet P_i değerlendirme puanı arasından en küçüğüdür, [29].

4.2.15 Binanın göçme riskinin tayini

P25 metoduna göre değerlendirmeden elde edilen P puanı aşağıdaki sınır değerleri ile karşılaştırılarak binanın birinci bölge, ikinci bölge veya üçüncü bölgede olduğuna karar verilir. Eğer incelenen bina ile ilgili P puanı 1. Bölgedeyse:

1.Bölge $P \geq 35$; Düşük risk bandı : Binanın toptan göçme veya yıkılarak can kaybına sebep olma olasılığı düşük, dolayısıyla ayrıntılı incelenmesi çok öncelikli değildir.

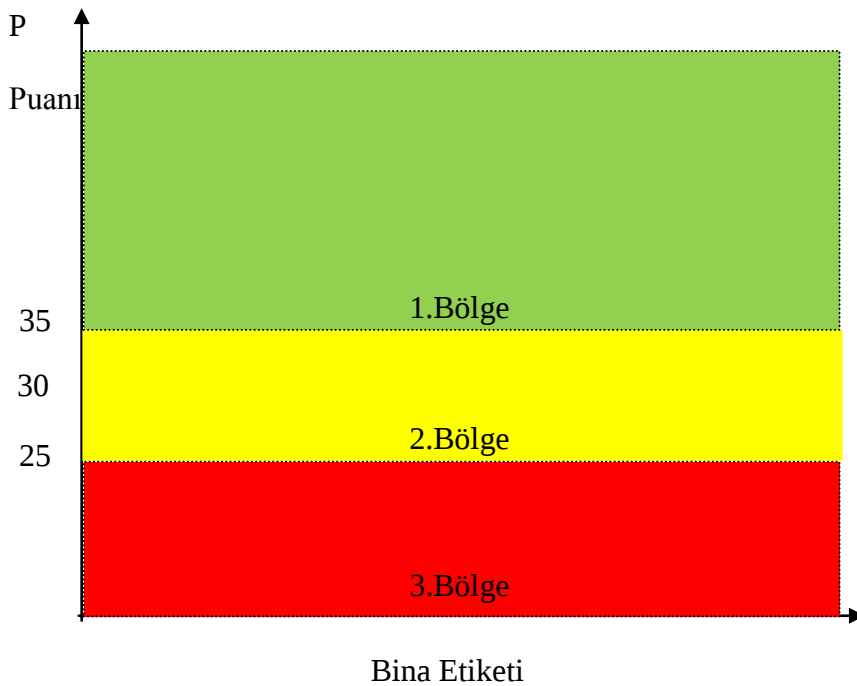
İncelenen bina ile ilgili P puanı 2. Bölgedeyse:

2.Bölge $35 > P > 25$; Ayrıntılı inceleme bandı : Bina yıkılarak can kaybına neden olup olmayacağı tam olarak saptanmadığından şüpheli durumdur.

İncelenen bina ile ilgili P puanı 3. Bölgedeyse:

3.Bölge $P \leq 25$; Yüksek riskli band : Bina olası senaryo depreminde göçerek can kaybına sebep olacaktır. En kısa zamanda boşaltılarak güçlendirilmesi veya yıkılıp baştan yapılması önerilmektedir.

$P=30$ güvenlik limiti olmak üzere; Şekil 4.3'te bant genişlikleri ve buna bağlı risk bölgeleri gösterilmektedir.



Şekil 4.3: Binaların puan dağılımları ve bant genişlikleri

5. DEPREM GÜVENLİĞİ TARAMA YÖNTEMİ

Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi (DGTY) mevcut betonarme binaların sismik performansının öndeğerlendirilmesinde kullanılmaktadır, [4]. DGTY’i JSİY’inin Türkiye’deki betonarme yapılara adapte edilmiş halidir, [31]. Bu metod mevcut binalar üzerinde herhangi bir ön inceleme gerektiğinde incelenen binalar arasında güvenli veya güvensiz binayı birbirinden ayırma amacı taşımaktadır. Bu metod kullanılarak elde edilen sonuç, binanın sismik performansı hakkında derece ve seviye belirtmeden, sadece bir deprem tehlikesine karşı binanın muhtemel sismik performansının nitel olarak tespitini sağlar, [32].

Bu değerlendirme hem arazi incelemeleri hem de statik hesaplamalar sonucunda binanın sismik performansının yapısal (I_S) ve yapısal olmayan (I_N) indeksler cinsinden ifade edilmesi ile yapılmaktadır, [33].

Bu metod kat sayısı 7’den az olan betonarme çerçeve, perde-çerçeve veya sadece perdelerden oluşan taşıyıcı sisteme sahip bina türü yapılarda uygulanabilmektedir. Alışılmamış taşıyıcı sisteme sahip, malzeme dayanımı düşük olan binalar, 30 yılın üzerinde yaşı olan ve büyük ölçüde yıpranmış çok eski binalar ile yangın geçirmiş binalarda bu metodun kullanılması önerilmemektedir.

Bu metod uygulanırken binanın sismik performansını belirlemek amacı ile I_S “Sismik Performans İndeksi” ve I_{SO} “Binanın Sismik Karar İndeksi” tanımlanmaktadır. $I_S / I_{SO} > 0,40$ durumunda ayrıntılı bir incelemeye gerek olmaksızın kullanıma devam edilebileceği sonucuna varılmaktadır. $I_S / I_{SO} < 0,40$ durumu ise daha ayrıntılı bir incelemenin gerekli olduğunu göstermektedir, [34].

Bu çalışmada sadece hızlı değerlendirme metodu ve detaylı yapısal çözümleme sonuçlarının karşılaştırılması amaçlandığından metodun yalnızca birinci aşaması ile ilgili bilgi verilmiştir.

Bu çalışmada incelenen örnek binalarda, daha önce diğer ülkelerde kullanılmış öndeğerlendirme yöntemlerinden biri olan JSİYnin Türkiye binalarına uyarlanmış şekli olan ve 34 nolu referansta verilen esaslara göre 1.aşama değerlendirilmesi

yapılmıştır. Bu yöntem 1992 Erzincan Depremi, 1998 Adana-Ceyhan Depremi ve 1999 Marmara ve Düzce Depremleri sonrasında farklı hasar seviyelerindeki binalara uygulanması sonucunda ve ABYYHY'98 çerçevesinde Türkiye koşullarına uyarlanması ile geliştirilmiş olan Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi (DGTY) dir. Deprem güvenliğinin hızlı şekilde tahmin edilmesi amacı ile betonarme çerçeve, perde çerçeve veya sadece perdelerden oluşan taşıyıcı sisteme sahip bodrum kat hariç altı ve/veya daha az katlı bina türü yapılara uygulanabilen bir hızlı tarama yöntemidir. Yöntem giderek daha gerçekçi sonuç veren iki aşamadan oluşmakla birlikte, bu kapsamda sadece hızlı tarama yöntemi olarak kullanımı amaçlandığından yöntemin birinci aşaması uygulanmıştır, [34].

5.1 Binaların Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi İle 1. Aşama Değerlendirilmesi

DGTY'nin 1. Aşama değerlendirilmesinde, deprem yükleri altında kolonlarda meydana gelecek olan kayma gerilmesi değerinden yola çıkarak bu kolonların dayanımları hakkında bilgi edinilmesi amaçlanır. Binadaki katların dayanımı, kolon ve taşıyıcı perdelerin enkesit alanına göre hesaplanmış beton kayma gerilmesi kullanılarak kısaca hesaplanabilir. Düşey elemanların kayma göçmesine uğrayacağı kabulüne göre çerçeve sünekliği hesaplanır. S_D ve T indekslerinin hesabı da kısaca yapılabilir. Bu aşamada binanın değerlendirilmesi için gereken bilgiler,

- Yapısal elemanların boyutları ve malzeme özellikleri.
- Yıpranma indeksinin tanımlanabilmesi için betonarme elemanlar ve bina üzerinden yapılacak okumalardan elde edilecek çatlak genişlikleri.
- Düzensizlik indeksi için binanın taşıyıcı sistem projeleri.
- Kolon davranış özelliklerinin belirlenebilmesi için mimari ve statik projelerinin temin edilmesi ya da gözlemlerden elde edilen veriler doğrultusunda oluşturulması gerekmektedir, [33].

Bölüm 5.2 Şekil 5.1'de birinci aşamada her kat ve her asal eksen doğrultusu değerlendirilmesi için akış diyagramı gösterilmiş ve bu bölümü izleyen bölümlerde bu akış diyagramında bulunan maddelerin detaylı açıklamaları sunulmuştur.

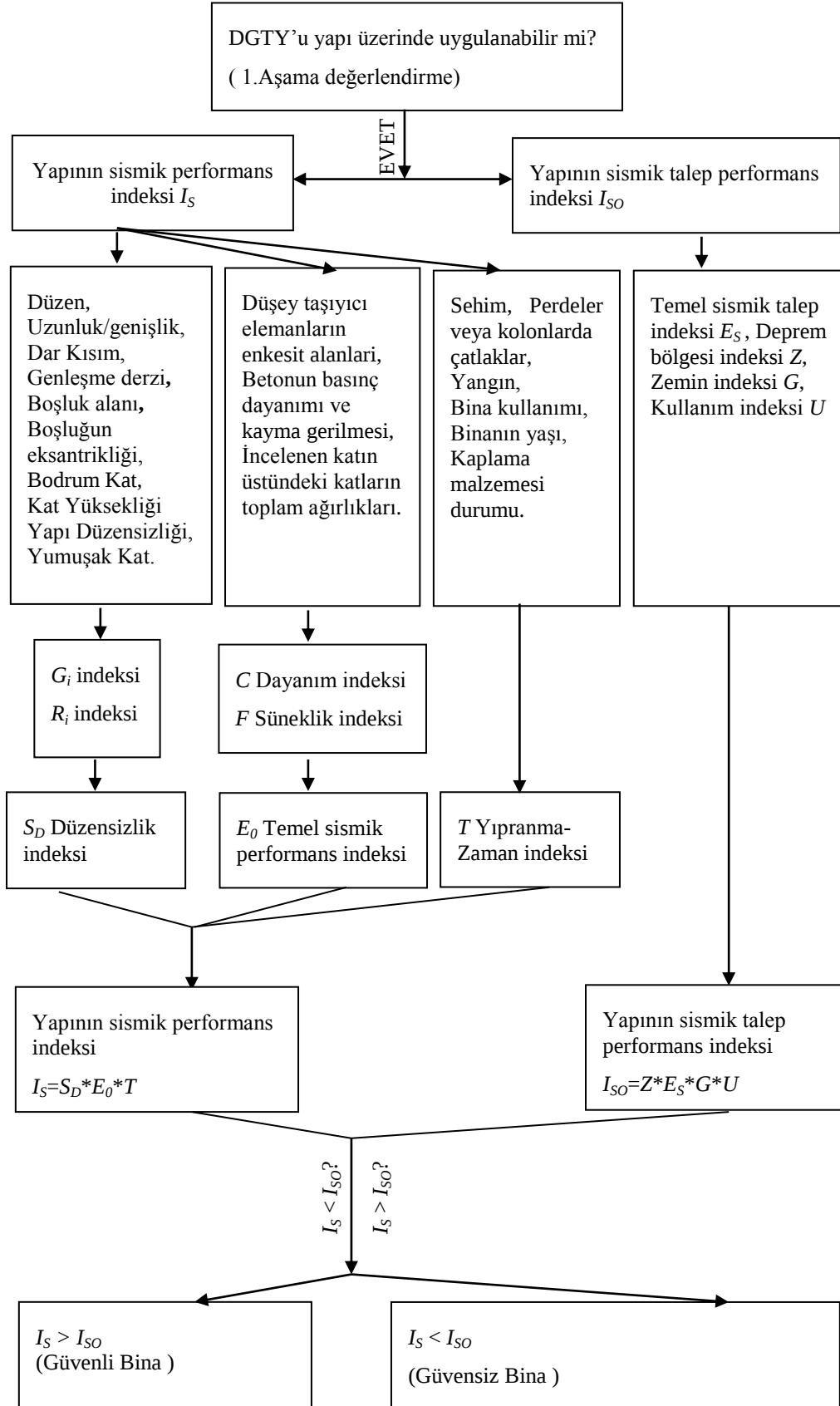
İkinci inceleme seviyesinde kolon ve perdelerin taşıma gücü ve süneklik kapasiteleri, taşıma gücü esasları kullanılarak hesap edilir. S_D ve T indisleri birinci

seviyeye göre daha ayrıntılı hesaplarla bulunur. Bu inceleme seviyesi özellikle zayıf kolon–güçlü kiriş bulunduran sistemlere uygundur. İnceleme neticesinde elde edilen sonuç, birinci seviyeden elde edilene kıyasla daha güvenlidir. Bu safhada çerçeveyi oluşturan kirişlerin rijit olduğu kabul edilebilir. E_0 ana indeksi, düşey taşıyıcı elemanların göçme türü göz önüne alınarak elde edilir.

Üçüncü inceleme seviyesi kapsamında E_0 ana indeksinin hesabında, düşey taşıyıcı elemanların göçme türlerinin yanı sıra kirişlerin davranışı ve perde temelindeki dönme de dahil olmak üzere yapının mümkün olan tüm göçme mekanizmaları göz önüne alınır. S_D ve T indislerinin hesabı ikinci seviyede olduğu gibidir, [35].

5.2 DGTY'de Her Kat ve Her Asal Eksen Doğrultusunda İzlenecek Yol

Şekil 5.1: DGTY'nin 1. aşamada her asal eksen doğrultusunda akış diyagramı



5.3 Bina İçin Sismik Performans İndeksinin Hesaplanması (I_s)

Binanın deprem etkisindeki performansını ifade eden I_s indeksi (5.1) formülü kullanılarak, binanın her katı ve her asal doğrultusu için hesaplanır. I_s indeksi, bina süneklik ve rijitlik değerleri kullanılarak hesaplanan Bina Temel Dayanım İndisi (E_0), Düzensizlik İndisi (S_D) ve Zaman İndisi (T) değerlerinin çarpımından elde edilmektedir.

$$I_s = E_0 \times S_D \times T \quad (5.1)$$

5.3.1 Temel sismik indeksinin hesaplanması E_0

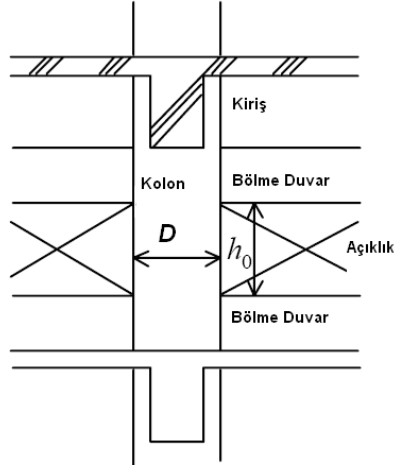
E_0 indeksi, yapısal performansı temsil eden bir parametredir. Binanın sismik performansı, taşıyıcı sistemin elemanlarının süneklik ve dayanımlarına bağlıdır. Bir binanın C dayanım indeksi ve F süneklik indeksi kullanılarak hesaplanır. Yüksek dayanım ve sünekliğe sahip binanın Temel Dayanım İndisi (E_0) değeri de yüksek olur.

Hesap Prensipleri

Bir binanın düşey elemanlarının E_0 indeksini belirlemek için bu elemanların Çizelge 5.1’de belirtilen üç sınıftan birine dahil olması gerekmektedir. E_0 indeksini elde etmek için kullanılan ifade, binayı oluşturan düşey elemanların sınıflandırılmalarına göre farklılık göstermektedir.

Çizelge 5.1: 1. Aşama değerlendirmesinde kullanılan elemanların sınıflandırması.

DÜŞEY ELEMENLER	TANIMLAMA
Kolon	Net yüksekliğinin enkesit yüksekliğine oranı (h_0/D) 2’den büyük olan betonarme kolonlar. (Şekil 5.2)
Kısa kolon	Net yüksekliğinin enkesit yüksekliğine oranı (h_0/D) 2’den küçük veya eşit olan betonarme kolonlar. (Şekil 5.2)
Perde duvar	Uçlarında başlık kolonu olan veya olmayan betonarme perdeler.



Şekil 5.2: Kolon net uzunluğu (h_0) ve enkesit yüksekliği (D)

E_0 indeksi, düşey taşıyıcı elemanların davranışları doğrultusunda gruplanarak hesaplanır. Bina dayanımının kapasitesi en küçük olan eleman tarafından belirleneceği kabulü yapılarak ve düşey taşıyıcı elemanlar arasında kısa kolon olup olmaması durumuna göre (5.2) ve (5.3) de belirtilen iki farklı denklem kullanılarak hesap yapılır.

Kısa kolonsuz bir binanın E_0 indeksi (5.2) denklemi ile hesaplanacaktır.

$$E_0 = \left(\frac{n+1}{n+i} \right) (C_w + a_1 C_c) F_w \quad (5.2)$$

Kısa kolonlu bir binanın E_0 indeksi, kısa kolonların dayanımlarının da hesaba katıldığı (5.3) nolu denklemden hesaplanır.

$$E_0 = \left(\frac{n+1}{n+i} \right) (C_{sc} + a_2 C_w + a_3 C_c) F_{sc} \quad (5.3)$$

n : Binanın bodrum katları hariç toplam kat sayısı

i : İncelenen kat seviyesi

C_w : Perde dayanımı

C_c : Kolon dayanımı

C_{sc} : Kısa kolon dayanımı

F_w : Perdenin süneklik indeksi ($F_w = 1$)

F_{sc} : Kısa kolonun süneklik indeksi ($F_{sc} = 0,8$)

a_1 : Perde elemanlarının en büyük şekil değiştirme durumunda kolonların dayanım katsayısı 0,7 alınır. $C_w = 0$ olduğu durumlarda 1 alınır.

α_2 : Kısa kolon elemanlarının en büyük şekil değiştirme durumunda perdelerin dayanım katsayısı 0,7 alınır.

α_3 : Kısa kolon elemanlarının en büyük şekil değiştirme durumunda kolonların dayanım katsayısı 0,5 alınır.

5.3.1.1 Dayanım indeksinin hesaplanması C

1.Aşama da elemanın grubuna bağlı olarak C indeksini hesaplamak için aşağıdaki denklemler kullanılır. C indeksi hesabı her kat seviyesinde ve her asal eksen doğrultusunda ayrı yapılmaktadır.

$$C_w = \frac{(\tau_{w1}A_{w1} + \tau_{w2}A_{w2} + \tau_{w3}A_{w3})}{\Sigma W} \beta_c \quad (5.4)$$

$$C_c = \frac{\tau_c A_c}{\Sigma W} \beta_c \quad (5.5)$$

$$C_{sc} = \frac{\tau_{sc} A_{sc}}{\Sigma W} \beta_c \quad (5.6)$$

$$\beta_c = \frac{F_c}{20} \quad ; F_c \leq 20 \quad (5.7)$$

$$\beta_c = \sqrt{\frac{F_c}{20}} \quad ; F_c > 20 \quad (5.8)$$

τ_{w1} : İki ucunda perde başlık kolonu bulunan perde duvarların ortalama kayma gerilmesi. 3,0 N/mm² alınabilir.

τ_{w2} : Bir ucunda perde başlık kolonu bulunan perde duvarların ortalama kayma gerilmesi. 2,0 N/mm² alınabilir.

τ_{w3} : Perde başlık kolonu bulunmayan perde duvarların ortalama kayma gerilmesi. 1,0 N/mm² alınabilir.

τ_c : Kolonların ortalama kayma gerilmesi. 1 N/mm² alınabilir. h_0 / D değeri 6 dan büyük olan kolonlarda bu değer 0,7 N/mm² alınabilir.

τ_{sc} : Kısa kolonların ortalama kayma gerilmesi. 1,5 N/mm² alınabilir.

C_c : Kolonların dayanım indeksi

C_w : Perde duvarların dayanım indeksi

C_{sc} : Kısa kolonların dayanım indeksi

A_{w1} : Herhangi bir kattaki, incelenen deprem doğrultusunda çalışan iki ucu başlık kolonlu perdelerin toplam kesit alanı (mm^2) (Bkz. Şekil 5.2)

A_{w2} : Herhangi bir kattaki, incelenen deprem doğrultusunda çalışan tek başlık kolonlu perdelerin toplam kesit alanı (mm^2) (Bkz. Şekil 5.2)

A_{w3} : Herhangi bir kattaki, incelenen deprem doğrultusunda çalışan başlıksız perdelerin toplam kesit alanı (mm^2) (Bkz. Şekil 5.2)

A_c : İncelenen kattaki tüm kolonların kesit alanlarının toplamı (tek başlık kolonlu perdelerin ve iki ucu başlık kolonlu perdelerin kolon alanları ihmal edilecektir) (mm^2)

A_{sc} : İncelenen kattaki tüm kısa kolonların kesit alanlarının toplamı (mm^2)

$\sum A_f$: İncelenen katın toplam alanı (m^2)

$\sum W$: İncelenen katın üstündeki katların toplam ağırlığı (deprem hesaplarında zati ve hareketli yüklerin toplamı), daha detaylı bir hesap yapılmadığında kat yükü 12 kN/m^2 olarak kabul edilebilir. Bu ağırlık binalara deprem anında etkiyen kütle hesabında kullanılan ağırlığa tekabül etmektedir.

F_c : Mevcut betonun basınç dayanımıdır. (N/mm^2) Malzeme testlerinden elde edilen dayanım değeri.

5.3.1.2 Süneklik indeksinin hesaplanması F

1. Aşama hesaplarında kullanılacak olan F süneklik indeksi değerleri düşey taşıyıcı eleman özelliklerine göre Çizelge 5.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 5.2: 1. Aşama düşey taşıyıcı elemanların F_w süneklik indeks değerleri

ELEMAN	F_w İNDEKSİ DEĞERİ
Kolon ($h_0 / D > 2$)	1,0
Kısa kolon ($h_0 / D \leq 2$)	0,8
Perde duvar	1,0

5.3.2 Düzensizlik indeksi S_D

S_D indeks değeri 1. aşama değerlendirmesi için denklem (5.9)’dan hesaplanabilir. Çizelge 5.3, G_i ve R_i faktörlerini elde etmekte kullanılmaktadır. G_i faktörü inceleme süresince her denetleme kısmı hakkındaki dereceleri, R_i faktörü ise binanın performansına göre bu kısımların bir çeşit etki derecesini temsil etmektedir.

Çizelge 5.3: S_D İndeks değerleri için G_i ve R_i indisleri

		G_i DEĞERİ			R_i DEĞERİ
		1,0	0,9	0,8	
Yatay Düzensizlik	a Düzen	a_1	a_2	a_3	1,0
	b Uzunluk/genişlik	$b \leq 5$	$5 < b \leq 8$	$8 < b$	0,5
	c Dar Kısım	$c \geq 0,8$	$0,8 > c \geq 0,5$	$0,5 > c$	0,5
	d Genleşme derzi	$d \geq 1/100$	$1/100 > d > 1/200$	$1/200 > d$	0,5
	e Boşluk alanı	$e \leq 0,1$	$0,1 < e < 0,3$	$0,3 < e$	0,5
	f Boşluğun eksantrikliği	$f_1 \leq 0,4$ 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
Düşey Düzensizlik	h Bodrum Kat	$1,0 \leq h$	$0,5 \leq h < 1,0$	$h < 0,5$	0,5
	i Kat Yüksekliği Düzensizliği	$0,8 \leq I$	$0,7 \leq I < 0,8$	$I < 0,7$	0,5
	j Yumuşak Kat	Yok	Var	Eksantrik	1,0

(Çizelge 5.3'deki a - j arası ifadeleri, binanın her katı için belirlenmeli ve bu değerlerin en küçüğü alınarak tüm katlara uygulanmalıdır.)

1. aşama değerlendirmesi için;

$$S_{D1} = q_{1a} * q_{1b} * \dots * q_{1k} \quad (5.9)$$

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

$$q_{1i} = \{ 1, 2 - (1 - G_i) R_i \} \quad i = h$$

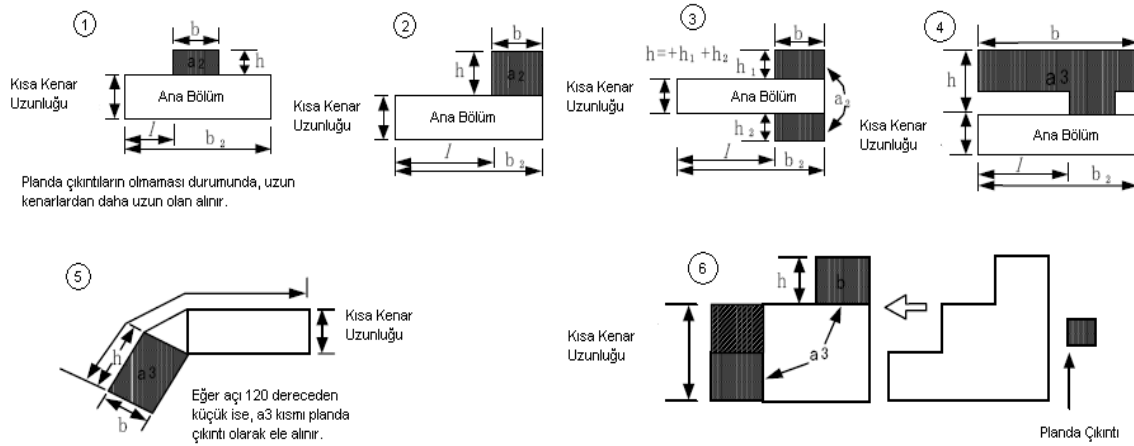
α : Plan düzeni:

Küçük kısım olarak adlandırılan planda çıkıntı yapan kısmın (h/b) oranı 0,5'ten küçük olduğu durumlarda, bu kısım göz ardı edilerek, geri kalan büyük kısım ana bölüm olarak ifade edilir ve bu bölüm dikkate alınır.

a_1 : Simetrik yada simetriğe yakın plan ve çıkıntı yapmış a alanı toplam kat alanının %10'undan daha az olduğu durumu ifade eder.

a_2 : L,T, veya U biçimli plan ve çıkıntı yapmış a alanı toplam kat alanının %30'undan daha az olduğu durumu ifade eder.

a_3 : L,T, veya U biçimli plan ve çıkıntı yapmış a alanı toplam kat alanının %30'undan daha fazla olduğu durumu ifade eder.



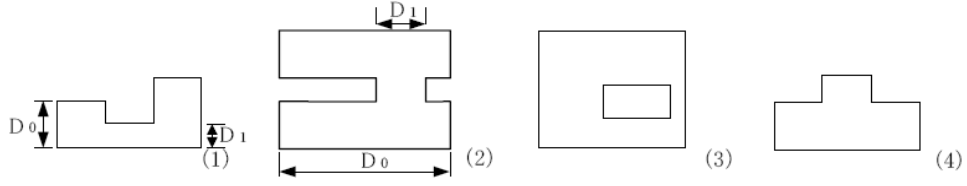
Şekil 5.3: S_D indeksi plan düzenleri

b: Uzunluk/Genişlik:

Binanın planda dikdörtgen olmadığı durumlarda uzun kenar, eğer çıkıntı yapan kısım a_1 plan düzenine giriyor ise çıkıntı yapan kısım dikkate alınmadan; diğer koşullarda ise Şekil 5.2'de görüldüğü gibi $b_1=2l$ veya b_2 değerlerinden büyük olan hesaba alınır. Bina planda (5) numara ile gösterilen şekilde ise ve çıkıntı olarak ele alınan kısım yok ise; en uzun kenarın uzunluğu, uzun kenar uzunluğu olarak alınabilir. Eğer bina planda (6) numara ile gösterilen şekilde ise; kısa kenarın uzunluğu, uzun kenar ile aynı uzunluktaki eşdeğer dikdörtgen olarak düşünülebilecek bir plana göre bulunabilir.

c: Dar kısım: $c = D_1/D_0$

Şekil 5.3'te gözüken (1) ve (2) numaralı bina planları dar kısımlara sahip olarak tanımlanırken, (3) ve (4) numara ile gösterilen bina planları dar kısmı olmayan bina olarak tanımlanmaktadır. (2) numara ile gösterilen durumlarda, a:plan düzeni ve c:dar kısım değerlendirilerek, içlerinden daha kötü sonuç çıkan değer kullanılacaktır.



Şekil 5.4: Planda dar kısım tanımları

d: yapısal derz: d = dilatasyon genişliği / temelden incelenen kat seviyesine kadar olan yükseklik. Böyle binalar için düzensizlik indeksi dilatasyon ile ayrılmış her bir blok için ayrıca hesaplanır.

e: Döşeme boşluğu alanı: e = döşeme boşluğu alanı / toplam kat alanı.

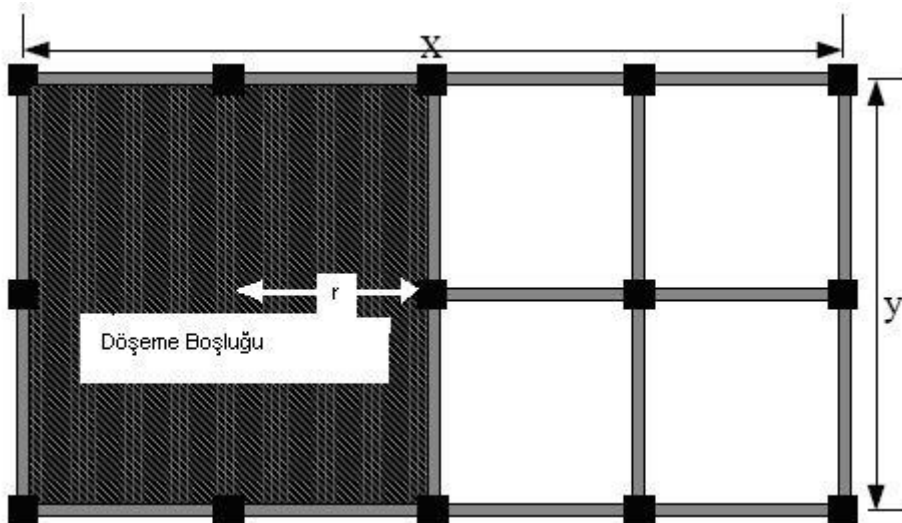
Döşeme boşluğu, iki veya daha fazla katın döşemelerindeki birbirlerine geçiş imkânı veren boşluklara denir. Eğer söz konusu boşluklar betonarme perdeler ile çevrilmiş durumda ise, bu boşluklar döşeme boşluğu olarak adlandırılmamaktadır.

f: Döşeme boşluğu dışmerkezliği:

f_1 = döşeme boşluğu alanı ve toplam kat alanı merkezleri arasındaki mesafe / planın kısa kenar uzunluğu $= r/y$

f_2 = döşeme boşluğu alanı ve toplam kat alanı merkezleri arasındaki mesafe / planın uzun kenar uzunluğu $= r/x$

f ifadesi için gerekli semboller, Şekil 5.4’de gösterildiği gibidir.



Şekil 5.5: Planda boşluk alanı

h: Bodrum kat düzensizliği: $h = \text{bodrum kat alanı} / \text{zemin kat alanı}$.

i: Kat yüksekliği düzensizliği: $i = \text{bir üst katın yüksekliği} / \text{incelenen kat yüksekliği}$.
İncelenen kat en üst kat ise, bir üst katın yüksekliği yerine bir alt katın yüksekliği alınmalıdır.

j: Dışmerkezlikli yumuşak kat: $j = \text{Taşıyıcı sistem çerçevelerden oluşuyor ise, böyle bir düzensizlik söz konusu değildir, [33]}$.

5.3.3 Yıpranma zaman indeksi T

DGTY'nin 1. aşama değerlendirilmesinde yıpranma – zaman indeksinin hesabı, binanın 7 değişik faktörünün arazi kontrolleri yapılarak ve Çizelge 5.4'den faydalanılarak yapılmaktadır. Hesap sonunda bulunan en küçük T değeri tüm bina için yıpranma – zaman indeksi olarak hesaplarda kullanılmaktadır.

Çizelge 5.4: T İndeksi için değerlendirme indeksleri

İncelenen Detaylar	Gözlemlenen Binasal Durum	T Değeri
Sehim	Bina eğime veya düzgün olmayan bir oturmaya sahip	0,7
	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 sonucu gözlemlenebilir donatı korozyonu	0,8
	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 fakat onarılmamış	0,7
	Yangın geçirmiş ve onarılmış	0,8
	Hiçbiri yok	1,0
Bina kullanımı	Kimyasal etkilere maruz kalmış	0,8
	Hiçbiri yok	1,0
Binanın yaşı	30'dan fazla	0,8
	20'den fazla	0,9
	20'den az	1,0
Kaplama malzemesi durumu	Dış yüzeylerde ciddi bozulma	0,9

5.3.4 Sismik performansın belirlenmesi

Bina için elde edilen I_S değeri, hesaplanan I_{SO} Sismik Karar İndeksi değeri ile karşılaştırılarak binanın güvenli olup olmadığı konusunda karara varılır. Hesaplanan sismik indeks değerinin, sismik karar indeksi değerinden büyük olması binanın deprem performansı açısından güvenli, küçük olması ise yeterli deprem güvenliği sağlanmadığı anlamını taşır.

$$I_S > I_{SO} \quad (\text{Güvenli Bina Durumu})$$

$$I_S < I_{SO} \quad (\text{Güvenliği Yetersiz Bina Durumu})$$

I_{SO} Sismik Karar İndeksi değeri (5.10) denklemi kullanılarak hesaplanmalıdır.

$$I_{SO} = E_S \times Z \times G \times U \quad (5.10)$$

Bu metodun Türkiye'de kullanılabilirliği ile ilgili Boduroğlu vd.'nin (2004) yapmış olduğu çalışma sonucunda $I_S/I_{SO} < 0,40$ olması durumunda binanın deprem güvenliği açısından yetersiz olduğu, $I_S/I_{SO} > 0,40$ olması durumunda ise deprem güvenliği açısından yeterli olduğu görülmüştür, [34].

5.3.5 Temel sismik talep indeksi E_S

Aşamalara bağlı olarak bina taşıyıcı sisteminin sahip olması gereken temel sismik performans değeri indeks olarak ifade edilir.

Çizelge 5.5: Aşamalara göre E_S indeksi değerleri

Aşama	E_S İndeksi Değeri
1. Aşama Değerlendirmesi	0,80
2. Aşama Değerlendirmesi	0,60
3. Aşama Değerlendirmesi	0,60

5.3.5.1 Deprem bölgesi indeksi Z

Deprem bölgesi indeksi Z , bölgenin depremselliğini ifade eden indekstir. Z indeksi için Türkiye deprem bölgelerine göre alınması önerilen katsayılar Çizelge 5.6'da yer almaktadır.

Çizelge 5.6: Deprem bölgesi indeksi değerleri z

Deprem Bölgesi	Z İndeksi Değeri
1.Derece Deprem Bölgesi	1,0
2.Derece Deprem Bölgesi	0,9
3.Derece Deprem Bölgesi	0,8
4.Derece Deprem Bölgesi	0,7

5.3.5.2 Zemin indeksi G

Binanın inşa edildiği zemin özelliklerini ve genel jeolojik özelliklerini tanımlamak için kullanılan G indeksi zemin durumuna göre 1,0 ile 1,1 arasında değişen değerler alabilir. Zemin koşulları kötüleştikçe indeksin değeri de büyümektedir. Bu değerler Çizelge 5.7 de gösterilmektedir.

Çizelge 5.7: Topoğrafik etkiler için G yer indeksi

Zemin Durumu	G İndeksi Değeri
Genel	1,0
Kayalık	1,1
Kısmi Tepe	1,1
Düzensiz Yüzey Tabakası	1,1

5.3.5.3 Kullanım indeksi U

Kullanım indeksi binanın kullanım şeklini sismik karar indeksi hesabına dahil eden bir indekstir. İnsanların deprem sırasında ve sonrasında barınmak için kullanacağı yerler ile tehlikeli madde depoları gibi binalarda 1,50 olarak, konut ve benzeri diğer binalarda ise 1,00 olarak hesaplara katılmaktadır, [34].

Bu yöntemi kullanarak daha gerçekçi sonuç almak için, daha çok zaman alan kademeli 2. aşama ve 3. aşamaların kullanımları önerilmektedir, [36].

6. SAYISAL İNCELEMELER

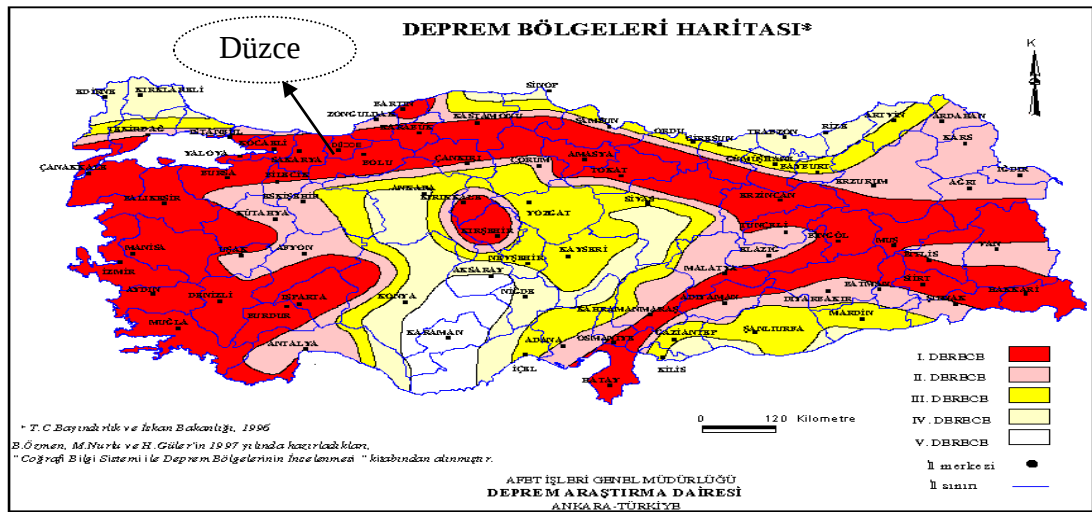
6.1 Giriş ve Kapsam

Tez çalışmasında mevcut betonarme yapıların deprem güvenliğinin değerlendirilmesi konusunda çözümleme örneği olarak, 7 adet betonarme taşıyıcı çerçeveden oluşan bina doneleri P25 metodu ve Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi 'ne uygulanarak sonuçlar karşılaştırmalı olarak incelenmiş ve sonuçların birbiri ile uyumlu olup olmadığı araştırılmıştır. İncelenen örnek binaların 6 tanesi 1999 Düzce depreminde tamamen yıkılmış veya ağır hasar görerek sonradan yıkılmış binalar olup 1 tanesi ise İstanbul Çamlıca'da yer alan henüz deprem görmemiş bir yapıdır.

6.2 Düzce Şehri ve Düzce Depremleri

- Düzce şehri

Düzce şehri TÜRKİYE'nin kuzey batısında Kuzey Anadolu Fayı hatı üzerinde bulunmaktadır. Türkiye deprem bölgeleri haritasında da gösterildiği gibi Düzce 1.dereceden deprem bölgesinde yer almakta olup 1999 yılında 2 büyük deprem; (17 Ağustos 1999 ve 12 Kasım 1999 depremleri) yaşamıştır.



Şekil 6.1: Türkiye deprem bölgeleri haritası

- Düzce depremleri

1999 Gölcük Depremi, (İzmit Depremi, Marmara Depremi), 17 Ağustos 1999 sabahı, yerel saatle 03:02'de gerçekleşen, Kocaeli/Gölcük merkezli deprem olup Mw ölçeğine göre 7,5 büyüklüğünde gerçekleşen deprem, büyük çapta can ve mal kaybına neden olmuştur.

Tüm Marmara Bölgesi'nde, Ankara'dan İzmir'e kadar geniş bir alanda hissedilen depremde resmi raporlara göre, 17480 ölüm ve 23781 yaralı kayda geçmiş, ayrıca 285211 konut, 42902 iş yeri hasar görmüştür. [37].

Düzce Depremi ise 12 Kasım 1999 Cuma günü saat 18:57'de gerçekleşmiştir. Aletsel büyüklüğü 7,2 ve merkez üssü Düzce'de olan ve 30 saniye süreyle etkili olan deprem pek çok ilin yanı sıra Ukrayna'dan da hissedilmiştir..

Başbakanlık Kriz Yönetim Merkezi'nin açıklamasına göre, ölü sayısı 845, yaralı sayısı 4948 dir. Depremde hasar gören ve derhal yıkılması gereken bina sayısı 3395, yıkık ya da ağır hasarlı ev sayısı 12939, iş yeri sayısı ise 2450'dir, [38].

Depremler sonrasında yapılan ilk incelemelerde yapıların hasar dereceleri arasında büyük farklılıklar ve orantısızlıklara rastlanması, gerek yıkılan yapıların gerekse hasar görmeyen yapıların ayrıntılı incelenmesinin gerektiğini ortaya çıkarmıştır. Bu amaçla öncelikle hedefi istatistiksel değerlendirme olan bir veri toplama ve işleme çalışması Düzce Belediye Başkanlığı tarafından düzenlenmiştir. Bu çalışmada yıkılan, orta hasarlı ve hasar görmeyen toplam 33 yapının analizi yapılmıştır. Değerlendirilen yapılar (çoğu 6 katlı olmak üzere) 4-6 kat adedine sahip yapıların arasından seçilmiştir. İlk aşamada orta hasarlı veya hasarsız olan yapılarda yerinde inceleme yapılarak projeye uyumluluğu, malzeme dayanımları ve hasar üzerinde etkisi olabilecek durumlar araştırılmıştır. İkinci aşamada yapıların dinamik analizi yapılmış, bu analizde önce yapıların 1975 Afet Yönetmeliğine uygunluğu incelenmiş, daha sonra 1998 Deprem Yönetmeliği kriterlerine göre dinamik hesapları yapılmıştır. Hesaplarda Z4 zemin sınıfına ait tasarım spektrumu $R=4$ azaltma katsayısı ile uygulanmıştır. İncelenen tüm yapılar tasarım değerleri açısından 1975 Afet yönetmeliğine uygun olarak tespit edilmiştir. İnceleme neticesinde elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir;

Çizelge 6.1: Düzce depreminde incelenen parametrelerin yapıların hasar durumunda etkisi (33 yapının ortalama değerleri)

İncelenen Parametre		Hasar Durumu		
		Hasarsız	Orta hasarlı	Yıkık
A		0,00442	0,00416	0,00341
B		67,42	42,26	29,84
C	Kısa	0,41	0,44	0,56
	Uzun	0,48	0,53	0,64
D		0,00243	0,00250	0,00367
E	Y	0,00395	0,00494	0,00657
	X	0,00599	0,00663	0,00990
F		0,18	0,24	0,77
G		448,94	494,59	654,88
H	Rijit bodrum kat	0,42	0,41	0,10
	Yumuşak kat	0,33	0,64	1,00
I		75,9	78,1	87,2

A: Kesit Oranları; Düşey taşıyıcı elemanların enkesit değerlerinin toplamı toplam yapı alanlarına bölünerek elde edilmiştir (m^2/m^2).

B: Çerçeve Sürekliliği; Yapının her bir doğrultusunda sürekli olarak devam eden çerçeve sayısının toplam çerçeve sayısına oranı (%).

C: 1.Mod Titreşim Periyodu (sn).

D: Maksimum Görelî Kat Ötelemesi ($D_i \text{ maks}/H_i$).

E: İkinci Mertebe Etkisi(Q_i).

F: Eksenel yük ve pürsantaj sınırları aşan düşey taşıyıcı eleman miktarının toplam düşey taşıyıcı eleman miktarına oranı.

G: Taban kesme kuvvetinin toplam düşey taşıyıcı eleman alanına oranı (KN /m^2).

H: Yumuşak Kat ve Rijit Bodrum Etkisi; İncelenen örnekler içerisinde yumuşak kata sahip örneklerin toplama oranı ve rijit kata sahip örneklerin toplama oranı.

I: Ortalama Zemin Gerilmesinin Dağılımı; arttırılmış toplam yapı ağırlığının toplam temel tabanı alanına oranı (KN /m^2), [39].

6.3 İncelenen Yapıların Etiketlenmesi

Bu çalışmada incelenen binalar için, daha önce 106M278 No.lu TUBITAK projesinde önerilen ve İTÜ UYGAR merkezindeki yapılara da uygulanan bir kodlama ve etiketleme sistemi kullanılmıştır, [40].

Bu etiketleme sistemine göre: XXX-YYY-Y-XX-YY şeklinde X sembolü rakam, Y sembolü harfleri göstermek üzere 11 basamaklı bir isimlendirme yapılmıştır.

Etikette ilk üç basamak 001'den 007'ye kadar devam eden sıralamayı göstermektedir. YYY ile gösterilen 4, 5 ve 6'ncı basamak ile şehrin kodlanması gerekmektedir. Şehir isimleri kodlanırken sadece ilk üç harf kullanılacaktır, Türkçe karakterler kullanılmayacaktır ve ilk üç harfi aynı olan şehirlerden birini son harf üçüncü harf yerine dördüncü harf olarak değiştirilecektir. 7. basamak yapı tipini göstermektedir. Yapı tipleri bu çalışmada betonarme olduğundan, uluslararası notasyona uyum sağlaması için İngilizce isminin baş harfinden esinlenilerek R: Betonarme olarak kodlama yapılmaktadır. Başka tip yapılar ve bu çalışmanın kapsamında olmayan yapılar ise; P: Prefabrike ve O: diğer, şeklinde kodlama yapılmıştır. 8. ve 9. basamağa yapı kat adedi işlenmiştir. 11. ve 12. basamaklarda belirtilen ve daha yapı incelemeye alınmadan algılanması gereken bir diğer bilgi de yapının geçirdiği deprem olup olmadığı, yapının hasar durumudur. Özellikle P25 sonuçlarının hasarlı yapıların sonuçları kullanılarak kalibre edildiği düşünüldüğünde, kodlamanın bu kısımdaki bilgi oldukça önemlidir. Aynı yapıların uluslararası çalışmalarda ve başka araştırmacılar tarafından kullanılmasının kolaylaştırılması için, hasar isimleri yine İngilizce hasarlı anlamını taşıyan terimlerin baş harfleri seçilerek oluşturulmuştur. Buna göre yapının rapor bilgileri esas alınarak hasarsız yapılar ND (non damaged) ile, hafif hasarlı yapılar SD (slightly damaged) ile, orta hasarlı yapılar MD (medium damaged) ile, ağır hasarlı yapılar HD (heavy damaged) ile ve göçmüş yapılar da CL (collapsed) ile kodlandırılmıştır, [24]. Henüz büyük deprem yaşamamış yapılar ise NS (no seismicity) ile kodlandırılmıştır. .

6.4 Çalışma Kapsamında İncelenen Örnek Yapılar

- 001-IST-R-04 -NS İstanbul, Çamlıca
- 002-DUZ-R-07-CL Bolu, Düzce, Şerifiye, Atatürk, 34.H.II.a, 58, 405
- 003-DUZ-R-05-CL Bolu, Düzce, Şerifiye, Metek, 34.H.III.d, 58, 14

- 004-DUZ-R-05-CL Bolu, Düzce, Burhaniye, General Kazım, 20.M.III.a, 86, 76
- 005-DUZ-R-06-CL Bolu, Düzce, Fevzi, Bolu, 19.N.I.b, 107, 98
- 006-DUZ-R-07-CL Düzce, Düzce, Burhaniye, Atatürk, 34.H.III.a, 58, 497
- 007-DUZ-R-06-CL Düzce, Düzce, Burhaniye, Afyon, 34.H.II.a, 81, 14

Yukarıdaki yapılar, çalışmanın sonraki aşamalarında listenin sol tarafında belirtilen etiket isimleri ile ifade edileceklerdir. Yapı etiketinin devamında yapının adres bilgileri; İl, İlçe, Mahalle, Sokak, Pafta no, Ada no ve Parsel no bulunmaktadır. Çalışma kapsamında yapıların tümü P25 ve Deprem Güvenliği Tarama Yöntemleri ile, sadece İstanbul Çamlıca ilçesinde bulunan 001-IST-R-04 -NS kodlu yapı bu değerlendirmelere ek olarak 2007 Deprem Yönetmeliğine uygun, doğrusal elastik yöntem ile analiz edilmiş, depremde göçme güvenliği değerlendirmeleri yapılmış ve sonuç bölümünde de bu yapıların sismik değerlendirmeleri yorumlanmıştır.

Deprem güvenliği incelemesi yapılacak olan tüm yapılar 1. derece deprem bölgesinde, Z1 ($T_a=0,15$ sn ve $T_b=0,30$ sn) yerel zemin sınıfı üzerinde bulunmakta olup, çarpışma riski, sıvılaşma riski ve toprak hareketi gibi olumsuz etkiler hesaplarda göz önüne alınmamıştır..

Yapıların yaşı 30 yıldan az olup daha önce yangın geçirmemiş oldukları kabul edilmiştir. Beton basınç dayanımı olarak 10 N/mm^2 , yapıya etkiyen düşey yükler DGTY değerlendirilmeleri için 12 kN/m^2 olarak hesaba katılmıştır.

6.5 001-IST-R-04 -NS Yapısı Deprem Güvenliği ve Performans Değerlendirmesi

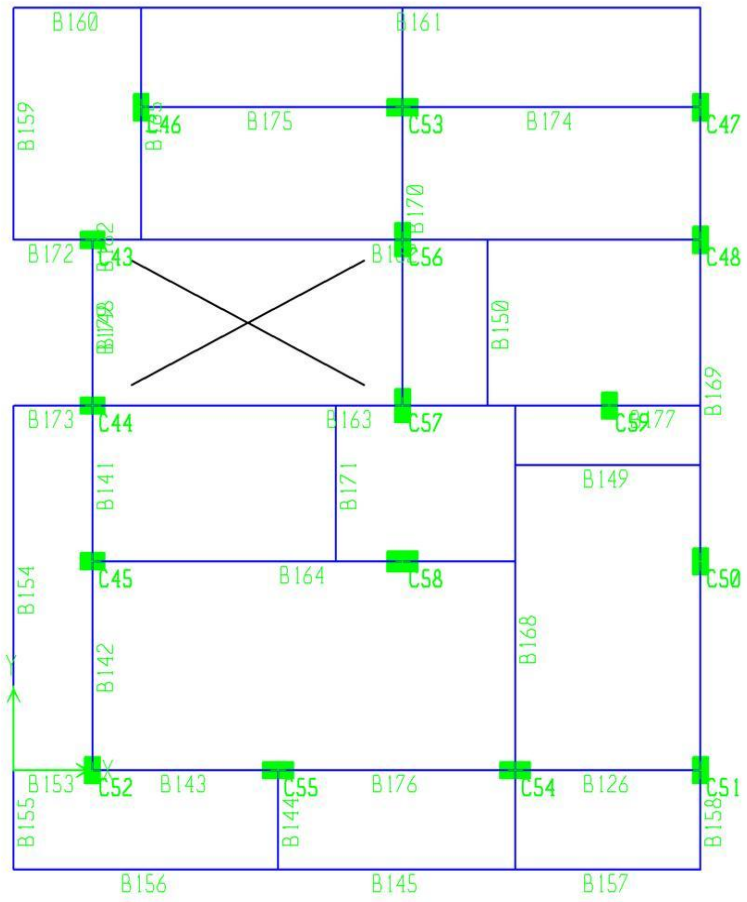
6.5.1 001-IST-R-04 -NS yapısı genel bilgileri

Deprem Performansı incelemesi yapılacak olan 001-IST-R-04 -NS Yapısı, zemin ve üç normal kattan oluşan bir konut yapısıdır. Statik ve mimari projeleri elde edilmiş ve yapılan tetkikler sonucu malzeme dayanımı bilgileri mevcuttur.

Yapının zemin kat yüksekliği 3,50 m, diğer kat yükseklikleri 3,00 m olmak üzere toplam yüksekliği 12,50 m'dir. Planda taşıyıcı sistem düzensizliği bulunmayan konut yapısı Z1 ($T_a=0,15$ sn ve $T_b=0,30$ sn) yerel zemin sınıfı üzerinde bulunmakta olup, çarpışma riski, sıvılaşma riski ve toprak hareketi olumsuz etkileri hesaplarda göz önüne alınmamaktadır, yapının genel bilgileri Çizelge 6.2'de verilmektedir ;

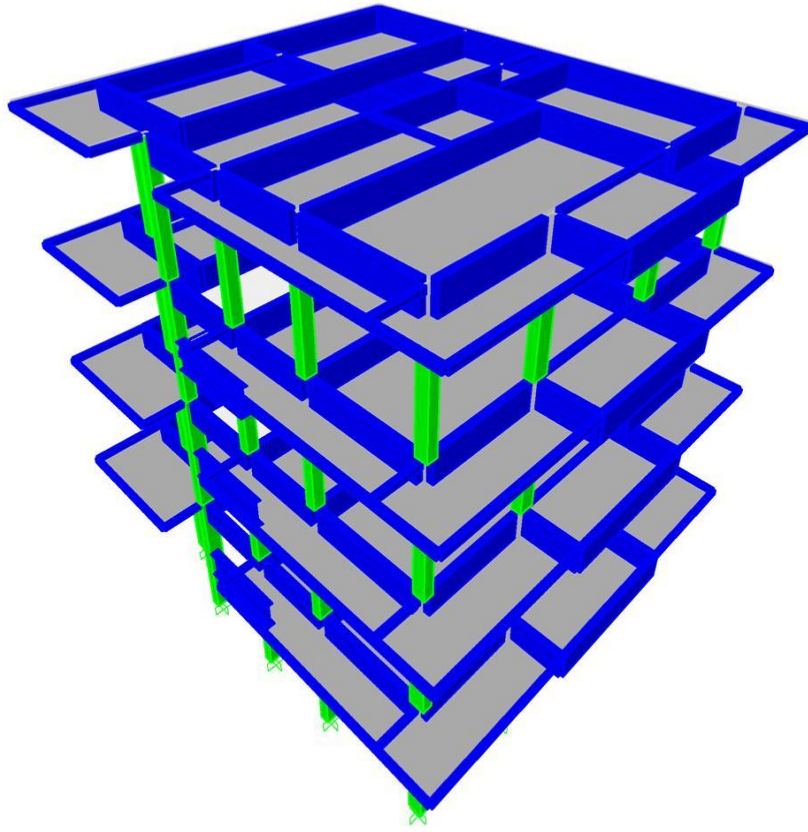
Çizelge 6.2: 001-IST-R-04 –NS yapısı genel bilgileri

Kat No	Kot	Yükseklik (m)	Alan (m ²)	Arsa (mxm)
Zemin	+0020	3,50	109	10,80 X 10,05
1.	+0370	3,00	130	10,00 X 13,00
2.	+0670	3,00	130	10,00 X 13,00
3.	+0970	3,00	130	10,00 X 13,00



ETABS v9.5.0 - File: hojat - August 21,2011 16:52
Plan View - STORY2 - Elevation 6.5 - KN-m Units

Şekil 6.2: 001-IST-R-04 –NS yapısı 1. normal kat planı



ETABS v9.5.0 - File: hojat - August 21,2011 16:53
3-D View - KN-m Units

Şekil 6.3: 001-IST-R-04 –NS yapısı 3D görüntüsü

6.5.2 Yapıya etkiyen yükler ve yapı ağırlığı

Yapılarda deprem anında oluşacak olan deprem kuvvetlerine esas teşkil eden kütlenin doğru olarak belirlenmesi yapıda deprem performansı değerlendirmesinin gerçeğe yaklaşık bir sonuca ulaşılmasında en önemli etkenlerden biridir. Bu amaçla yapılan hesaplamalarda ağırlıklar gerçek durumu yansıtmak için eksiksiz tanımlanmıştır. Konut yapısı olarak kullanılan bu yapıda sabit yükler için zemin, 1. kat ve 2. kat tavanı tabliyelerinde mimari kaplama, sıva, tesviye şapı ve diğer sabit yükleri tanımlamak amacıyla $1,2 \text{ kN/m}^2$, çatıyı taşıyan 3. kat tabliyesinde $1,29 \text{ kN/m}^2$, balkonlarda $1,17 \text{ kN/m}^2$ yayılı yük dikkate alınmıştır. Hareketli yükler için zemin, 1. kat ve 2. kat tavanı tabliyelerinde 2 kN/m^2 3. kat tabliyesinde $0,27 \text{ kN/m}^2$, balkonlarda $3,5 \text{ kN/m}^2$ ve dış duvar yükleri için $4,2 \text{ kN/m}$ iç duvar yükleri için ise $2,1 \text{ kN/m}$ mimari projesinde gösterildiği şekliyle normal kat kirişlerin üzerine ve $2,1 \text{ kN/m}$ çatı kat kirişlerin üzerine yayılı yük atanmıştır. Kat kütlelerinin belirlendiği deprem hesabında, konut amacı ile kullanılan yapı için hareketli yük katılım katsayısı $n=0,30$ olarak dikkate alınmıştır. Buna göre hesaplanan toplam yapı ağırlığı için $W=4663\text{KN}$ elde edilmiştir.

6.5.3 001-IST-R-04 -NS yapısı DBYBHY- 07'e göre değerlendirilmesi

Yapının bilgisayar ortamında matematik modeli ETABS V 9.5.0 programıyla yapılmıştır. Döşemeler yatayda rijit diyafram olarak tanımlanmış olup düğüm noktaları sonsuz rijit kabul edilmiştir, [41].

Bu yapı Doğrusal Elastik Hesap Yöntemlerinden Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemiyle incelenecektir. Binanın, 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem altında DBYBHY- 07'ye göre “Can Güvenliği (CG)” performans hedefini sağlayıp sağlamadığı araştırılmaktadır.

6.5.3.1 Çatlamış kesite ait etkin eğilme rijitliklerinin belirlenmesi

Matematik Modeli ETABS V 9.5.0 Programında oluşturulan yapı düşey yüklemesiyle çözülmüştür. Çıkan sonuçlara göre DBYBHY- 07 Bölüm 7.4.13'e göre kolon eleman rijitlikleri tanımlanmıştır. Çatlamış kesit rijitliklerinin hesabının sonuçları kesitlere atanmıştır. Bu sonuçlar çizelgeler halinde EK A'da gösterilmektedir.

6.5.3.2 Eşdeğer deprem yüklerinin hesabı

Yapı çatlamış kesit rijitliklerine göre mod şekillerinin ve titreşim periyodlarının belirlenebilmesi için ETABS’de 12 modlu bir analiz yapılmış ve yapı periyodu x yönünde 0,66 sn, y yönünde ise 0,84 sn bulunmuştur. Bölüm 2.6.1’e göre $R_a=1$ ve λ katsayısı= 0,85 alınmıştır. Katlara etkiyecek eşdeğer deprem kuvvetleri DBYBHY-07 Bölüm 2.7’ye göre aşağıdaki gibi x ve y yönü için sırasıyla Çizelge 6.3 ve Çizelge 6.4’de gösterilmiştir.

Çizelge 6.3: X yönünde eşdeğer deprem kuvvetleri

kat no	w_i (kN)	H_i (m)	$w_i H_i$ (kN.m)	$\frac{w_i H_i}{\sum w_i H_i}$	$\frac{w_i H_i}{\sum w_i H_i} (V_t - \Delta F_N)$	ΔF_N (kN)	λF_i (kN)
4	978	12,5	12226	0,339	816,95	74,5	757,69
3	1201	9,5	11418	0,317	762,92		648,48
2	1231	6,5	8002	0,222	534,66		454,46
1	1252	3,5	4383	0,122	292,88		248,94
Σ	4663		36030				

Çizelge 6.4: Y yönünde eşdeğer deprem kuvvetleri

kat no	w_i (kN)	H_i (m)	$w_i H_i$ (kN.m)	$\frac{w_i H_i}{\sum w_i H_i}$	$\frac{w_i H_i}{\sum w_i H_i} (V_t - \Delta F_N)$	ΔF_N (kN)	λF_i (kN)
4	978	12,5	12226	0,339	673,60	61,4	735
3	1201	9,5	11418	0,317	629,05		629,06
2	1231	6,5	8002	0,222	440,84		440,85
1	1252	3,5	4383	0,122	241,48		241,49
Σ	4663		36030				

6.5.3.3 Burulma düzensizliği kontrolü

Bölüm 2.6.1 maddesine göre, eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanabilmesi için ek dış merkezlik uygulanmadan hesaplanan burulma düzensizliği katsayısı $\eta_{bi} \leq 1,4$ olması gerekir. Yukarıda hesaplanan eşdeğer deprem kuvvetleri her katın kütle merkezine uygulanmış ve her iki deprem yönü için kat deplasmanları ve burulma düzensizliği kontrolleri yapılmıştır. Sonuçlar Çizelge 6.5 ve 6.6’da görülmektedir.

Çizelge 6.5: +X yönünde burulma düzensizliği kontrolü

Kat No	$\Delta_{\max}$	$\Delta_{\min}$	Δ_{ort}	$\eta_{bi} < 1,4$
4	0,1442	0,0957	0,11995	1,20
3	0,1167	0,0790	0,09785	1,19
2	0,0762	0,0518	0,06400	1,19
1	0,0368	0,0253	0,03105	1,18

Çizelge 6.6: +Y yönünde burulma düzensizliği kontrolü

Kat No	$\Delta_{\max}$	$\Delta_{\min}$	Δ_{ort}	$\eta_{bi} < 1,4$
4	0,0943	0,0743	0,08430	1,11
3	0,0757	0,0591	0,06740	1,12
2	0,0490	0,0364	0,04270	1,14
1	0,0251	0,0191	0,02210	1,13

6.5.3.4 Göreli kat ötelemelerin kontrolü

Her iki deprem doğrultusu için sonuçlar Çizelge 6.7 ve Çizelge 6.8'de gösterilmektedir. Binanın bütün katlarındaki göreli kat ötelenmesi oranları DBYBHY- 07ye göre can güvenliği performans düzeyinin sağlanması için sınır değer 0,03 değerinin altında kalmalıdır.

Bu sonuçlara göre x deprem doğrultusu için ve y deprem doğrultusu için hedeflenen güvenlik sınır seviyesi (GV) değeri sağlanmaktadır.

Çizelge 6.7: +X yönünde göreli kat ötelemesi kontrolü

Kat No	$d_{i \max}$	$\delta_{i \max}$	$\delta_{i \max} / h$	sınır
4	0,1576	0,0301	0,0101	0,03
3	0,1275	0,0445	0,0148	0,03
2	0,083	0,0428	0,0143	0,03
1	0,0382	0,0382	0,0109	0,03

Çizelge 6.8: +Y yönünde göreli kat ötelemesi kontrolü

Kat No	$d_{i \max}$	$\delta_{i \max}$	$\delta_{i \max} / h$	sınır
4	0,0852	0,0169	0,0056	0,03
3	0,064	0,0245	0,0082	0,03
2	0,0423	0,0218	0,0073	0,03
1	0,0224	0,0224	0,0064	0,03

6.5.3.5 Bina performansının belirlenmesi

001-IST-R-04-NS kodlu bina için yapılan Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi performans değerlendirmesi sonucunda, binanın kritik katı olarak seçilen zemin kat için kolon hasar durumuna ait özet çizelgeleri Çizelge 6.9 ve Çizelge 6.10'da verilmiştir;

Çizelge 6.9: Betonarme kolonlarda hasar durumuna ait özet çizelgesi

X - doğrultusu									
Elemanın Bulunduğu Kat	Toplam Kolon Adedi	Hasar Bölgelerine Ait Eleman Adedi				Hasar Bölgelerine Ait Eleman Yüzdesi (%)			
		MHB	BHB	İHB	GÇB	MHB	BHB	İHB	GÇB
Zemin Kat	16	0	0	0	16	0	0	0	100

Çizelge 6.10: Betonarme kolonlarda hasar durumuna ait özet çizelgesi

Y – doğrultusu									
Elemanın Bulunduğu Kat	Toplam Kolon Adedi	Hasar Bölgelerine Ait Eleman Adedi				Hasar Bölgelerine Ait Eleman Yüzdesi (%)			
		MHB	BHB	İHB	GÇB	MHB	BHB	İHB	GÇB
Zemin Kat	16	0	0	0	16	0	0	0	100

kiriş hasar durumuna ait özet çizelgeleri ise Çizelge 6.11 ve Çizelge 6.12 verilmiştir;

Çizelge 6.11: Betonarme kirişler için hasar durumuna ait özet çizelgesi

X - doğrultusu									
Elemanın Bulunduğu Kat	Toplam Kiriş Adedi	Kiriş Hasar Bölgelerine Ait Eleman Adedi				Kiriş Hasar Bölgelerine Ait Eleman Yüzdesi (%)			
		MHB	BHB	İHB	GÇB	MHB	BHB	İHB	GÇB
Zemin Kat	8	1	1	0	6	12,5	12,5	0	75

Çizelge 6.12: Betonarme kirişler için hasar durumuna ait özet çizelgesi

Y - doğrultusu									
Elemanın Bulunduğu Kat	Toplam Kiriş Adedi	Kiriş Hasar Bölgelerine Ait Eleman Adedi				Kiriş Hasar Bölgelerine Ait Eleman Yüzdesi (%)			
		MHB	BHB	İHB	GÇB	MHB	BHB	İHB	GÇB
Zemin Kat	10	2	1	0	7	20	10	0	70

Yapısal çözümleme sonucu düşey taşıyıcı elemanlarda oluşan eğilme momentleri (M_d) ve kesme kuvvetleri (V_d) belirlenmiştir. Daha sonra performans değerlendirilmesi yapılan kritik katta düşey taşıyıcı elemanlarda belirlenen eğilme moment kapasiteleri (M_r) ve kesme kuvvet kapasiteleri (V_r) kullanarak M_r / M_d ve V_r / V_d oranları belirlenmiş, incelenen kat için düşey taşıyıcı eleman kapasitelerinin, o kattaki toplam iç kuvvetlere oranını oluşturan bu sayıların 1'in üzerinde olması söz konusu katın nispeten az hasar riski taşıdığını gösterdiği düşünülebilir. Bu oran küçüldükçe incelenmekte olan kat için hasar riskinin artacağı açıktır. [35]

Çizelge 6.13: Kritik katta düşey taşıyıcı elemanların kapasitelerinin iç kuvvetlere oranının ortalamaları

	M_r / M_d	V_r / V_d	Açıklama
Griş kat X yönü	0,031	0,113	Oranların 1'den küçük olması incelenen katın riskli olduğunu göstermektedir
Griş kat Y yönü	0,041	0,163	Oranların 1'den küçük olması incelenen katın riskli olduğunu göstermektedir

Bu sonuçlara bakıldığında söz konusu binanın, Can Güvenliği Performans Düzeyini sağlamadığı görülmektedir. Binanın zemin katındaki tüm elemanların performanslarını gösteren ayrıntılı çizelgeler EK A' da verilmektedir.

6.5.4 001-IST-R-04 -NS yapısı P25 yöntemi ile değerlendirilmesi

P25 yöntemi ile yapılan değerlendirmenin 4. bölümde anlatılan esaslara göre hazırlanmış yapı çeşitli göçme modu puanları (P_i) ve yapının nihai sismik performans puanı (P25 puanı)'nın 001-IST-R-04 -NS yapısı için nasıl hesaplandığı aşağıda verilmektedir;

- Kritik kat seçimi;

Kat yüksekliği 3,5 metre olup, dükkan olarak kullanılmakta olan ve üzerinde çıkmalı 3 kat bulunan binanın zemin katı deprem meydana geldiğinde göçme potansiyeli en yüksek olan kattır. Dolayısıyla en riskli kat olarak öngörülen binanın giriş katı (zemin kat) bu binada kritik kat olarak seçilmiş ve hesaplar bu kata göre yapılmıştır.

Efektif kat alanı; $a=10,80$ ve $b=10,05 \longrightarrow A_e = a \cdot b = 108,54 \text{ m}^2$

Efektif kat atalet momenti (x doğrultusunda); $I_x = 10,80^3 \cdot 10,05 / 12 = 1055 \text{ m}^4$

Efektif kat atalet momenti (y doğrultusunda); $I_y = 10,80 \cdot 10,05^3 / 12 = 913,57 \text{ m}^4$

- C_A – Enkesit alanı endeksi bileşkesi;

Enkesit alanı endeksi bileşkesi hesabında kullanılan, kritik kat ve kritik katın bir üst katındaki x doğrultusunda ve y doğrultusunda çalışan dolgu duvar ve kolon listesi aşağıdaki gibidir;

Çizelge 6.14: X-Doğrultusunda çalışan dolgu duvarlar

Kritik kat			Kritik katın bir üst katı		
X	Y	sayı	X	Y	sayı
0,75	0,15	1	4,20	0,10	1
4,00	0,15	1	4,50	0,10	2
4,15	0,15	1	3,25	0,10	1
			2,00	0,10	1
			1,50	0,10	1

Çizelge 6.15: Y-Doğrultusunda çalışan dolgu duvarlar

Kritik kat			Kritik katın bir üst katı		
X (m)	Y (m)	sayı	X (m)	Y (m)	sayı
0,15	2,00	2	0,07	2,75	1
0,10	3,00	1	0,07	2,00	1
0,10	2,00	2	0,15	1,00	1
0,10	1,50	1	0,15	1,50	2
0,07	4,00	1	0,15	0,75	1
			0,15	1,25	1
			0,10	3,00	1
			0,15	2,75	1
			0,07	4,00	1

Çizelge 6.16: Kolon boyutları

Kritik kat			Kritik katın bir üst katı		
X (m)	Y (m)	sayı	X (m)	Y (m)	sayı
0,40	0,25	3	0,40	0,25	3
0,25	0,40	7	0,25	0,40	7
0,25	0,50	2	0,25	0,50	2
0,50	0,25	3	0,50	0,25	3
0,50	0,30	1	0,50	0,30	1

$$A_{ef,x}=A_c+A_{sx}+(E_m/E_c)A_{wx}= 1,97$$

$$A_{ef,y}=A_c+A_{sy}+(E_m/E_c)A_{wy}= 2,03$$

$$C_{Ax}=2(10^5)A_{ef,x}/A_e = 3639,67$$

$$C_{Ay}=2(10^5)A_{ef,y}/A_e = 3748,84$$

$$C_{A,min}=\min(C_{Ax},C_{Ay}) =3639,67$$

$$C_{A,max}=\max(C_{Ax},C_{Ay}) = 3748,84$$

$$C_A=\sqrt{(0,87 C_{A,min})^2+(0,50 C_{A,max})^2} = \sqrt{(0,87 * 3639,67)^2+(0,50 * 3748,84)^2}$$

$$C_A = 3679,7$$

- C_I – Atalet momenti endeksi bileşkesi

$$I_{ef,x}=I_{cx}+I_{sx}+(E_m/E_c)I_{wx} = 0,234$$

$$I_{ef,y}=I_{cy}+I_{sy}+(E_m/E_c) I_{wy} = 0,233$$

$$C_{Ix}=2(10)^5(I_{ef,x}/I_x)^{0,2} = 38384$$

$$C_{Iy}=2(10)^5(I_{ef,y}/I_y)^{0,2} = 35596$$

$$C_{I,min} = \min (C_{Ix},C_{Iy}) = 35596$$

$$C_{I,max} = \max (C_{Ix},C_{Iy}) = 38384$$

$$C_I=\sqrt{(0,87 C_{I,min})^2+(0,50 C_{I,max})^2} = \sqrt{(0,87 * 35596)^2+(0,50 * 38384)^2}$$

$$C_I=36433$$

- P_0 puanı

$$h_0 = -0,6 H^2 + 39,6 H - 13,4 \xrightarrow{H=12,5} h_0 = 387,85$$

$$P_0=(C_A+C_I)/h_0 = (3679,7+36433)/ 387,85 = 103$$

Düzeltilme faktörleri

P₁ puanı hesabını yapmak amacıyla, P₀ puanını düzeltme faktörleri ile çarpmak için yapının projelerine bakılarak 14 adet düzeltme faktörü Çizelge 6.16'de gösterildiği gibi bulunmuştur;

Çizelge 6.17: Düzeltme faktörleri

Katsayı	Tanım	Risk Seviyesi
f ₁	Burulma Düzensizliği	1,00
f ₂	Döşeme Süreksizliği	Merdiven boşluğu 5*2,3=11,5 Döşeme boşluğunun alanın kat alanına oranı 11,5/108,54=%10,6≤%33 → 1,00
f ₃	Düşey Doğrultuda Süreksizlik	1,00
f ₄	Kütle Düzensizliği	1,00
f ₅	Korozyon Mevcudiyeti	0,90 Yapının yapım yılı yaklaşık 20 senenin üstüdür.
f ₆	Ağır Cephe Elemanları	1,00
f ₇	Asma Kat Mevcudiyeti	1,00
	(γ=Asma kat / Kat alanı)	γ = 0
f ₈	Katlarda Seviye Farkı veya	1,00
f ₉	Beton Kalitesi	$f_9 = (10 / 20)^{0,5} = 0,71$
f ₁₀	Zayıf Kolon-Kuvvetli Kiriş	$f_{10} = [(0,0012 + 0,0012) / (2 * 0,0027)]^{0,15} = 0,88$
f ₁₁	Etriye Sıklığı	$f_{11} = \leq (10 / 0,20)^{0,25} = 0,84$
f ₁₂	Zemin Sınıfı	1,00 (Z1)
f ₁₃	Temel Tipi	0,90 (tekil)
f ₁₄	Temel Derinliği	0,90 ≤ 1 m

$$P_1 = P_0 \left(\prod_{i=1}^{14} f_i \right)$$

$$= 103 * 1,00 * 1,00 * 1,00 * 1,00 * 0,90 * 1,00 * 1,00 * 1,00 * 0,71 * 0,88 * 0,84 * 1,00 * 0,80 * 0,90$$

$$= 40$$

- P_2 – Kısa kolon puanı

Binada kısa kolon bulunmadığı için, yapının bu bölüme ait puanı 100 olmaktadır.

- P_3 – ‘Yumuşak Kat’ ve ‘Zayıf Kat’ puanı

Yumuşak kat ve zayıf kat puanı hesabı için Çizelge 6.13, Çizelge 6.14 ve Çizelge 6.15'den faydalanarak kritik kattaki düşey taşıyıcı elemanların efektif enkesit alanının, kritik katın bir üst katındaki düşey taşıyıcı elemanların efektif enkesit alanına oranı ve kritik kattaki düşey taşıyıcı elemanların efektif enkesit atalet momentinin, kritik katın bir üst katındaki düşey taşıyıcı elemanların efektif enkesit atalet momentine oranı bulunmaktadır ;

$$r_{a,x} = (A_{ef,i} / A_{ef,i+1}) = (0,15 * 1,33 + 1,77) / (0,15 * 1,99 + 1,77) = 0,95$$

$$r_{a,y} = (A_{ef,i} / A_{ef,i+1}) = (0,15 * 1,73 + 1,77) / (0,15 * 2,22 + 1,77) = 0,95$$

$$r_a = (0,95 + 0,95) / 2 = 0,95$$

$$r_{r,x} = (I_{ef,i} / I_{ef,i+1}) = (0,15 * 1,70 + 0,02) / (0,15 * 2,52 + 0,02) = 0,69$$

$$r_{r,y} = (I_{ef,i} / I_{ef,i+1}) = (0,15 * 0,96 + 0,02) / (0,15 * 1,15 + 0,02) = 0,82$$

$$r_r = (0,69 + 0,82) / 2 = 0,76$$

$$P_3 = 100 [r_a r_r (h_{i+1} / h_i)^3]^{0,60} = 100 [0,95 * 0,76 (3/3,5)^3]^{0,60} = 62$$

- P_4 – Çıkmalar ve çerçeve süreksizliği puanı

Bu binada çıkmalar 2 cephede olup, çerçeve kirişleri bulunmadığı için yapının bu puanı 50 olarak değerlendirilmiştir.

- P_5 – Çarpışma puanı

Binanın çarpışma riski olmadığı için yapının bu puanı 100 olarak değerlendirilmiştir.

- P_6 – Sıvılaşma potansiyeli puanı

Binanın sıvılaşma potansiyeli olmadığı için yapının bu puanı 100 olarak değerlendirilmiştir.

- P_7 – Toprak Hareketleri puanı

Binanın bulunduğu zemin tipi Z1 olduğundan yapının bu puanı 100 olarak değerlendirilmiştir.

- α – Düzeltme çarpanı

Bina konut amaçlı kullanıldığından Bina Önem Katsayısı $I=1$ ve Hareketli Kütle Katılım Çarpanı $n=0,30$, yapının bulunduğu bölge 1.derece deprem bölgesinde olduğundan dolayı Etkin Yer İvme Katsayısı $A_0= 0,4$ ve yapı yamaçta olduğundan Topografik değeri $t = 0,85$ olarak hesaplarda kullanılmaktadır ;

$$\alpha=(1/I)(1,4 - A_0)[1/(0,4n+0,88)] t= (1/1)(1,4 - 0,4)[1/(0,4*0,3+0,88)] *0,85=0,85$$

- β – Düzeltme çarpanı

Daha önceki bölümlerden elde edilen P_i punları ve $P_i w_i$ punları Çizelge 6.17'da gösterildiği gibidir ;

Çizelge 6.18: P_i punları ve $P_i w_i$ punları

P_i	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_{min}
P_i Puanı	40	100	62	50	100	100	100	40
w_i	4	1	3	2	1	3	2	4
$P_i w_i$	160	100	186	100	100	300	200	160

$$P_w = \sum (w_i P_i) / \sum w_i = 1146/16=72$$

$$P_w = 72 \longrightarrow \beta=1$$

- P - Sonuç Puanı

$$P = \alpha \beta P_{min} = 0,85 * 1 * 40 = 34$$

- Binanın göçme riskinin tayini

İncelenen bina ile ilgili P puanı 2.bölgeye ($35 > P > 25$) düştüğü için bina yıkılarak can kaybına neden olup olmayacağı tam olarak saptanmadığından şüpheli durum oluşturmaktadır. Dolayısıyla ayrıntılı inceleme yapılması gerekmektedir. Bu binanın ve bu çalışma kapsamındaki tüm binaların P_{25} değerlendirilmesine ait çizelgeler EK B'de gösterilmektedir.

6.5.5 001-IST-R-04-NS yapısının deprem güvenliği tarama yöntemi ile değerlendirilmesi

DGTY ile yapılan değerlendirmenin 5.Bölümde anlatılan esaslara göre hazırlanmış, 001-IST-R-04-ND yapısının kritik katında X ve Y doğrultuları için sismik performans indeksi (I_S) ve yapının sismik talep performans indeksi (I_{SO})'nin nasıl bulunduğu aşağıda verilmektedir;

- E_0 İndeksinin Hesaplanması

C Dayanım İndeksinin Hesaplanması;

$$F_c=10 \text{ MPa} \longrightarrow \beta=10/20=0,5$$

$$W= 5982,480 \text{ kN}$$

(Bu değerin, 5.3.1.3 bölümünde yapı ağırlığı değeri olarak bulunan değeri ile farkının nedeni; DGTY'de yapının birim metre kare alanına gelen yük 12kN/m^2 olarak hesaplarda kullanılmasıdır, halbuki bölüm 5.3.1.3'te yapının ağırlığı sabit yük ve hareketli yüklerin birleşimlerinden meydana gelmektedir.)

$$h=3,5 \text{ m}$$

Kolonlarda dayanım indekisinin hesabı Çizelge 6.18'de özetlenmiştir.

Çizelge 6.19: C - Dayanım indekisinin hesaplanması

Kritik kat			X-doğrultusu			Y-doğrultusu		
X (m)	Y (m)	sayı	h/X	τ	C_C	h/Y	τ	C_C
0,40	0,25	3	8,75	0,7	0,018	14	0,7	0,018
0,25	0,40	7	14	0,7	0,041	9	0,7	0,041
0,25	0,50	2	14	0,7	0,015	7	0,7	0,015
0,50	0,25	3	7	0,7	0,022	14	0,7	0,022
0,50	0,30	1	7	0,7	0,009	12	0,7	0,009

$$\text{X-doğrultusu ; } \sum C_C = (0,018+0,041+0,015+0,022+0,009) = 0,104$$

$$\text{Y-doğrultusu ; } \sum C_C = (0,018+0,041+0,015+0,022+0,009) = 0,104$$

F süneklik indekisinin hesaplanması ;

$$\text{Kolon ; } F_w= 1,0$$

Kısa kolon bulunmayan yapıda yapının temel indeksi ;

$$E_0 = \left(\frac{4+1}{4+1} \right) (0 + 1*0,104) * 1 = 0,104$$

- S_D Düzensizlik indeksi
- G_i ve R_i katsayılarının hesaplanması Çizelge 6.19'da özetlenmiştir ;

Çizelge 6.20: G_i ve R_i Katsayılarının hesabı

Zemin kat				
Düzensizlik	Açıklama	R_i	G_i	q_i
Düzen (a)	Yapıda çıkıntı var; $30/130=\%23$	1	0,9	0,9
Uzunluk/Genişlik (b)	$10,80/10,05=1$	0,50	1	1
Dar kısım (c)	yok	0,50	1	1
Yapısal derz (d)	Bitişik nizam değil	0,50	1	1
Döşeme boşluğu (e)	$11,5/109= 10,5\%$	0,50	0,9	0,95
Döşeme boşluğun	$f1=r/y=3/10,05=0,30$;			
dışmerkezliği (f)	$f2=r/x=3/10,80=0,28$	0,25	0,9	0,97
Bodrum kat (h)	Yok	0,50	1	1,2
Kat yüksekliği (i)	$3/3,5= 0,85$	0,50	1	1
Yumuşak kat (j)	Yok	1	1	1

$$S_{DI} = 0,9*1*1*1*0,95*0,97*1,2*1*1 = 1,00$$

- Yıpranma zaman indeksi T

Çalışmanın bu kısmında yıpranma zaman indeksi $T=1$ olarak hesaplarda kullanılmaktadır.

- Yapının sismik performans indeksi I_S

$$I_S = E_0 * S_D * T = 0,104 * 1,00 * 1,00 = 0,104$$

- Temel sismik talep indeksi E_S

1. Aşama değerlendirmede taşıyıcı sistemin sahip olması gereken temel sismik talep indeksi 0,80 olarak hesaplarda kullanılmaktadır.

- Deprem bölgesi indeksi Z

Yapı 1.derece deprem bölgesinde olduğundan dolayı deprem bölgesi indeksi 1,00 olarak hesaplarda kullanılmaktadır.

- Zemin indeksi G

Yapının bulunduğu arazinin topografik özelliklerini göz önüne aldığımızda, yamaçta bulunduğu için zemin indeksi 1,1 olarak hesaba katılmaktadır.

- Kullanım indeksi U

Yapı konut olarak kullanıldığı için yapının kullanım indeksi 1,00 olarak hesaplarda kullanılmaktadır.

- Yapının sismik performans indeksi I_{SO}

$$I_{SO} = E_S * Z * G * U = 0,80 * 1,0 * 1,1 * 1,0 = 0,88$$

- Sismik Performansın Belirlenmesi

$$I_S / I_{SO} ? 0,40 \longrightarrow 0,104 / 0,88 = 0,12 < 0,40$$

Deprem güvenliği yetersiz bina durumu sonucu elde edilmektedir.

Bu yapının tüm katları için aynı şekilde sismik performans indeksi, sismik performans talep indeksi ve hesaplanan bu iki indeksin karşılaştırılması yapıldıktan sonra tüm katların güvensiz durumda oldukları saptanmıştır ve sonuçlar Çizelge 6.20 'de özetlenmiştir ;

Çizelge 6.21: 001-IST-R-04-NS yapısının I_S , I_{SO} ve I_S/I_{SO} değerleri

Kat		X				Y			
No		I_S	I_{SO}	I_S / I_{SO}	Güvenli / Güvensiz	I_S	I_{SO}	I_S / I_{SO}	Güvenli / Güvensiz
Zemin		0,10	0,88	0,11	Güvensiz	0,10	0,88	0,11	Güvensiz
1.		0,11	0,88	0,13	Güvensiz	0,11	0,88	0,13	Güvensiz
2.		0,11	0,88	0,13	Güvensiz	0,11	0,88	0,13	Güvensiz
3.		0,19	0,88	0,22	Güvensiz	0,19	0,88	0,22	Güvensiz

Tüm yapıların ve bu yapılardaki tüm katların bilgileri MATLAB kodlarının yazıldığı programa girilerek hesapları yapıldıktan sonra, yapının durumu ortaya çıkmaktadır. Bu bölümde incelenen diğer yapıların sonuçları verilmektedir. Ayrıntılı hesaplar EK C'de gösterilmiştir.

Çizelge 6.22: 002-DUZ-R-07-CL yapısının genel bilgileri

Kat No	Kot	Yükseklik (m)	Alan (m ²)	Arsa (mxm)
Bodrum	-260	2,80	405,58	20,85x19,75
Zemin	+020	3,15	405,58	20,85x19,75
Asma	+335	2,45	183,48	11,20x11,70
1.	+580	2,80	290	20,85x13,75
2.	+860	2,80	290	20,85x13,75
3.	+1120	2,80	290	20,85x13,75
4.	+1420	2,80	290	20,85x13,75

6.6.2 002-DUZ-R-07-CL yapısının P25 yöntemi ile değerlendirilmesi

4. Bölümde anlatılan esaslara göre P25 öndeğerlendirme yöntemi ile yapılan değerlendirmede elde edilen düzeltme faktörleri, yapı performans puanları (P_i) ve yapının nihai sismik performans puanı (P) aşağıdaki özet çizelgelerinde verilmiştir;

Çizelge 6.23: 002-DUZ-R-07-CL yapısı düzeltme faktörleri sonuçları

Düzeltilme Faktörleri						
f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7
1,00	1,00	1,00	0,85	0,80	1,00	0,90
f_8	f_9	f_{10}	f_{11}	f_{12}	f_{13}	f_{14}
1,00	0,71	1,00	0,84	0,95	0,90	0,95

Çizelge 6.24: 002-DUZ-R-07-CL yapısı P_i sonuçları

Ağırlık	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P
Puanı	20	100	81	100	100	100	60	18

Yapının puanı $P=18$ olduğu için 3.bölgede ($P < 25$), yani Yüksek risk bandında bulunmaktadır.

6.6.3 002-DUZ-R-07-CL yapısının deprem güvenliği tarama yöntemi ile değerlendirilmesi

DGTY ile yapılan değerlendirmenin 5.Bölümde anlatılan esaslara göre hazırlanmış 1.aşama performans indeksi (I_s), sismik talep indeksi (I_{SO}) sonuçları, bu sonuçların karşılaştırılması ve yapının güvenli olup olmadığı durumu Çizelge 6.24'te verilmiştir.

Çizelge 6.25: 002-DUZ-R-07-CL yapısının I_S , I_{SO} ve I_S/I_{SO} değerleri

Kat	X				Y			
No	I_S	I_{SO}	I_S / I_{SO}	Güvenli / Güvensiz	I_S	I_{SO}	I_S / I_{SO}	Güvenli / Güvensiz
Zemin	0,11	0,88	0,13	Güvensiz	0,29	0,88	0,34	Güvensiz
1.	0,06	0,88	0,08	Güvensiz	0,21	0,88	0,24	Güvensiz
2.	0,08	0,88	0,09	Güvensiz	0,21	0,88	0,24	Güvensiz
3.	0,11	0,88	0,13	Güvensiz	0,23	0,88	0,27	Güvensiz
4.	0,15	0,88	0,18	Güvensiz	0,27	0,88	0,32	Güvensiz
5.	0,28	0,88	0,32	Güvensiz	0,42	0,88	0,49	Güvenli

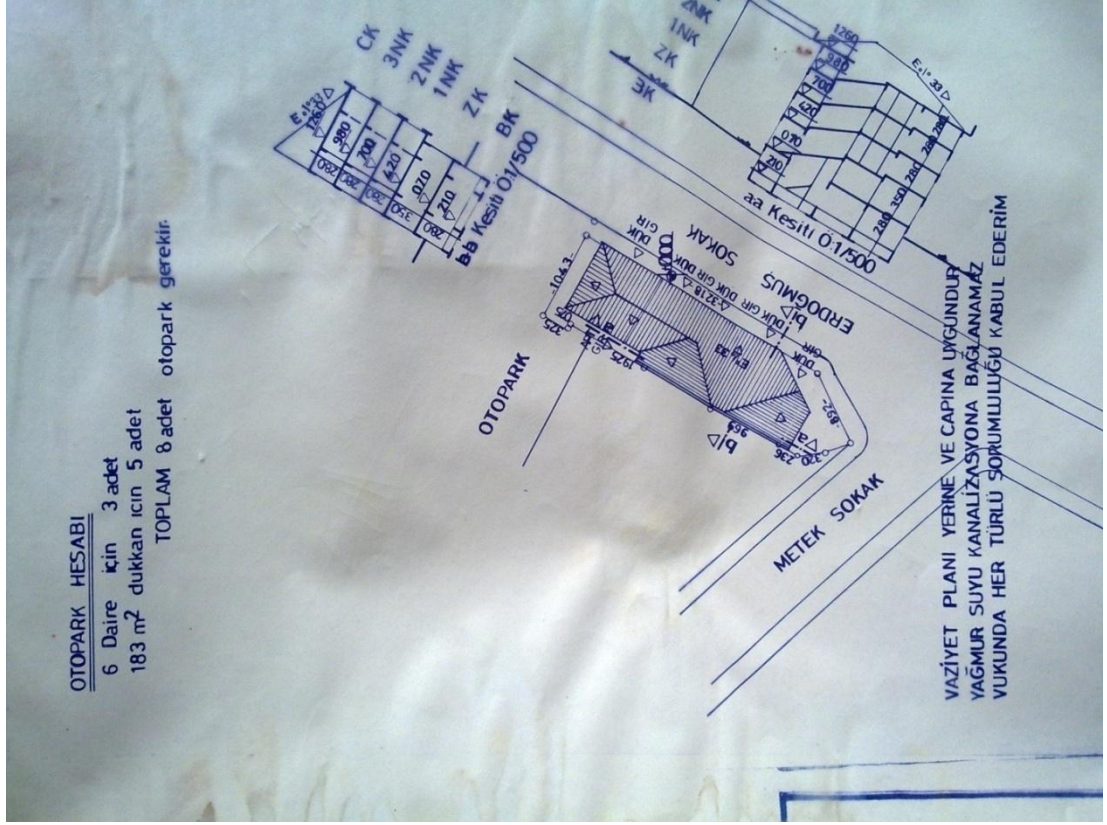
002-DUZ-R-07-CL yapısının özellikleri dikkate alınarak hesaplanan I_S / I_{SO} sismik değeri, dikkate alınan her iki hesap doğrultusu için yapının tüm katlarında, 5. kat y doğrultusu hariç, diğer tüm katların güvensiz olduğunu göstermektedir.

6.7 003-DUZ-R-05-CL Yapısı Deprem Güvenliği Değerlendirmesi

6.7.1 003-DUZ-R-05-CL yapısı genel bilgileri

İnceleme konusu yapı, iş yeri ve mesken kullanımı için inşa edilmiştir. Statik projede kolonların detayları ve boyutları bulunmadığından kolon boyutları plan üzerinden ölçülerek elde edilen boyutlar kullanılmıştır. Yapı birinci derece deprem bölgesinde bulunup, etkin yer ivme katsayısı 0,40 ve hareketli yük çarpanı 0,60 alınarak hesaplar yapılmıştır.

Bodrum kat 2,80 m, zemin kat 3,50 m, normal katlar ve çatı arası katı ise 2,80 m yüksekliktedir. Depo ve odunluk olarak kullanılan bodrum kat çevresinde betonarme istinat duvarları bulunmaktadır. Zemin kat 5 dükkandan oluşmaktadır ve yapının kritik katı olarak seçilmiştir. Merdiven ve döşeme boşlukları 14,80 m² olarak yapıda dışmerkezlik düzensizliği oluşturmaktadır. Yapının vaziyet planı Şekil 6.5'te ve genel bilgileri Çizelge 6.25'te gösterilmektedir ;



Şekil 6.5: 003-DUZ-R-05-CL yapısının vaziyet planı

Çizelge 6.26: 003-DUZ-R-05-CL yapısının genel bilgileri

Kat	Kot	Yükseklik (m)	Alan (m ²)	Arsa (mxm)
Bodrum	- 0210	2,80	225	8,80 X 29,30
Zemin	+0070	3,50	225	8,80 X 29,30
1.	+0420	2,80	230	8,80 X 29,30
2.	+0700	2,80	230	8,80 X 29,30
3.	+0980	2,80	230	8,80 X 29,30
Çatı Arası	+1260	2,80	055	8,80 X 29,30

6.7.2 003-DUZ-R-05-CL yapısının P25 yöntemi ile değerlendirilmesi

4. Bölümde anlatılan esaslara göre P25 öndeğerlendirme yöntemi ile yapılan değerlendirmeden elde edilen düzeltme faktörleri, yapı performans puanları (P_i) ve yapının nihai sismik performans puanı (P) aşağıdaki özet çizelgelerinde verilmiştir;

Çizelge 6.27: 003-DZC-R-05-CL yapısı düzeltme faktörleri sonuçları

Düzeltilme Faktörleri						
f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7
1,00	1,00	1,00	0,85	0,80	1,00	1,00
f_8	f_9	f_{10}	f_{11}	f_{12}	f_{13}	f_{14}
1,00	0,71	1,00	0,73	0,95	0,90	0,95

Çizelge 6.28: 003-DUZ-R-05-CL yapısı P sonuçları

Ağırlık	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P
Puanı	25	100	67	100	100	100	60	23

Yapının puanı $P=23$ olduğu için 3.bölgede ($P < 25$), yani Yüksek risk bandında bulunmaktadır.

6.7.3 003-DUZ-R-05-CL yapısının deprem güvenliği tarama yöntemi ile değerlendirilmesi

DGTY ile yapılan değerlendirmenin 5.Bölümde anlatılan esaslara göre hazırlanmış 1. aşama performans indeksi (I_s), sismik talep indeksi (I_{SO}) sonuçları, bu sonuçların karşılaştırılması ve yapının güvenli olup olmadığı durumu Çizelge 6.28'de verilmiştir;

Çizelge 6.29: 003-DUZ-R-05-CL yapısının I_s , I_{SO} ve I_s/I_{SO} değerleri

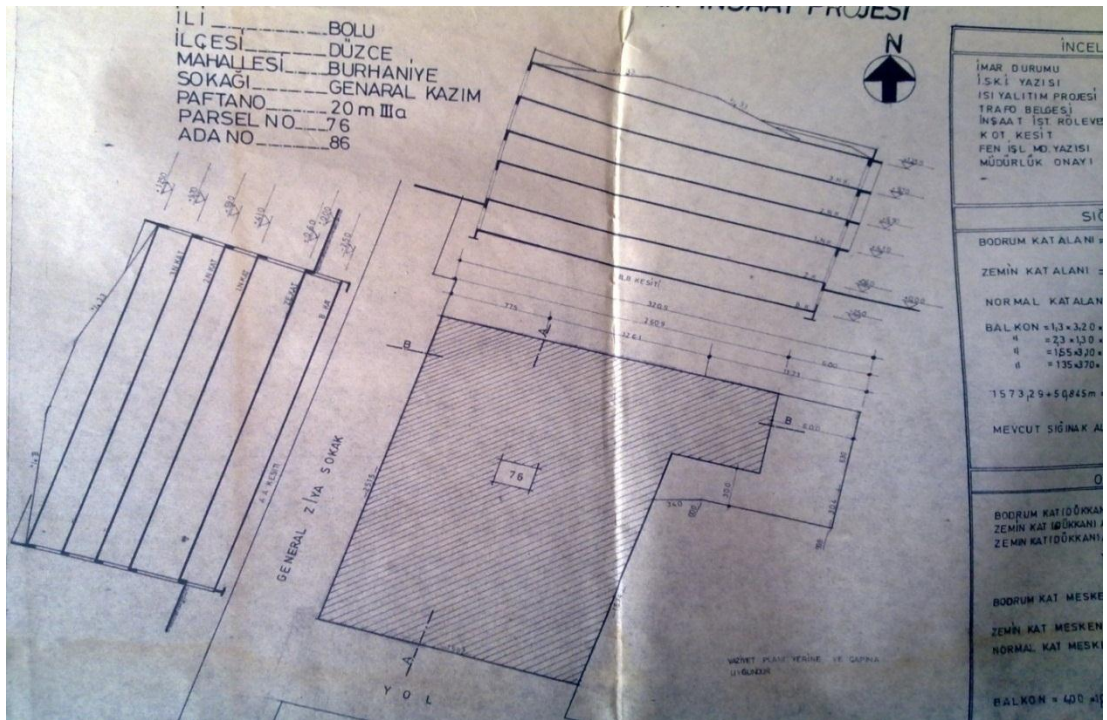
Kat No	X				Y			
	I_s	I_{SO}	I_s/I_{SO}	Güvenli/ Güvensiz	I_s	I_{SO}	I_s / I_{SO}	Güvenli / Güvensiz
Zemin	0,16	0,88	0,18	Güvensiz	0,14	0,88	0,16	Güvensiz
1.	0,18	0,88	0,20	Güvensiz	0,17	0,88	0,19	Güvensiz
2.	0,23	0,88	0,26	Güvensiz	0,21	0,88	0,24	Güvensiz
3.	0,37	0,88	0,42	Güvenli	0,35	0,88	0,40	Güvenli
Çatı arası	1,76	0,88	2,00	Güvenli	1,61	0,88	1,83	Güvenli

003-DUZ-R-05-CL yapısının özellikleri dikkate alınarak hesaplanan I_s / I_{SO} sismik değeri, dikkate alınan her iki hesap doğrultusu için yapının tüm katlarında, 3. Kat ve çatı arası katı x ve y doğrultusu hariç, diğer katların güvensiz olduğu anlaşılmıştır.

6.8 004-DUZ-R-05-CL Yapısı Deprem Güvenliği Değerlendirmesi

6.8.1 004-DUZ-R-05-CL yapısı genel bilgileri

004-DUZ-R-05-CL yapısı, konut ve iş yeri amaçlı kullanılan bir yapıdır. Bodrum, zemin ve 3 normal kattan meydana gelmiş bir yapı bitişik nizamda olmayan konumunda farz edilmektedir. Kat yükseklikleri bodrum katta 3,10 m, zemin katta 3,50 m ve diğer katlarda ise 2,80 m'dir. Bodrum kat çevresi duvarlardan oluşmaktadır. Kullanılan beton karakteristik basınç dayanımı 10 MPa alınmıştır. Yapının vaziyet planı Şekil 6.6'da ve genel bilgileri Çizelge 6.29'da gösterilmektedir;



Şekil 6.6: 004-DUZ-R-05-CL yapısı vaziyet planı

Çizelge 6.30: 004-DUZ-R-05-CL yapısı genel bilgileri

Kat	Kot	Yükseklik (m)	Alan (m ²)	Arsa (mxm)
Bodrum	-250	3,10	524,4	32,09 X 25,25
Zemin	+60	3,50	524,4	32,09 X 25,25
1.	+410	2,80	524,4	32,09 X 25,25
2.	+690	2,80	524,4	32,09 X 25,25
3.	+970	2,80	524,4	32,09 X 25,25

6.8.2 004-DUZ-R-05-CL yapısının P25 yöntemi ile değerlendirilmesi

4. Bölümde anlatılan esaslara göre P25 öndeğerlendirme yöntemi ile yapılan değerlendirmeden elde edilen düzeltme faktörleri, yapı performans puanları (P_i) ve yapının nihai sismik performans puanı (P) aşağıdaki özet çizelgelerinde verilmiştir;

Çizelge 6.31: 004-DUZ-R-05-CL yapısı düzeltme faktörleri sonuçları

Düzeltilme Faktörleri						
f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7
1,00	1,00	1,00	0,85	0,80	1,00	1,00
f_8	f_9	f_{10}	f_{11}	f_{12}	f_{13}	f_{14}
1,00	0,71	1,00	0,73	0,95	0,90	0,95

Çizelge 6.32: 004-DUZ-R-05-CL yapısı P sonuçları

Ağırlık	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P
Puanı	25	100	67	100	100	100	60	23

Yapının puanı $P=23$ olduğu için 3.bölgede ($P < 25$), yani Yüksek risk bandında bulunmaktadır.

6.8.3 004-DUZ-R-05-CL yapısının deprem güvenliği tarama yöntemi ile değerlendirilmesi

DGTY ile yapılan değerlendirmenin 5. Bölümde anlatılan esaslara göre hazırlanmış 1. Aşama performans indeksi (I_s), sismik talep indeksi (I_{SO}) sonuçları, bu sonuçların karşılaştırılması ve yapının güvenli olup olmadığı durumunu Çizelge 6.32'te verilmiştir;

Çizelge 6.33: 004-DUZ-R-05-CL yapısının I_s , I_{SO} ve I_s/I_{SO} değerleri

Kat No	X				Y			
	I_s	I_{SO}	I_s/I_{SO}	Güvenli/ Güvensiz	I_s	I_{SO}	I_s / I_{SO}	Güvenli/ Güvensiz
Zemin	0,16	0,88	0,18	Güvensiz	0,14	0,88	0,16	Güvensiz
1.	0,18	0,88	0,20	Güvensiz	0,17	0,88	0,19	Güvensiz
2.	0,23	0,88	0,26	Güvensiz	0,21	0,88	0,24	Güvensiz
3.	0,37	0,88	0,42	Güvenli	0,35	0,88	0,40	Güvenli
Çatı arası	1,76	0,88	2,00	Güvenli	1,61	0,88	1,83	Güvenli

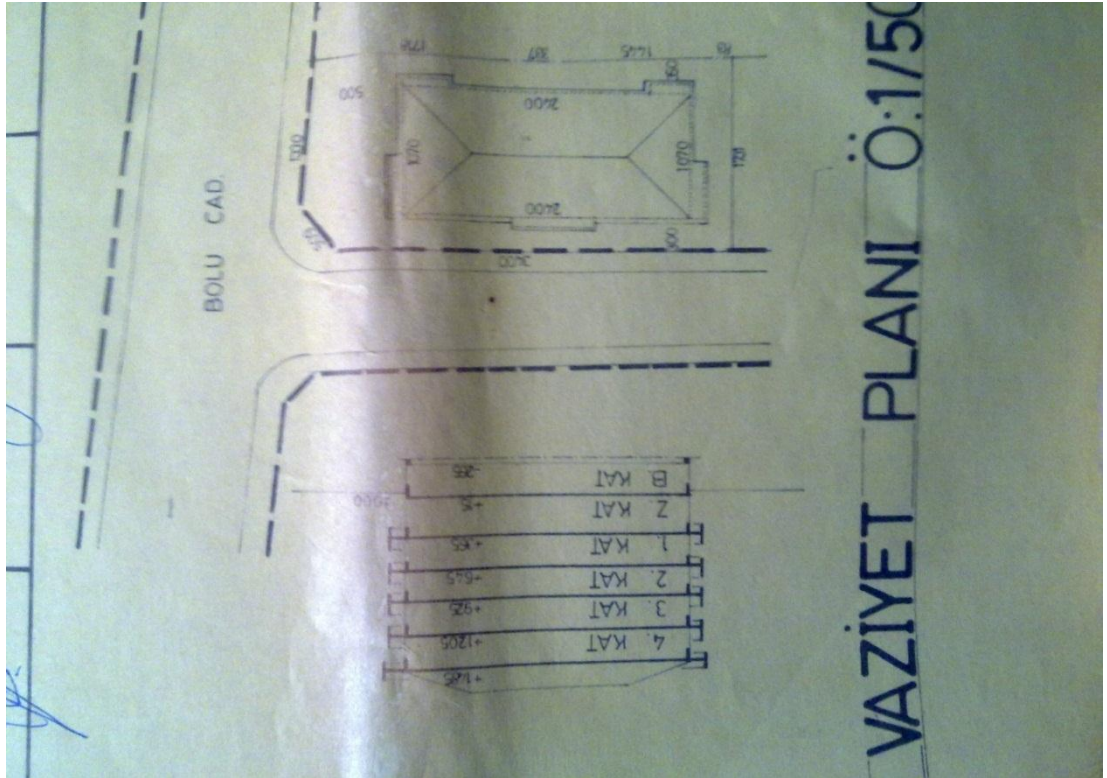
004-DUZ-R-05-CL yapısının özellikleri dikkate alınarak hesaplanan I_S / I_{S0} sismik değeri, dikkate alınan her iki hesap doğrultusu için yapının tüm katlarının güvensiz olduğu anlaşılmıştır.

6.9 005-DUZ-R-06-CL Yapısı Deprem Güvenliği Değerlendirmesi

6.9.1 005-DUZ-R-06-CL yapısı genel bilgileri

Yapı işyeri ve konut amaçlı kullanılmış, yapıda bulunan bodrum kat depo olarak kullanılmıştır. Bodrum katta döşeme boşluğu olarak adlandırmış olduğumuz merdiven alanı $19,95 \text{ m}^2$ ve asansör boşluğu $1,8 \text{ m}^2$ ve bu değerlerin toplamının toplam kat alanına oranı %9 olduğu için döşeme süreksizliği sayılmadığından, döşeme boşluğu dışmerkezliği tüm katlarda $2,025 \text{ m}$ 'dir.

Bodrum katın yüksekliği $2,8 \text{ m}$ ve çevresinde betonarme perde duvarları olduğu için kritik kat olarak seçilmemiştir. Zemin katın yüksekliği $3,5 \text{ m}$ olup ve dükkan amaçlı kullanılmış ve geniş kat olarak deprem esnasında yıkılma potansiyeli diğer katlara göre daha yüksek olduğu için zemin kat kritik kat olarak seçilmiştir. Yapının vaziyet planı Şekil 6.5'de ve genel bilgileri Çizelge 6.28'de gösterilmektedir ;



Şekil 6.7: 005-DUZ-R-06-CL yapısı vaziyet planı

Çizelge 6.34: 005-DUZ-R-06-CL yapısı genel bilgileri

Kat	Kot	Yükseklik (m)	Alan (m ²)	Arsa (mxm)
Bodrum	-265	2,80	239	24,00 X 10,70
Zemin	+015	3,50	239	24,00 X 10,70
1.	+365	2,80	239	24,00 X 10,70
2.	+645	2,80	239	24,00 X 10,70
3.	+925	2,80	239	24,00 X 10,70
4.	+1205	2,80	239	24,00 X 10,70

6.9.2 005-DUZ-R-06-CL yapısının P25 yöntemi ile değerlendirilmesi

4.Bölümde anlatılan esaslara göre P25 öndeğerlendirme yöntemi ile yapılan değerlendirmede elde edilen düzeltme faktörleri, yapı performans puanları (P_i) ve yapının nihai sismik güvenliğini gösteren P25 puanı (P) aşağıdaki özet çizelgelerinde verilmiştir;

Çizelge 6.35: 005-DUZ-R-06-CL yapısı düzeltme faktörleri sonuçları

Düzeltilme Faktörleri						
f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7
1,00	1,00	1,00	0,85	0,80	1,00	1,00
f_8	f_9	f_{10}	f_{11}	f_{12}	f_{13}	f_{14}
0,95	0,71	1,00	0,80	0,95	0,90	0,95

Çizelge 6.36: 005-DUZ-R-06-CL yapısı P Sonuçları

Ağırlık Puanı	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P
	21	100	50	80	100	100	60	19

Yapının puanı $P=19$ olduğu için 3.bölgede ($P < 25$), yani Yüksek risk bandında bulunmaktadır.

6.9.3 005-DUZ-R-06-CL yapısının deprem güvenliği tarama yöntemi ile değerlendirilmesi

DGTY ile yapılan değerlendirmenin 5.Bölümde anlatılan esaslara göre hazırlanmış 1.Aşama performans indeksi (I_s), sismik talep indeksi (I_{SO}) sonuçları, bu sonuçların karşılaştırılması ve yapının güvenli olup olmadığı durumu Çizelge 6.36'da verilmiştir;

Çizelge 6.37: 005-DUZ-R-06-CL yapısının I_S , I_{SO} ve I_S/I_{SO} değerleri

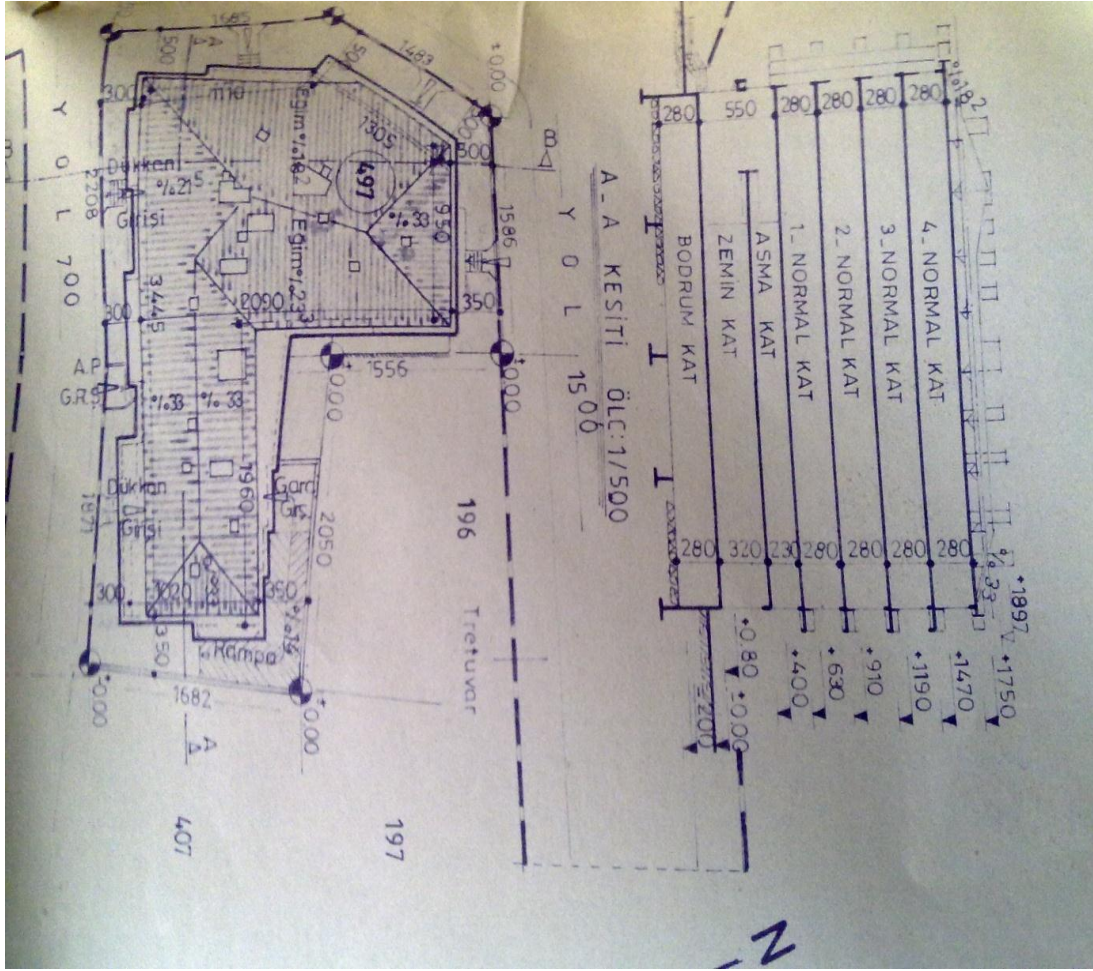
Kat	X				Y			
No	I_S	I_{SO}	I_S/I_{SO}	Güvenli/ Güvensiz	I_S	I_{SO}	I_S / I_{SO}	Güvenli / Güvensiz
Zemin	0,16	0,88	0,18	Güvensiz	0,14	0,88	0,16	Güvensiz
1.	0,18	0,88	0,20	Güvensiz	0,17	0,88	0,19	Güvensiz
2.	0,23	0,88	0,26	Güvensiz	0,21	0,88	0,24	Güvensiz
3.	0,37	0,88	0,42	Güvenli	0,35	0,88	0,40	Güvenli
Çatı arası	1,76	0,88	2,00	Güvenli	1,61	0,88	1,83	Güvenli

005-DUZ-R-06-CL Yapısının özellikleri dikkate alınarak hesaplanan I_S / I_{SO} sismik değeri dikkate alınan her iki hesap doğrultusu için yapının tüm katlarında güvensiz olduğu anlaşılmıştır.

6.10 006-DUZ-R-07-CL Yapısı Deprem Performans Değerlendirmesi

6.10.1 006-DUZ-R-07-CL yapısı genel bilgileri

006-DUZ-R-07-CL yapısı, konut ve işyeri amaçlı kullanılmıştır. Bodrum, zemin, asma ve 3 normal kattan meydana gelmiş yapı bitişik nizamda olmayıp, yaklaşık L şeklinde bir plana sahiptir. Kat yükseklikleri bodrum katta 2,80 m, zemin katta 3,20 m, asma katta 2,30 m ve diğer katlarda ise 2,80 m'dir. Bodrum kat çevresi betonarme perde duvarlardan oluşmaktadır. Yapının vaziyet planı Şekil 6.8'de ve genel bilgileri Çizelge 6.37'de gösterilmektedir;



Şekil 6.8: 006-DUZ-R-07-CL yapısı vaziyet planı

Çizelge 6.38: 006-DUZ-R-07-CL yapısı genel bilgileri

Kat	Kot	Yükseklik (m)	Alan (m ²)	Arsa (mxm)
Bodrum	-200	2,80	581,96	33,40x22,90
Zemin	+080	3,20	581,96	33,40x22,90
Asma	+400	2,30	273	27,50x17,00
1.	+630	2,80	621,9	34,45x24,20
2.	+910	2,80	621,9	34,45x24,20
3.	+1190	2,80	621,9	34,45x24,20
4.	+1470	2,80	621,9	34,45x24,20

6.10.2 006-DZC-R-07-CL yapısı P25 yöntemi ile değerlendirilmesi

4.Bölümde anlatılan esaslara göre P25 öndeğerlendirme yöntemi ile yapılan değerlendirmede elde edilen düzeltme faktörleri, yapı göçme puanları (P_i) ve yapının nihai P25 puanı (P) aşağıdaki özet çizelgelerinde verilmiştir;

Çizelge 6.39: 006-DZC-R-07-CL yapısı düzeltme faktörleri sonuçları

Düzeltilme Faktörleri						
f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7
0,90	1,00	1,00	0,85	0,80	1,00	0,90
f_8	f_9	f_{10}	f_{11}	f_{12}	f_{13}	f_{14}
1,00	0,71	1,00	0,73	0,95	0,90	0,95

Çizelge 6.40: 006-DZC-R-07-CL yapısı P sonuçları

Ağırlık	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P
Puanı	17	100	55	80	100	100	60	15

Yapının puanı $P=14$ olduğu için 3.bölgede ($P < 25$), yani Yüksek risk bandında bulunmaktadır.

6.10.3 006-DZC-R-07-CL yapısı deprem güvenliği tarama yöntemi ile değerlendirilmesi

DGTY ile yapılan değerlendirmenin 5.Bölümde anlatılan esaslara göre hazırlanmış 1. Aşama performans indeksi (I_S), sismik talep indeksi (I_{SO}) sonuçları, bu sonuçların karşılaştırılması ve yapının güvenli olup olmadığı durumu Çizelge 6.40'ta verilmiştir;

Çizelge 6.41: 006-DZC-R-07-CL yapısının I_S , I_{SO} ve I_S/I_{SO} değerleri

Kat No	X				Y			
	I_S	I_{SO}	I_S / I_{SO}	Güvenli / Güvensiz	I_S	I_{SO}	I_S / I_{SO}	Güvenli / Güvensiz
Zemin	0,08	0,88	0,09	Güvensiz	0,47	0,88	0,53	Güvenli
Asma	0,08	0,88	0,09	Güvensiz	0,42	0,88	0,48	Güvenli
1.	0,08	0,88	0,09	Güvensiz	0,38	0,88	0,43	Güvenli
2.	0,09	0,88	0,10	Güvensiz	0,36	0,88	0,41	Güvenli
3.	0,12	0,88	0,14	Güvensiz	0,37	0,88	0,42	Güvenli
4.	0,22	0,88	0,25	Güvensiz	0,45	0,88	0,51	Güvenli

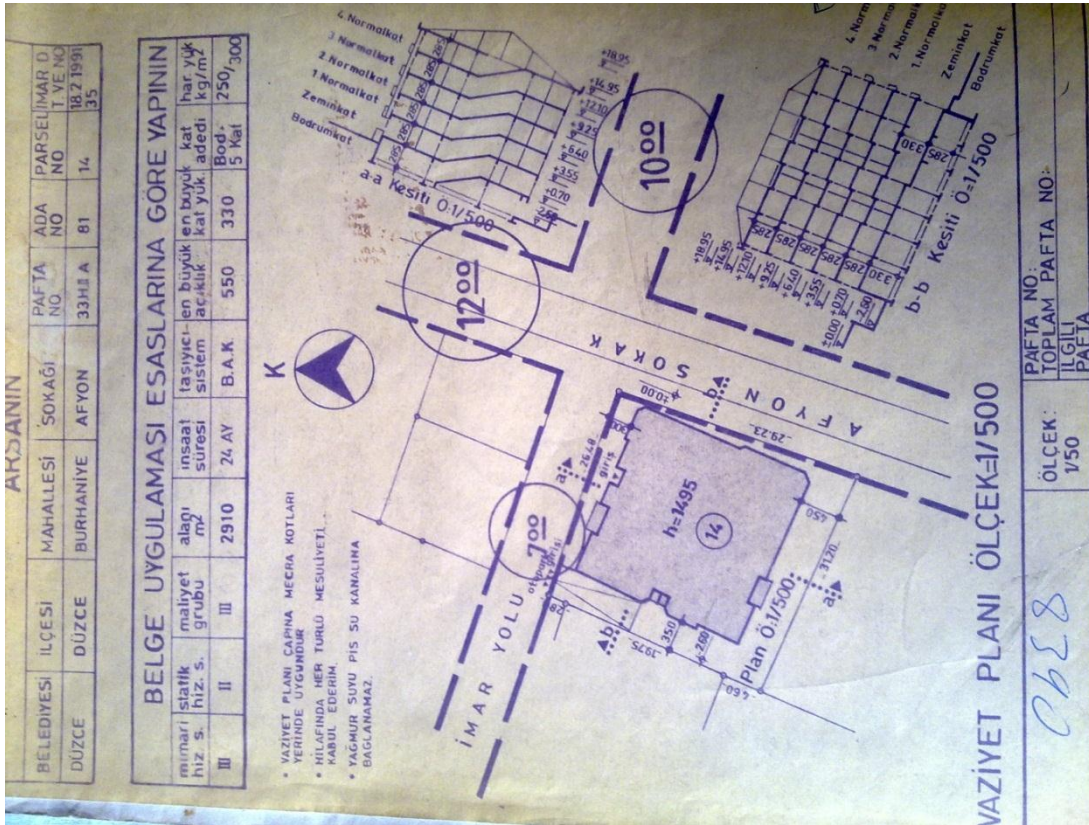
006-DZC-R-07-CL Yapısının özellikleri dikkate alınarak hesaplanan I_S / I_{SO} sismik değeri yapının tüm katlarında y doğrultusu güvenli ve x doğrultusu güvensiz durumu göstermektedir.

6.11 007-DUZ-R-06-CL Yapısı deprem güvenliği değerlendirmesi

6.11.1 007-DUZ-R-06-CL yapısı genel bilgileri

007-DUZ-R-07-CL yapısı, konut ve iş yeri amaçlı kullanılan bir yapıdır. Bodrum, zemin ve 4 normal kattan meydana gelmiş yapı bitişik nizamda olmayan bir konumundadır. Kat yükseklikleri bodrum katta 2,85 m, zemin katta 3,30 m ve normal katlarda ise 2,85 m'dir. Bodrum kat çevresi istinat duvarlarından oluşmaktadır. Kullanılan beton karakteristik basınç dayanımı 10 MPa alınmıştır. Yapı zemin sınıfı Z3'de oturduğu varsayılmaktadır. Yapının yaşı 30 yıldan az olup daha önce yangın geçirmemiştir.

Yapının geometrisinden görüldüğü üzere yapı elemanlarında düzen ve simetri sağlanmaya çalışılmıştır. Zemin katta dükkan amaçlı kullanılmış, 3 dükkan 204 m² alanı kapsamaktadır ve kat yüksekliği 3,30 m olup, bu katta yumuşak kat düzensizliği oluşmaktadır. Yapının vaziyet planı Şekil 6.9'de ve genel bilgileri Çizelge 6.41'de gösterilmektedir ;



Şekil 6.9: 007-DUZ-R-06-CL yapısı vaziyet planı

Çizelge 6.42: 007-DUZ-R-06-CL yapısı genel bilgileri

Kat	Kot	Yükseklik (m)	Alan (m ²)	Arsa (mxm)
Bodrum	-260	2,85	465	21,20 X 22,85
Zemin	+070	3,30	485	22,20 X 22,85
1.	+355	2,85	490	21,45 X 22,85
2.	+640	2,85	490	21,45 X 22,85
3.	+925	2,85	490	21,45 X 22,85
4.	+1210	2,85	490	21,45 X 22,85

6.11.2 007-DUZ-R-06-CL yapısı P25 yöntemi ile değerlendirilmesi

4.Bölümde anlatılan esaslara göre P25 öndeğerlendirme yöntemi ile yapılan değerlendirmede elde edilen düzeltme faktörleri, yapı göçme modu puanları (P_i) ve yapının nihai P25 puanı (P) aşağıdaki özet çizelgelerde verilmiştir;

Çizelge 6.43: 007-DUZ-R-06-CL yapısı düzeltme faktörleri sonuçları

Düzeltilme Faktörleri						
f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7
1,00	1,00	1,00	0,85	0,80	1,00	1,00
f_8	f_9	f_{10}	f_{11}	f_{12}	f_{13}	f_{14}
1,00	0,71	1,00	0,60	0,95	0,90	0,95

Çizelge 6.44: 007-DUZ-R-06-CL yapısı P sonuçları

Ağırlık	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P
Puanı	18	100	67	100	100	100	60	16

Yapının puanı $P=16$ olduğu için 3.bölgede ($P < 25$), yani Yüksek risk bandında bulunmaktadır.

6.11.3 007-DUZ-R-06-CL yapısı deprem güvenliği tarama yöntemi ile değerlendirilmesi

DGTY ile yapılan değerlendirmenin 5.Bölümde anlatılan esaslara göre hazırlanmış 1.Aşama performans indeksi (I_s), sismik talep indeksi (I_{SO}) sonuçları, bu sonuçların karşılaştırılması ve yapının güvenli olup olmadığı durumu Çizelge 6.44'te verilmiştir;

Çizelge 6.45: 007-DUZ-R-06-CL yapısının I_S , I_{SO} ve I_S/I_{SO} değerleri

Kat No	X				Y			
	I_S	I_{SO}	I_S / I_{SO}	Güvenli/ Güvensiz	I_S	I_{SO}	I_S / I_{SO}	Güvenli/ Güvensiz
Zemin	0,19	0,88	0,22	Güvensiz	0,18	0,88	0,21	Güvensiz
1.	0,17	0,88	0,20	Güvensiz	0,17	0,88	0,19	Güvensiz
2.	0,20	0,88	0,23	Güvensiz	0,20	0,88	0,22	Güvensiz
3.	0,26	0,88	0,29	Güvensiz	0,25	0,88	0,28	Güvensiz
4.	0,47	0,88	0,53	Güvenli	0,44	0,88	0,50	Güvenli

007-DUZ-R-06-CL Yapısının özellikleri dikkate alınarak hesaplanan I_S / I_{SO} sismik değeri dikkate alınan her iki hesap doğrultusu için yapının tüm katlarında (4.kat x ve y doğrultusu hariç) yapının deprem güvenliği olmadığı anlaşılmaktadır.

7. SONUÇLAR ve YORUMLAR

Bu tez çalışmasında 7 adet gerçek betonarme binanın, iki farklı öndeğerlendirme yöntemiyle deprem güvenliği öndeğerlendirilmesi yapılmış ve değerlendirme sonuçları yorumlanmıştır. Önce tüm yapılarda P25 değerlendirmesi uygulanmıştır. Bu değerlendirmede 7 ayrı göçme riskini temsil eden P_i puanlarını hesaplayarak yapının P puanı hesaplanmıştır. Daha sonra yapı için risk durumu belirlenip, yapının riskli bölgede olup olmadığına karar verilmiştir. Daha sonra yapıların tümünde DGTY uygulanmıştır. Bu değerlendirmede öncelikle yapıların sismik performans indeks değeri ve sismik talep performans indeksi hesabı yapılmış, daha sonra bu iki değer karşılaştırılması ile yapının risk durumu belirlenmiştir.

Ayrıca bu 7 yapının arasından bir tanesi seçilerek (001-IST-R-04 -NS) doğrusal elastik hesap yöntemi ve eşdeğer deprem yükü yöntemi ile 2007 Deprem Yönetmeliği koşullarına göre performans değerlendirmesi yapılmıştır. Bu değerlendirme sonrası her eleman için hasar seviye durumları belirlenmiş ve en son olarak da tüm yapının performans durumu elde edilerek yorumlanmıştır.

Bu çalışmada DBYBHY- 07'e göre performans değerlendirilmesi ETABS Yapı Analizi Paket programı [42], P25 EXCEL ve DGTY MATLAB programları ile gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada kuvvet esaslı doğrusal elastik eşdeğer deprem yükü yöntemi ile P25 ve DGTY yöntemleri kullanılmıştır. Bu değerlendirmeler neticesinde yapılar hakkında elde edilen veriler aşağıdaki şekildedir;

7.1 Doğrusal Elastik Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile Değerlendirme

- Doğrusal eşdeğer deprem yükü yöntemi sonucunda yapı elemanlarının çoğu ileri hasar veya göçme bölgesi içinde kalmıştır. Dolayısıyla incelenen 001-IST-R-04-NS yapısı DBYBHY- 07 de öngörülen performans seviyesini sağlamamaktadır. Sonuç çıktıları daha detaylı incelendiğinde kırış elemanlarının etki/kapasite oranları kolon elemanlarından daha küçüktür.

Bu kolonların deprem etkisinde daha çok zorlandığı anlamına gelmektedir. Bu durumun nedeni ise perdesiz olarak tasarlanan yapının yanal rijitliğinin deprem etkisi ile beraber ani değişimlere maruz kalarak kolon uçlarındaki eğilme etkilerini arttırmasıdır. Böylece kolonların eğilmesi ile yatay yerdeğiştirmeleri artmakta ve kesitler zorlanmaktadır. Yapıda elemanların bu derecede güvensiz çıkmalarının nedeni kolon ve kiriş boyutlarının küçük olması, etriye aralıklarının fazla olması nedeniyle sargılamanın olmaması, bu elemanlarda kullanılan beton basınç dayanımının düşük olması ve yapının perdesiz olarak tasarlanmasıdır. Yapıda ayrıca X ve Y doğrultularında bazı çerçevelerde çerçeve süreksizliği mevcuttur.

- Sonuç yerdeğiştirme değerlerine göre yapıda görelî kat ötelenmesi kontrolü yapılmış, yapı bu kontrol neticesinde X doğrultusunda sınır değere yaklaşmasına rağmen yanal rijitlik anlamında yapı güvenlik sınırları içinde çıkmıştır. Bu sınır değerin zorlanması yapının kolon boyutlarının yetersiz ve yapının perdesiz olmasından kaynaklanmaktadır.

7.2 P25 Yöntemi Değerlendirmesi

Düzce 1999 depreminde yıkılan yapıların tümü, P25 yöntemi değerlendirilmesinde sonuç P puanları $P=25$ göçme sınırının altında bulunmuştur. Dolayısıyla P25 yönteminin %100 doğrulukta sonuçlar verdiğini kanıtlanmıştır.

Bu çalışmada incelenen yapılarda sonuç P25 puanın düşük olma nedeni çoğunlukla binanın temel yapısal özelliklerini içeren P_1 temel puanının düşük olmasından kaynaklanmıştır.

Bu puanın düşük olmasına ise :

- Yapı toplam yüksekliği
- Taşıyıcı elemanların enkesitleri,
- Enkesit atalet momentleri
- Düşük beton basınç dayanımı,
- Zemin sınıfı,
- Yapısal düzensizlikler,
- Korozyon mevcudiyeti,
- Etriye sıklığı,

- Temel tipi,
- Temel derinliği,

gibi parametrelerin olumsuz değerlendirilmeleri sebep olmaktadır. İncelenen yapıların bu düzensizlik katsayıları (f_i) ve P puanı ile birlikte Çizelge 7.1’de gösterilmektedir.

P25 yapı performans değerlendirilmesinde görüldüğü gibi kat adedi P puanı ile ters orantılıdır. Şekil 7.1’de gösterildiği üzere en düşük puanlar yedi katlı yapılarda görünmektedir.

002-DUZ-R-07-CL yapısında etriye sıklığı ile ilgili düzensizlik katsayısı, 006-DUZ-R-07-CL yapısına göre daha büyük olması nedeni ile bu düşüşü takip etmemektedir (diğer düzensizlik katsayıları bu iki yapıda aynıdır).

Çizelge 7.1: Düzensizlik katsayıları P_1 ve P puanları

Düzensizlik		Düzensizlik Katsayısı						
		001*	002*	003*	004*	005*	006*	007*
f_1	Burulma Düzensizliği	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,90	1,00
f_2	Döşeme Süreksizliği	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
f_3	Düşey Doğrultuda Süreksizlik	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
f_4	Kütle Düzensizliği	1,00	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
f_5	Korozyon Mevcudiyeti	0,90	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
f_6	Ağır Cephe Elemanları	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
f_7	Asma Kat Mevcudiyeti	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	0,90	0,90
f_8	Katlarda Seviye Farkı	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
f_9	Beton Kalitesi	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71
f_{10}	Zayıf Kolon-Kuvvetli Kiriş	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
f_{11}	Etriye Sıklığı	0,84	0,84	1,00	0,73	0,80	0,73	0,60
f_{12}	Zemin Sınıfı	1,00	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
f_{13}	Temel Tipi	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
f_{14}	Temel Derinliği	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
P		34	18	23	23	19	14	16

*İlgili yapıya ait yapı etiketinin ilk üç rakamı

7.3 DGTY Değerlendirilmesi

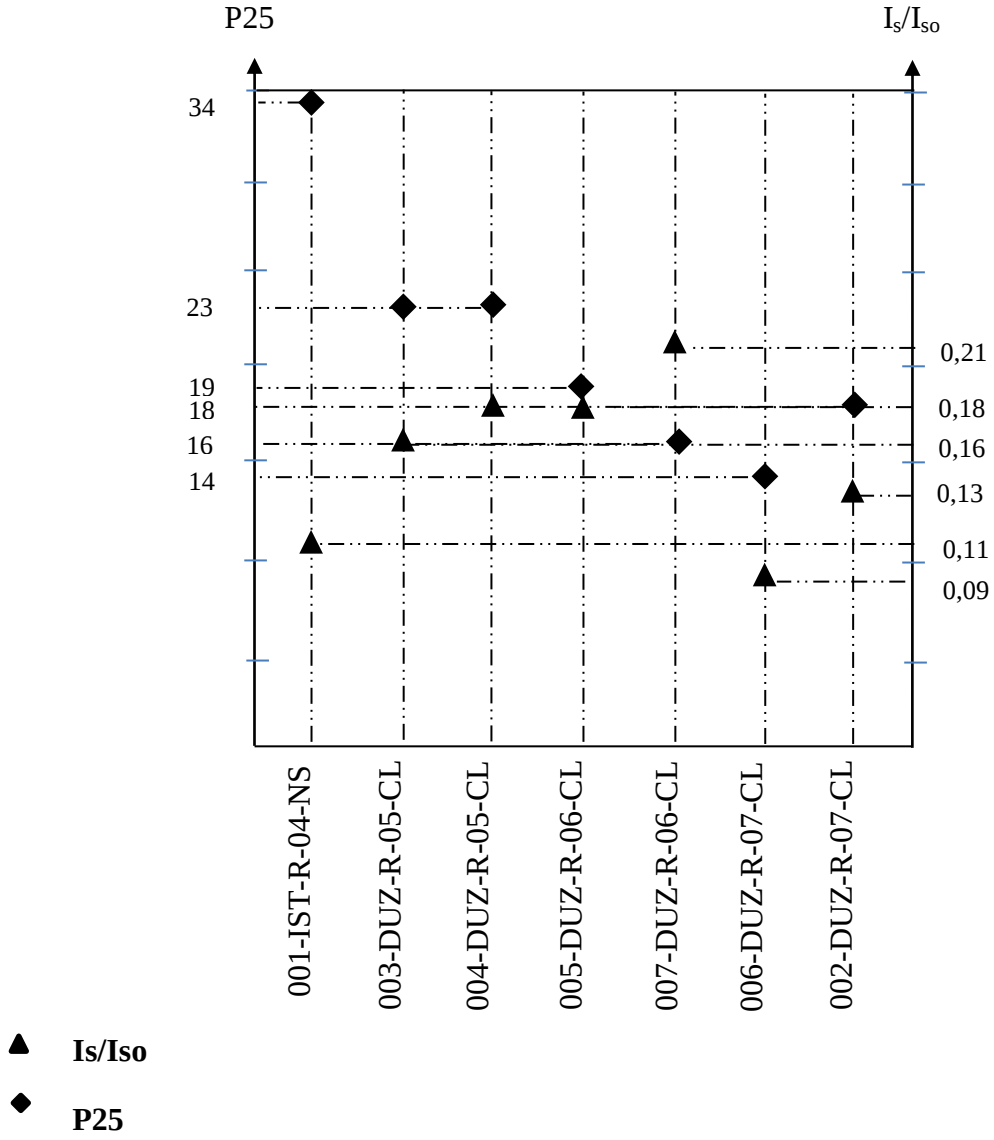
Bu çalışma kapsamında DGTY değerlendirilmesi yapılan tüm yapıların, yaklaşık tüm katlarında (Özellikle yapıların kritik katlarında) I_S / I_{SO} değeri 0,40'ın altında olduğu için göçme bölgesinde oldukları saptanmaktadır. Bu yapıların Düzce 1999 depreminde göçmeleri DGTY yaklaşımının da gerçeğe çok yakın sonuçlar verdiğini göstermektedir (%100 doğru sonuç). I_S / I_{SO} değerlerinin düşük olmasının nedeni ;

- Beton basınç dayanımının düşük olması,
- Efektif enkesit alanlarının düşük olmasından kaynaklanmaktadır.

7.4 P25 ve DGTY Yaklaşımlarının Karşılaştırılması

Tüm yapılarda P25 ve DGTY deprem performans sonuçlarına bakıldığında ve bu sonuçlara dayanarak her iki değerlendirme yöntemlerinin birbirine yakın ve aynı zamanda gerçekçi sonuçlar verdiği saptanmıştır.

Şekil 7.1'de yapılar yatay ekseninde kat adetlerine göre 4 katlı binadan 7 katlı binaya kadar sıralanmıştır. Buna bağlı olarak P puanlarının da 34'ten 15'e düştüğü izlenebilir.



Şekil 7.1: İncelenen Yapıların P25 ve DGTY Sonuçları

7.5 Daha Sonraki Çalışmalar İçin Öneriler

DGTY ve P25 yöntemleri, öndeğerlendirme adına her ikisi de gerçekçi sonuç vermektedir. Ancak, P25 yöntemi uygulamada DGTY’ye göre daha hızlı olduğundan, İstanbul gibi büyük şehirlerde sonuca en kısa sürede ulaşmak için pratik ve yönteminin kullanılması daha uygun bir seçim olabilir.

P25 yöntemi bir çok yapıya lineer olmayan performans analizleri yapılarak geliştirilmiş ve kalibre edilmiş bir yöntemdir. Bu gelişimi sürdürmek ve yöntemdeki katsayıların gerçeğe daha da yakın sonuç vermesini sağlamak amacıyla, daha çok bina üzerinde lineer olmayan performans analizleri yapılarak yöntemin daha da geliştirilmesi önerilebilir.

KAYNAKLAR

- [1] **DBYBHY**, 2007. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik *Bayındırlık, ve İskan Bakanlığı*, Ankara.
- [2] **ABYYHY**, 1998. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, *Bayındırlık ve İskan Bakanlığı*, Ankara.
- [3] **Gülay G., Bal. İ.E., Tezcan S.**, 2006-2008. Calibration of Preliminary Assesment Technique and Pilot Field Application. *Research Project Funding by TUBITAK*, grant no:106M273, November'06-June'08.
- [4] **Boduroğlu M. H., Çağlayan P. Ö.**, 2007. Mevcut yapılan değerlendirilmesinde bir tarama yöntemi. *Altıncı ulusal deprem mühendisliği konferansı*, 16-20 Ekim 2007, İstanbul
- [5] **Celep, Z.**, 2008. Taşıyıcı Sistemlerde Doğrusal Olmayan Davranış ve Çözümleme, Beta Yayınevi, İstanbul.
- [6] **TS-500**, 2000 Betonarme Yapıların Tasarım Ve Yapım Kuralları, *Türk Standardları Enstitüsü*, Ankara.
- [7] **Tezcan S. ve Bal. İ.E.**, 2005. Sıfır Can Kaybı Projesi İstanbul'un Kurtuluş Reçetesi. *Yapı Denetim Dergisi*, 2005/03
- [8] **Hassan, A. F. ve Sözen, M. A.**, 1997. “Seismic Vulnerability Assessment of Low-Rise Buildings in Regions with Infrequent Eartquakes” *ACI Structural Journal*, V. 94, No. 1, January-February 1997, pp. 31-39.
- [9] **Gülkan, P. ve Sözen, M.A.**, 1999. “Procedure for Determining Seismic Vulnerability of Building Structures”. *ACI Structural Journal*, V.96, No.3, May-June, 336-342.
- [10] **Gülkan, P. ve Utkutuğ, D.**,2003. “Okul Binalarının Deprem Güvenliği İçin Minimum Dizayn Kriterleri”. *Türkiye Mühendislik Haberleri Sayı 425 - 2003/3*.
- [11] **Gülkan, P., Sözen, M.A., Ersoy, U., Yorulmaz, M., ve Aşkar, G.**,1997. “Betonarme Binaların Deprem Güvenliğinin Tespiti için Alternatif Bir Yaklaşım”. *Türkiye Deprem Vakfı Yayını No. TDV/TR 97-011*, İstanbul.
- [12] **Gülkan, P. ve Yakut, A.**, 1994. Mühendislik Hizmeti Görmüş Yapılar İçin Hasar Tespit Formu Hazırlanması. ODTÜ Deprem Mühendisligi Araştırma Merkezi, Rapor No. 94-01, Ankara.73
- [13] **Özdemir, P., Taskın, B., Vatansever, C., Sezen, A., İlki, A., Güney, D., Boduroğlu, H., Taskın, S.**, 2003. Kaynaslı’ daki Bina Türü Yapılarda Düzce Depremi Sonrası Olusan Hasarın İstatistiksel Degerlendirmesi.

Bildiri No. AT-120, *Besinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı*, 26-30 Mayıs 2003, İstanbul.

- [14] **Temur R. ve Öztörün N.K.**, 2005. Hızlı Durum Tespit Yöntemi II. *Mühendislik Bilimleri Genç Araştırmacılar Kongresi* 17-19 Kasım 2005, İstanbul.
- [15] **ATC-21**, 1988. Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards, Applied Technology Council, Federal Emergency Management Agency FEMA 154, Washington DC, April 1988.
- [16] **Spence R.**, 2007. Earthquake Disaster Scenario Predictions and Loss Modelling for Urban Areas. LESSLOSS Risk Mitigation for Earthquakes and Landslides, *Report:2007/7*, IUSS Press, Pavia, Italy.
- [17] **Tezcan S. S. ve Bal İ. E.**, 2003 İstanbul'un Kurtuluş Reçetesi. *İstanbul Dergisi*, (11)86–90, Ekim – Aralık.
- [18] **Shiga T., Shibata A. and Takahashi T.**, 1968. Earthquake Damage and Wall Index of Reinforced Concrete Buildings. *Proceedings of Tohoku District Symposium*, Architectural Institute of Japan, No.12, December, pp 29-32 (in Japanese).
- [19] **Tezcan S. S., Gürsoy M., Kaya E. ve Bal İ. E.**, 2003. Depremde Can Kaybını Önleme Projesi. *Kocaeli'99 Acil Durum Konferansı*, İstanbul Teknik Üniversitesi, 16-17 Ocak 2003, İstanbul.
- [20] **FEMA 154**, 1988. Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards. A Handbook, Federal Emergency Management Agency, Washington.
- [21] **FEMA 155**, 1988. Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards. A Handbook, Federal Emergency Management Agency, Washington.
- [22] **Bal İ.E.**, 2005. Develaping a Preliminary Assesment Technique with Case Study Building from Earthquake Suffered Aeras, *Msc Thesis*, Istanbul Techniquial University, June, Istanbul.
- [23] **Bal, I. E., Tezcan, S.S., Gulay , F.G.**, 2006. 'P25 Scoring Method For Defining Rapidly The Collapse Vulnerability Of RC Structures' *Proceedings of First European Conference on Earthquake Engineering and Seismology*: ECEES, Paper No: 067, Sep. 3-8, 2006, Geneva, Switzerland.
- [24] **Gülay, F. G., Bal, I.E., Gökçe,T.**, 2008. Correlation between Detailed and Rapid Assessment Techniques in the Light of a Real Damage State, *Journal of Earthquake Engineering*, 12:1, pp 129 — 139.
- [25] **Tezcan, S.S., Bal, İ.E., Gülay, F.G.**, 2009. 'Risk Management and Rapid Scoring Technique for Collapse Vulnerability of R/C Buildings', *Seismic Risk Assessment and Retrofitting, With Special Emphasis on Existing Low-rise Structures, Geotechnical, Geological and Earthquake Engineering*, Vol.10. Chapter 4, pp.71-89, ISSN 1573-6059 ISBN 978-90-481-2680-4, *Springer Science-Business Media*, B.V. 2009.

- [26] **F.G.Gülay, İ.E. Bal, T.Gökçe, N.Çelik**, 2010. ‘Field Applications of P25 Preliminary Assessment Method for Identifying the Collapse Vulnerability of Existing RC Structures’ *9th International Congress on Advances in Civil Engineering*, 27-30 September 2010, Karadeniz Technical University, Trabzon, Turkey.
- [27] **Gulay, F.G., Gökçe, T. and Bal, İ.E.**, 2010. ‘Parametric Study on Seismic Performance of an Existing RC Building ‘SEMC 2010: *The Fourth International Conference on Structural Engineering, Mechanics and Computation*, 6-8 September 2010, Cape Town, South Africa. Paper No: 2010/410.
- [28] **Bal, İ.E., Gülay, F.G.**, 2009. ‘Investigation of Material Quality Effect on Seismic Performance of Existing R/C Buildings’ (2009) *COMPDYN 2009 ECCOMAS Thematic Conference on Computational Methods in Structural Dynamics and Earthquake Engineering* M. Papadrakakis, N.D. Lagaros, M. Fragiadakis (eds.) Rhodes, Greece, 22–24 June 2009.
- [29] **Gülay G., Bal. İ.E., Tezcan S.**, 2007. Betonarme Binaların Göçme Riskinin Belirlenmesi İçin P25 Hızlı Değerlendirme Yöntemi. *Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı*, 16-20 Ekim 2007, İstanbul.
- [30] **Tüysüz S.**, 2007. Betonarme Binaların Göçme Riskinin Hızlı Değerlendirme Yöntemleri ile Belirlenmesi, *YL Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Haziran, İstanbul.
- [31] **JSİM**, 2005. Standard for Seismic Evaluation of Existing Reinforced Concrete Buildings - 2001, Guidelines for Seismic Retrofit of Existing Reinforced Concrete Buildings – 2001, Technical Manual for Seismic Evaluation and Seismic Retrofit of Existing Reinforced Concrete Buildings – 2001, English Version First Edition, *The Japan Building Disaster Prevention Association*, Tokyo, Japan,
- [32] **Kasımzade, A.A., Karaca, Z., Sönmez, B.**, 2005. Ön Sismik Değerlendirmede Japon Sismik İndeks Yönteminin Lise Binalarında Uygulanması Özellikleri. *Deprem sempozyumu* 2005, 23 – 25 Mart, Kocaeli.
- [33] **Ersin E.**, 2010. Mevcut Betonarme Okul Binalarının Deprem Performanslarının Japon Sismik İndeksi Yöntemi İle Değerlendirilmesi, *YL Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Ocak, İstanbul.
- [34] **İlki, A., Boduroğlu, H., Özdemir, P., Demir, C., Şirin, S., Baysan, F.**, 2003. Mevcut ve Güçlendirilmiş Yapılar için Sismik İndeks Yöntemi ve Yapısal Çözümleme Sonuçlarının Karşılaştırılması. *Beşinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı*, İstanbul, Türkiye, Mayıs 26-30
- [35] **Kürklü, G.**, 2005. Mevcut Betonarme Yapılarda Deprem Güvenliğinin İncelenmesindeki Teknikler ve Beton Dayanımının Belirlenmesi, *YL Tezi*, AKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü , Temmuz, Afyonkarahisar.
- [36] **Başaran V.**, 2006. Mevcut Betonarme Yapıların İtme Analizi İle Hesabi ve Japon Sismik İndeks Yöntemi İle Karşılaştırılması, *YL Tezi*, Afyon Kocatepe Üniversitesi.

- [38] **Url-1** <http://tr.wikipedia.org/wiki/1999_D%C3%BCzce_Depremi>, 28.08.2011.
- [39] **Url-2** <http://tr.wikipedia.org/wiki/1999_G%C3%B6lc%C3%BCk_Depremi>, 28.08.2011.
- [40] **Mustafa E., Çağla S., Gülşen F., Sabahettin Ç., Sinan B ve Koji Y.** 2003 Düzce Belediyesi Mücavir Alan Sınırları İçerisinde Zemin Özelliklerinin 12 Kasım Düzce Depremi Hasar Dağılımına Ve Yapılaşma Parametrelerine Etkisinin İncelenmesi. *Düzce Belediyesi Başkanlığı Yapı, Denetim Birimi – İnceleme Raporu.*
- [41] **ITU Yapı ve Deprem Uygulama Araştırma Merkezi,** 1999. 27 Haziran 1998 Adana-Ceyhan Depreminde Orta Hasar Gören Özel ve Kamu Binalarının Onarım ve Güçlendirme İşleri, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.
- [42] **ETABS** Extended 3D Analysis of Buildings Systems, *Computers And Structures Inc.*, Berkeley California.

EKLER

A. EK

Çizelge A.1: 001-IST-R-04 -NS yapısının zemin kat azaltılmış kolon rijitlik değerleri

Kolon No	N_d (kN)	A_c (m ²)	f_{cm} (kN/m ²)	$N_d / (A_c * f_{cm})$	$(EI)_e / (EI)_o$
C43	-389,24	0,100	10000	0,39	0,79
C44	-369,00	0,100	10000	0,37	0,76
C45	-229,42	0,100	10000	0,23	0,57
C46	-477,70	0,100	10000	0,48	0,80
C47	-308,26	0,100	10000	0,31	0,68
C48	-267,98	0,100	10000	0,27	0,62
C50	-238,72	0,100	10000	0,24	0,58
C51	-228,41	0,100	10000	0,23	0,57
C52	-341,86	0,100	10000	0,34	0,72
C53	-525,96	0,125	10000	0,42	0,80
C54	-415,37	0,125	10000	0,33	0,71
C55	-271,77	0,125	10000	0,22	0,56
C56	-373,60	0,125	10000	0,30	0,67
C57	-408,24	0,125	10000	0,33	0,70
C58	-232,19	0,150	10000	0,15	0,47
C59	-207,80	0,100	10000	0,21	0,54

Çizelge A.2: 001-IST-R-04 -NS yapısının 1.kat azaltılmış kolon rijitlik değerleri

Kolon No	N_d (kN)	A_c (m ²)	f_{cm} (kN/m ²)	$N_d / (A_c * f_{cm})$	$(EI)_e / (EI)_o$
C43	-279,2	0,100	10000	0,28	0,64
C44	-261,66	0,100	10000	0,26	0,62
C45	-168,69	0,100	10000	0,17	0,49
C46	-348,41	0,100	10000	0,35	0,73
C47	-224,08	0,100	10000	0,22	0,57
C48	-194,35	0,100	10000	0,19	0,53
C50	-172,53	0,100	10000	0,17	0,50
C51	-167,00	0,100	10000	0,17	0,49
C52	-248,94	0,100	10000	0,25	0,60
C53	-378,75	0,125	10000	0,30	0,67
C54	-300,68	0,125	10000	0,24	0,59
C55	-195,66	0,125	10000	0,16	0,48
C56	-276,09	0,125	10000	0,22	0,56
C57	-290,92	0,125	10000	0,23	0,58
C58	-172,97	0,150	10000	0,12	0,42
C59	-153,11	0,100	10000	0,15	0,47

Çizelge A.3: 001-IST-R-04 -NS yapısının 2.kat azaltılmış kolon rijitlik değerleri

Kolon No	N_d (kN)	A_c (m ²)	f_{cm} (kN/m ²)	$N_d / (A_c * f_{cm})$	$(EI)_e / (EI)_o$
C43	-168,68	0,075	10000	0,22	0,57
C44	-159,01	0,075	10000	0,21	0,55
C45	-104,45	0,075	10000	0,14	0,45
C46	-220,87	0,075	10000	0,29	0,66
C47	-141,54	0,075	10000	0,19	0,52
C48	-121,81	0,075	10000	0,16	0,48
C50	-107,54	0,075	10000	0,14	0,46
C51	-106,46	0,075	10000	0,14	0,46
C52	-159,82	0,075	10000	0,21	0,55
C53	-237,92	0,100	10000	0,24	0,58
C54	-190,63	0,100	10000	0,19	0,52
C55	-119,78	0,100	10000	0,12	0,43
C56	-173,02	0,100	10000	0,17	0,50
C57	-179,55	0,100	10000	0,18	0,51
C58	-111,41	0,120	10000	0,09	0,40
C59	-99,38	0,075	10000	0,13	0,44

Çizelge A.4: 001-IST-R-04 -NS yapısının 3.kat azaltılmış kolon rijitlik değerleri

Kolon No	N_d (kN)	A_c (m ²)	f_{cm} (kN/m ²)	$N_d / (A_c * f_{cm})$	$(EI)_e / (EI)_o$
C43	-63,06	0,075	10000	0,08	0,40
C44	-60,40	0,075	10000	0,08	0,40
C45	-40,86	0,075	10000	0,05	0,40
C46	-90,54	0,075	10000	0,12	0,43
C47	-59,89	0,075	10000	0,08	0,40
C48	-52,91	0,075	10000	0,07	0,40
C50	-44,62	0,075	10000	0,06	0,40
C51	-46,90	0,075	10000	0,06	0,40
C52	-72,30	0,075	10000	0,10	0,40
C53	-100,16	0,100	10000	0,10	0,40
C54	-83,40	0,100	10000	0,08	0,40
C55	-45,32	0,100	10000	0,05	0,40
C56	-71,22	0,100	10000	0,07	0,40
C57	-71,61	0,100	10000	0,07	0,40
C58	-50,43	0,120	10000	0,04	0,40
C59	-46,22	0,075	10000	0,06	0,40

Çizelge A.5: 001-IST-R-04 -NS yapısının zemin katına ait kolon donatıları

Kolon	b (mm)	d (mm)	Donatı
			üst+alt+kenar
C43	250	400	10 ϕ 12
C44	250	400	10 ϕ 12
C45	250	400	10 ϕ 12
C46	400	250	10 ϕ 12
C47	400	250	10 ϕ 12
C48	400	250	10 ϕ 12
C50	400	250	10 ϕ 12
C51	400	250	10 ϕ 12
C52	400	250	10 ϕ 12
C53	250	500	12 ϕ 12
C54	250	500	12 ϕ 12
C55	250	500	12 ϕ 12
C56	500	250	12 ϕ 12
C57	500	250	12 ϕ 12
C58	300	500	14 ϕ 12
C59	400	250	10 ϕ 12

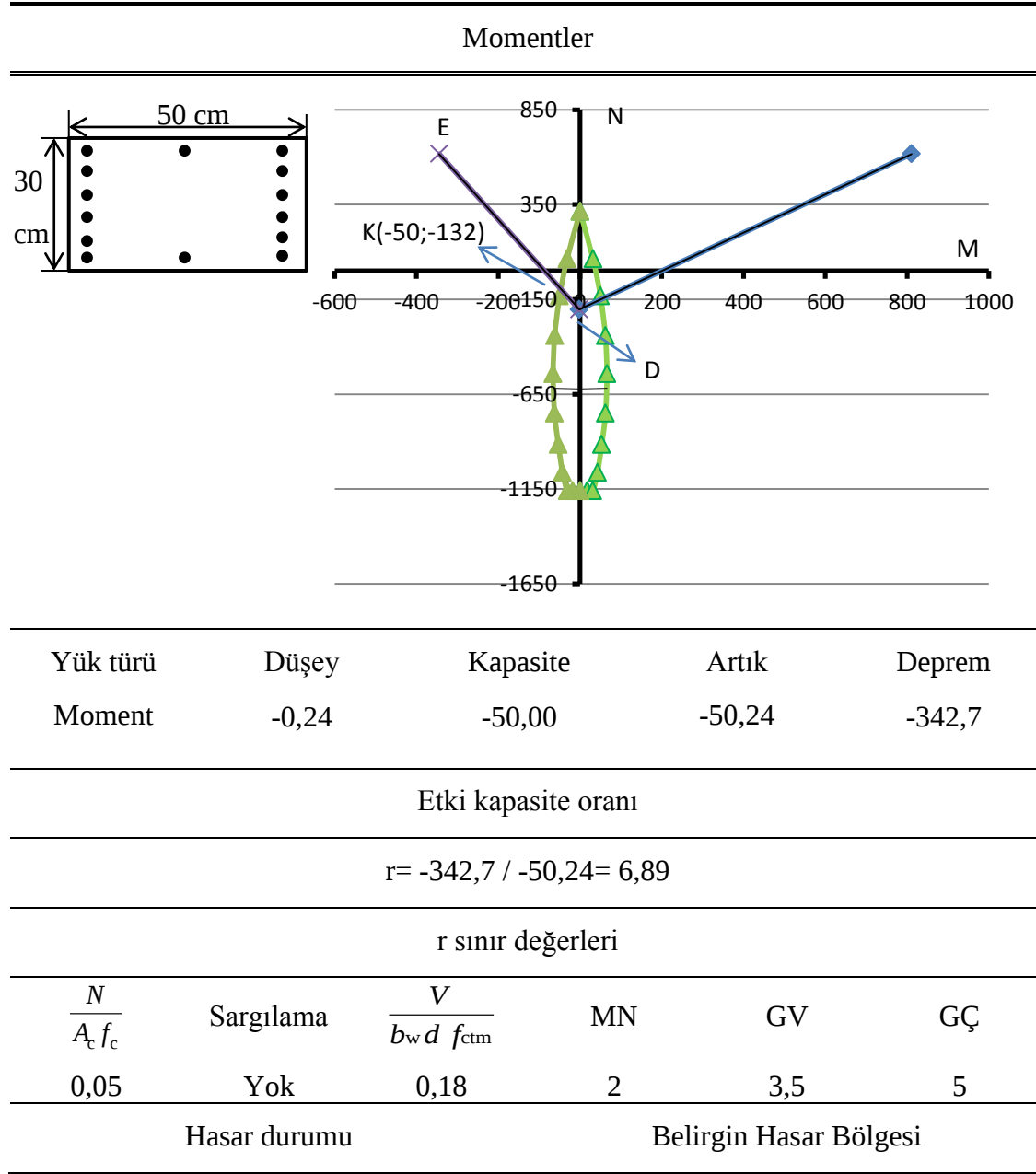
Çizelge A.6: 001-IST-R-04 -NS yapısının zemin katına ait kiriş donatıları

Kiriş	bw	h	Donatı			
			Sol		Sağ	
			Üst	Alt	Üst	Alt
B126	150	600	4 ϕ 12	6 ϕ 12	4 ϕ 12	6 ϕ 12
B142	150	600	4 ϕ 12	6 ϕ 12	4 ϕ 12	6 ϕ 12
B145	150	600	2 ϕ 12	4 ϕ 12	2 ϕ 12	4 ϕ 12
B149	150	600	2 ϕ 12	4 ϕ 12	2 ϕ 12	4 ϕ 12
B161	150	600	2 ϕ 12	4 ϕ 12	2 ϕ 12	4 ϕ 12
B162	150	600	5 ϕ 12	5 ϕ 12	5 ϕ 12	5 ϕ 12
B163	150	600	2 ϕ 12	7 ϕ 12	2 ϕ 12	7 ϕ 12
B164	150	600	5 ϕ 12	5 ϕ 12	5 ϕ 12	5 ϕ 12
B141	150	600	2 ϕ 12	4 ϕ 12	2 ϕ 12	4 ϕ 12
B142	150	600	4 ϕ 12	4 ϕ 12	4 ϕ 12	4 ϕ 12
B144	150	600	5 ϕ 12	7 ϕ 12	5 ϕ 12	7 ϕ 12
B148	150	600	4 ϕ 12	4 ϕ 12	4 ϕ 12	4 ϕ 12
B150	150	600	2 ϕ 12	4 ϕ 12	2 ϕ 12	4 ϕ 12
B165	150	600	2 ϕ 12	4 ϕ 12	2 ϕ 12	4 ϕ 12
B168	150	600	5 ϕ 12	5 ϕ 12	5 ϕ 12	5 ϕ 12
B169	150	600	4 ϕ 12	6 ϕ 12	4 ϕ 12	6 ϕ 12
B170	150	600	4 ϕ 12	6 ϕ 12	4 ϕ 12	6 ϕ 12
B171	150	600	2 ϕ 12	4 ϕ 12	2 ϕ 12	4 ϕ 12

Çizelge A.7: 001-IST-R-04 -NS yapısının x yönünde B145 nolu kirişin hasar durumu

Momentler					
Yük türü	Düşey	Kapasite	Artık	Deprem	
Moment	-1,42	56,19	57,62	96,71	
Etki kapasite oranı					
r= 96,71/ 57,62 = 1,67					
r sınır değerleri					
$\frac{\rho - \rho'}{\rho_b}$	Sargılama	$\frac{V}{b_w d f_{ctm}}$	MN	GV	GÇ
0,11	Yok	0,31	2,39	3,89	5,78
Hasar durumu			Minimum Hasar Bölgesi		

Çizelge A.8: 001-IST-R-04 -NS yapısının y yönünde C58 nolu kolonun hasar durumu



Çizelge A.9: 001-IST-R-04 -NS yapısının x yönü deprem doğrultusunda zemin kat kiriş performans seviyeleri

Kiriş No	M_D (i) (kN.m)	M_K (i) (kN.m)	M_E (i) (kN.m)	r (i)	r_{MN}	r_{GV}	$r_{GÇ}$	Hasar Durumu
B126	-3,93	83,91	2014	22,93	2,39	3,89	5,78	Göçme
B143	-21,5	83,91	1551	14,71	2,39	3,89	5,78	Göçme
B145	-1,42	56,19	96,71	1,679	2,39	3,89	5,78	Minimum
B149	2,03	-52,82	-152	2,777	2,39	3,89	5,78	Belirgin
B161	-19,7	56,19	1085	14,30	2,39	3,89	5,78	Göçme
B162	-13,2	70,08	1843	22,12	2,5	4,00	6,00	Göçme
B163	-10,3	97,67	1948	18,04	2,22	3,72	5,45	Göçme
B164	-15,3	70,08	1731	20,28	2,5	4,00	6,00	Göçme

Çizelge A.10: 001-IST-R-04 -NS yapısının x yönü deprem doğrultusunda zemin kat kiriş performans seviyeleri

Kiriş No	M_D (j) (kN.m)	M_K (j) (kN.m)	M_E (j) (kN.m)	r (j)	r_{MN}	r_{GV}	$r_{GÇ}$	Hasar Durumu
B126	-0,08	-76,32	-76,32	18,3	2,39	3,89	5,78	Göçme
B143	4,375	-76,32	-76,32	25,2	2,39	3,89	5,78	Göçme
B145	-4,24	-52,82	-52,82	1,88	2,39	3,89	5,78	Minimum
B149	-5,17	-52,82	-52,82	14,8	2,39	3,89	5,78	Göçme
B161	-3,34	-52,82	-52,82	4,16	2,39	3,89	5,78	İleri
B162	-4,22	-64,81	-64,81	21,5	2,50	4,00	6,00	Göçme
B163	-14,2	-87,34	-87,34	14,0	2,22	3,72	5,45	Göçme
B164	9,70	-64,81	-64,81	2,35	2,50	4,00	6,00	Minimum

Çizelge A.11: 001-IST-R-04 -NS yapısının y yönü deprem doğrultusunda zemin kat kiriş performans seviyeleri

Kiriş No	M _D (i) (kN.m)	M _K (i) (kN.m)	M _E (i) (kN.m)	r (i)	r _{MN}	r _{GV}	r _{GÇ}	Hasar Durumu
B141	1,46	56,19	-593	10,92	2,39	3,89	5,78	Göçme
B142	-4,91	56,19	-751	15,68	2,50	4,00	6,00	Göçme
B144	-26,50	97,67	-145	2,388	2,39	3,89	5,78	Minimum
B148	1,76	56,19	854,4	15,7	2,50	4,00	6,00	Göçme
B150	3,22	56,19	-724	12,92	2,39	3,89	5,78	Göçme
B165	-4,36	56,19	27,25	0,45	2,39	3,89	5,78	Minimum
B168	-1,80	70,08	23,51	0,327	2,50	4,00	6,00	Minimum
B169	-2,19	83,91	10,68	0,124	2,39	3,89	5,78	Minimum
B170	-1,63	83,91	-25,5	0,341	2,39	3,89	5,78	Minimum
B171	-1,15	56,19	-175	3,38	2,39	3,89	5,78	Belirgin

Çizelge A.12: 001-IST-R-04 -NS yapısının y yönü deprem doğrultusunda zemin kat kiriş performans seviyeleri

Kiriş No	M _D (j) (kN.m)	M _K (j) (kN.m)	M _E (j) (kN.m)	r (j)	r _{MN}	r _{GV}	r _{GÇ}	Hasar Durumu
B141	-4,49	-52,82	352,7	5,81	2,39	3,89	5,78	Göçme
B142	-8,54	-52,82	1531	23,6	2,50	4,00	6,00	Göçme
B144	-0,21	-87,34	-20,23	0,23	2,39	3,89	5,78	Minimum
B148	-10,3	-52,82	-1022	24,0	2,50	4,00	6,00	Göçme
B150	-4,91	-52,82	516,7	8,46	2,39	3,89	5,78	Göçme
B165	-5,56	-52,82	60,43	0,98	2,39	3,89	5,78	Minimum
B168	-6,24	-64,81	-648,8	11,1	2,50	4,00	6,00	Göçme
B169	-3,34	-76,32	1268	14,5	2,39	3,89	5,78	Göçme
B170	-3,38	-76,32	2053	23,5	2,39	3,89	5,78	Göçme
B171	-0,66	-52,82	220,2	3,87	2,39	3,89	5,78	Belirgin

Çizelge A.13: 001-IST-R-04 -NS yapısının x yönü deprem doğrultusunda zemin kat kolon performans seviyeleri

Kolon No	M _D (i) (kN.m)	M _K (i) (kN.m)	M _E (i) (kN.m)	r (i)	r _{MN}	r _{GV}	r _{GÇ}	Hasar Durumu
C43	0,760	65	2952,1	46,0	1,90	3,28	4,97	Göçme
C44	-1,900	65	2536,0	37,9	1,90	3,28	4,97	Göçme
C45	0,717	65	1901,4	29,6	1,90	3,28	4,97	Göçme
C46	0,819	37	1560,5	43,1	1,80	2,85	4,92	Göçme
C47	0,133	36	1103,1	30,8	2,00	3,50	5,00	Göçme
C48	0,578	38	1105,8	29,5	1,90	3,15	4,95	Göçme
C50	-0,660	36	916,46	25,0	2,00	3,47	5,00	Göçme
C51	-0,020	37	774,85	20,9	1,80	2,85	4,92	Göçme
C52	2,296	33	945,65	30,8	2,00	3,50	5,00	Göçme
C53	-3,660	98	5488,6	54,0	1,60	2,38	4,85	Göçme
C54	-3,350	89	3588,3	38,9	1,90	3,24	4,97	Göçme
C55	-2,090	89	2879,8	31,6	1,90	3,24	4,97	Göçme
C56	-2,430	45	1665,4	35,1	2,00	3,46	5,00	Göçme
C57	-1,680	45	1524,4	32,7	2,00	3,46	5,00	Göçme
C58	-1,880	110	3527,1	31,5	2,00	3,51	5,00	Göçme
C59	0,133	45	981,46	21,9	1,90	3,23	4,96	Göçme

Çizelge A.14: 001-IST-R-04 -NS yapısının x yönü deprem doğrultusunda zemin kat kolon performans seviyeleri

Kolon No	M_D (i) (kN.m)	M_K (i) (kN.m)	M_E (i) (kN.m)	r (i)	r_{MN}	r_{GV}	$r_{GÇ}$	Hasar Durumu
C43	0,760	36	994,59	28,2	1,90	3,35	4,98	Göçme
C44	-1,900	36	944,59	24,9	1,90	3,35	4,98	Göçme
C45	0,717	29	774,61	27,4	2,00	3,50	5,00	Göçme
C46	0,819	67	2078,6	31,4	1,80	2,83	4,91	Göçme
C47	0,133	65	1750,2	27	2,00	3,42	4,99	Göçme
C48	0,578	68	1800,6	26,7	1,90	3,11	4,95	Göçme
C50	-0,660	65	1657,2	25,2	2,00	3,42	4,99	Göçme
C51	-0,020	67	1443,9	21,5	1,80	2,83	4,91	Göçme
C52	2,296	61	1814,5	30,9	2,00	3,42	4,99	Göçme
C53	-3,660	48	1184,9	22,9	1,80	2,86	4,92	Göçme
C54	-3,350	43	894,81	19,3	1,90	3,35	4,98	Göçme
C55	-2,090	47	581,62	11,8	1,70	2,65	4,89	Göçme
C56	-2,430	98	3622,1	36,1	2,00	3,39	4,99	Göçme
C57	-1,680	103	3240,1	31	1,90	3,08	4,94	Göçme
C58	-1,880	50	812,78	15,7	2,00	3,50	5,00	Göçme
C59	0,133	60	1642,9	27,4	1,90	3,14	4,95	Göçme

Çizelge A.15: 001-IST-R-04 -NS yapısının y yönü deprem doğrultusunda zemin kat kolon performans seviyeleri

Kolon No	M_D (j) (kN.m)	M_K (j) (kN.m)	M_E (j) (kN.m)	r (j)	r_{MN}	r_{GV}	$r_{GÇ}$	Hasar Durumu
C43	-3,900	-46	-759,9	18,0	2,00	3,50	5,00	Göçme
C44	0,411	-57	-618,9	10,8	2,00	3,50	5,00	Göçme
C45	-2,820	-46	-698,4	16,2	2,00	3,50	5,00	Göçme
C46	-2,870	-37	-1153	33,8	1,78	2,85	4,92	Göçme
C47	-1,360	-36	-551,1	15,9	1,99	3,47	5,00	Göçme
C48	-1,700	-37	-524,3	14,9	1,78	2,85	4,92	Göçme
C50	0,504	-36	-807,1	22,1	1,99	3,47	5,00	Göçme
C51	-0,580	-31	-441,5	14,5	1,69	2,56	4,88	Göçme
C52	-4,220	-33	-509,9	17,7	2,00	3,50	5,00	Göçme
C53	0,505	-98	-1455	14,8	1,63	2,38	4,85	Göçme
C54	1,251	-89	-971,2	10,8	1,91	3,24	4,97	Göçme
C55	0,133	-90	-825,5	9,16	1,63	2,37	4,85	Göçme
C56	3,540	-45	-1510	31,1	1,99	3,46	5,00	Göçme
C57	1,414	-45	-841,8	18,1	1,99	3,46	5,00	Göçme
C58	-0,240	-110	-2107	19,2	2,00	3,50	5,00	Göçme
C59	-0,880	-45	-578,6	13,1	1,91	3,23	4,96	Göçme

Çizelge A.16: 001-IST-R-04 -NS yapısının y yönü deprem doğrultusunda zemin kat kolon performans seviyeleri

Kolon No	M _D (j) (kN.m)	M _K (j) (kN.m)	M _E (j) (kN.m)	r (j)	r _{MN}	r _{GV}	r _{GÇ}	Hasar Durumu
C43	-3,900	-29	-524,5	20,9	1,90	3,35	4,98	Göçme
C44	0,411	-36	-587,2	16,1	1,90	3,35	4,98	Göçme
C45	-2,820	-29	-500,7	19,1	2,00	3,50	5,00	Göçme
C46	-2,870	-67	-1265	19,7	1,80	2,83	4,91	Göçme
C47	-1,360	-65	-1211	19,0	2,00	3,42	4,99	Göçme
C48	-1,700	-67	-1028	15,7	1,90	3,11	4,95	Göçme
C50	0,504	-65	-1452	22,2	2,00	3,42	4,99	Göçme
C51	-0,580	-56	-623,1	11,2	1,80	2,83	4,91	Göçme
C52	-4,220	-38	-607,8	18,0	2,00	3,42	4,99	Göçme
C53	0,505	-48	-975,3	20,1	1,80	2,86	4,92	Göçme
C54	1,251	-43	-372,8	8,42	1,90	3,35	4,98	Göçme
C55	0,133	-32	-81,8	2,55	1,70	2,65	4,89	İleri
C56	3,540	-98	-2910	28,7	2,00	3,39	4,99	Göçme
C57	1,414	-103	-1039	9,95	1,90	3,08	4,94	Göçme
C58	-0,240	-50	-342,7	6,89	2,00	3,50	5,00	Göçme
C59	-0,880	-60	-985,5	16,7	1,90	3,14	4,95	Göçme

Çizelge A.17: 001-IST-R-04 -NS yapısının x doğrultusu için zemin kat kolon kiriş birleşim yerlerinde kesme kontrolü

Kolon	b	h	Ve	Vr	Kesme Güvenliği
C43	250	400	118,3	450	Sağlıyor
C44	250	400	25,03	450	Sağlıyor
C45	250	400	118,3	450	Sağlıyor
C48	400	250	133,7	450	Sağlıyor
C51	400	250	103,2	450	Sağlıyor
C53	250	500	167,7	450	Sağlıyor
C54	250	500	135,7	450	Sağlıyor
C55	250	500	135,7	450	Sağlıyor
C56	500	250	596	563	Sağlıyor
C57	500	250	533,8	563	Sağlıyor
C58	300	500	558,9	675	Güçlendirilmeli
C59	400	250	36,46	450	Sağlıyor

Çizelge A.18: 001-IST-R-04 -NS yapısının y doğrultusu için zemin kat kolon kiriş birleşim yerlerinde kesme kontrolü

Kolon	b	h	Ve	Vr	Kesme Güvenliği
C43	250	400	103,77	600	Sağlıyor
C44	250	400	103,77	450	Sağlıyor
C45	250	400	107,77	450	Sağlıyor
C46	400	250	334,75	450	Sağlıyor
C47	400	250	584,58	450	Güçlendirilmeli
C48	400	250	582,86	450	Güçlendirilmeli
C50	400	250	584,58	450	Güçlendirilmeli
C51	400	250	148,23	450	Sağlıyor
C52	400	250	89,487	450	Sağlıyor
C53	250	500	594,29	562,5	Güçlendirilmeli
C54	250	500	286,29	450	Sağlıyor
C55	250	500	148,23	450	Sağlıyor
C56	500	250	565,72	562,5	Güçlendirilmeli
C57	500	250	127,66	562,5	Sağlıyor

B. EK

Çizelge B.1: 002-DUZ-R-07-CL yapısı düzeltme faktörleri sonuçları

Katsayı	Tanım	Risk Seviyesi
f ₁	Burulma Düzensizliği	1,00
f ₂	Döşeme Süreksizliği	1,00
f ₃	Düşey Doğrultuda Süreksizlik	1,00
f ₄	Kütle Düzensizliği	0,85
f ₅	Korozyon Mevcudiyeti	0,80
f ₆	Ağır Cephe Elemanları	1,00
f ₇	Asma Kat Mevcudiyeti	0,90
f ₈	Katlarda Seviye Farkı	1,00
f ₉	Beton Kalitesi	0,71
f ₁₀	Zayıf Kolon-Kuvvetli Kiriş	1,00
f ₁₁	Etriye Sıklığı	0,84
f ₁₂	Zemin Sınıfı	0,95
f ₁₃	Temel Tipi	0,90
f ₁₄	Temel Derinliği	0,95

Çizelge B.2: 002-DUZ-R-07-CL yapısı P sonuçları

Katsayı	Tanım	Risk Seviyesi
P ₁	Temel Yapısal Puanı	20
P ₂	Kısa Kolon Puanı	100
P ₃	Yumuşak Kat ve Zayıf Kat Puanı	81
P ₄	Çıkmalar ve Çerçeve Süreksizliği	100
P ₅	Çarpışma Puanı	100
P ₆	Sıvılaşma Potansiyeli Puanı	100
P ₇	Toprak Hareketi Puanı	60
P	Sonuç Puanı	18

Çizelge B.3: 003-DZC-R-05-CL yapısı düzeltme faktörleri sonuçları

Katsayı	Tanım	Risk Seviyesi
f_1	Burulma Düzensizliği	1,00
f_2	Döşeme Süreksizliği	1,00
f_3	Düşey Doğrultuda Süreksizlik	1,00
f_4	Kütle Düzensizliği	0,85
f_5	Korozyon Mevcudiyeti	0,80
f_6	Ağır Cephe Elemanları	1,00
f_7	Asma Kat Mevcudiyeti	1,00
f_8	Katlarda Seviye Farkı	1,00
f_9	Beton Kalitesi	0,71
f_{10}	Zayıf Kolon-Kuvvetli Kiriş	1,00
f_{11}	Etriye Sıklığı	1,00
f_{12}	Zemin Sınıfı	0,95
f_{13}	Temel Tipi	0,90
f_{14}	Temel Derinliği	0,95

Çizelge B.4: 003-DUZ-R-05-CL yapısı P sonuçları

Katsayı	Tanım	Risk Seviyesi
P_1	Temel Yapısal Puanı	25
P_2	Kısa Kolon Puanı	100
P_3	Yumuşak Kat ve Zayıf Kat Puanı	67
P_4	Çıkmalar ve Çerçeve Süreksizliği	100
P_5	Çarpışma Puanı	100
P_6	Sıvılaşma Potansiyeli Puanı	100
P_7	Toprak Hareketi Puanı	60
P	Sonuç Puanı	23

Çizelge B.5: 004-DUZ-R-05-CL yapısı düzeltme faktörleri sonuçları

Katsayı	Tanım	Risk Seviyesi
f ₁	Burulma Düzensizliği	1,00
f ₂	Döşeme Süreksizliği	1,00
f ₃	Düşey Doğrultuda Süreksizlik	1,00
f ₄	Kütle Düzensizliği	0,85
f ₅	Korozyon Mevcudiyeti	0,80
f ₆	Ağır Cephe Elemanları	1,00
f ₇	Asma Kat Mevcudiyeti	1,00
f ₈	Katlarda Seviye Farkı	1,00
f ₉	Beton Kalitesi	0,71
f ₁₀	Zayıf Kolon-Kuvvetli Kiriş	1,00
f ₁₁	Etriye Sıklığı	0,73
f ₁₂	Zemin Sınıfı	0,95
f ₁₃	Temel Tipi	0,90
f ₁₄	Temel Derinliği	0,95

Çizelge B.6: 004-DUZ-R-05-CL yapısı P sonuçları

Katsayı	Tanım	Risk Seviyesi
P ₁	Temel Yapısal Puanı	25
P ₂	Kısa Kolon Puanı	100
P ₃	Yumuşak Kat ve Zayıf Kat Puanı	67
P ₄	Çıkmalar ve Çerçeve Süreksizliği	100
P ₅	Çarpışma Puanı	100
P ₆	Sıvılaşma Potansiyeli Puanı	100
P ₇	Toprak Hareketi Puanı	60
P	Sonuç Puanı	23

Çizelge B.7: 005-DUZ-R-06-CL yapısı düzeltme faktörleri sonuçları

Katsayı	Tanım	Risk Seviyesi
f ₁	Burulma Düzensizliği	1,00
f ₂	Döşeme Süreksizliği	1,00
f ₃	Düşey Doğrultuda Süreksizlik	1,00
f ₄	Kütle Düzensizliği	0,85
f ₅	Korozyon Mevcudiyeti	0,80
f ₆	Ağır Cephe Elemanları	1,00
f ₇	Asma Kat Mevcudiyeti	1,00
f ₈	Katlarda Seviye Farkı	1,00
f ₉	Beton Kalitesi	0,71
f ₁₀	Zayıf Kolon-Kuvvetli Kiriş	1,00
f ₁₁	Etriye Sıklığı	0,80
f ₁₂	Zemin Sınıfı	0,95
f ₁₃	Temel Tipi	0,90
f ₁₄	Temel Derinliği	0,95

Çizelge B.8: 005-DUZ-R-06-CL yapısı P sonuçları

Katsayı	Tanım	Risk Seviyesi
P ₁	Temel yapısal puanı	21
P ₂	Kısa kolon puanı	100
P ₃	Yumuşak kat ve zayıf kat puanı	50
P ₄	Çıkmalar ve çerçeve süreksizliği	80
P ₅	Çarpışma puanı	100
P ₆	Sıvılaşma potansiyeli puanı	100
P ₇	Toprak hareketi puanı	60
P	Sonuç puanı	19

Çizelge B.9: 006-DZC-R-07-CL yapısı düzeltme faktörleri sonuçları

Katsayı	Tanım	Risk Seviyesi
f ₁	Burulma Düzensizliği	0,90
f ₂	Döşeme Süreksizliği	1,00
f ₃	Düşey Doğrultuda Süreksizlik	1,00
f ₄	Kütle Düzensizliği	0,85
f ₅	Korozyon Mevcudiyeti	0,80
f ₆	Ağır Cephe Elemanları	1,00
f ₇	Asma Kat Mevcudiyeti	0,90
f ₈	Katlarda Seviye Farkı	1,00
f ₉	Beton Kalitesi	0,71
f ₁₀	Zayıf Kolon-Kuvvetli Kiriş	1,00
f ₁₁	Etriye Sıklığı	0,73
f ₁₂	Zemin Sınıfı	0,95
f ₁₃	Temel Tipi	0,90
f ₁₄	Temel Derinliği	0,95

Çizelge B.10: 006-DZC-R-07-CL yapısı P sonuçları

Katsayı	Tanım	Risk Seviyesi
P ₁	Temel Yapısal Puanı	17
P ₂	Kısa Kolon Puanı	100
P ₃	Yumuşak Kat ve Zayıf Kat Puanı	55
P ₄	Çıkmalar ve Çerçeve Süreksizliği	80
P ₅	Çarpışma Puanı	100
P ₆	Sıvılaşma Potansiyeli Puanı	100
P ₇	Toprak Hareketi Puanı	60
P	Sonuç Puanı	14

Çizelge B.11: 007-DUZ-R-06-CL yapısı düzeltme faktörleri sonuçları

Katsayı	Tanım	Risk Seviyesi
f_1	Burulma Düzensizliği	1,00
f_2	Döşeme Süreksizliği	1,00
f_3	Düşey Doğrultuda Süreksizlik	1,00
f_4	Kütle Düzensizliği	0,85
f_5	Korozyon Mevcudiyeti	0,80
f_6	Ağır Cephe Elemanları	1,00
f_7	Asma Kat Mevcudiyeti	0,90
f_8	Katlarda Seviye Farkı	1,00
f_9	Beton Kalitesi	0,71
f_{10}	Zayıf Kolon-Kuvvetli Kiriş	1,00
f_{11}	Etriye Sıklığı	0,60
f_{12}	Zemin Sınıfı	0,95
f_{13}	Temel Tipi	0,90
f_{14}	Temel Derinliği	0,95

Çizelge B.12: 007-DUZ-R-06-CL yapısı P sonuçları

Katsayı	Tanım	Risk Seviyesi
P_1	Temel Yapısal Puanı	18
P_2	Kısa Kolon Puanı	100
P_3	Yumuşak Kat ve Zayıf Kat Puanı	67
P_4	Çıkmalar ve Çerçeve Süreksizliği	100
P_5	Çarpışma Puanı	100
P_6	Sıvılaşma Potansiyeli Puanı	100
P_7	Toprak Hareketi Puanı	60
P	Sonuç Puanı	16

C. EK

Çizelge C.1: 002-DUZ-R-07-CL nolu yapının tüm katlarda düzensizlik faktörleri

Düzensizlik	Açıklama	
Bodrum kat		
Düzen (a)	Yapıda çıkıntı yok	1
Uzunluk/Genişlik (b)	$20,85/19,75=1,05$	1
Dar kısım (c)	yok	1
Yapısal derz (d)	Bitişik nizam değil	1
Döşeme boşluğu (e)	$16,4/405,85= \%4$	1
Döşeme boşluğun dışmerkezliği(f)	$f1=1,5/19,75=0,076$, $f2=1,5/20,85=0,072$	1
Bodrum kat (h)	$405,85/405,85=1$	1
Kat yüksekliği (i)	$2,8/3,15= 0,88$	1
Yumuşak kat (j)	yok	1
Zemin kat		
Düzen (a)	Yapıda çıkıntı yok	1
Uzunluk/Genişlik (b)	$20,85/19,75=1,05$	1
Dar kısım (c)	yok	1
Yapısal derz (d)	Bitişik nizam değil	1
Döşeme boşluğu (e)	$16,4/405,85= \%4$	1
Döşeme boşluğun dışmerkezliği(f)	$f1=1,5/19,75=0,076$, $f2=1,5/20,85=0,072$	1
Bodrum kat (h)	$405,85/405,85=1$	1
Kat yüksekliği (i)	$3,15/2,45=1,4$	1
Yumuşak kat (j)	yok	1
Asma kat		
Düzen (a)	Yapıda çıkıntı yok	1
Uzunluk/Genişlik (b)	$11,70/11,20=1,04$	1
Dar kısım (c)	yok	1
Yapısal derz (d)	Bitişik nizam değil	1
Döşeme boşluğu (e)	$16,4/183,48= \%9$	1
Döşeme boşluğun dışmerkezliği(f)	$f1=1,2/11,20=0,11$, $f2=1,2/11,70=0,1$	0,9
Bodrum kat (h)	$405,85/405,85=1$	1
Kat yüksekliği (i)	$2,45/2,80=0,87$	1
Yumuşak kat (j)	yok	1

1. kat	2.kat	3.kat	4.kat
Düzen (a)	Yapıda çıkıntı yok		1
Uzunluk/Genişlik (b)	20,85/13,75=1,5		1
Dar kısım (c)	yok		1
Yapısal derz (d)	Bitişik nizam değil		1
Döşeme boşluğu (e)	16,4/290= %6		1
Döşeme boşluğun dışmerkezliği(f)	f1=5,75/13,75=0,42, f2=5,75/20,85=0,27	0,8	
Bodrum kat (h)	405,85/405,85=1		1
Kat yüksekliği (i)	2,80/2,80=1		1
Yumuşak kat (j)	yok		1
Düzen (a)	Yapıda çıkıntı yok		1

Çizelge C.2: 002-DUZ-R-07-CL nolu yapının x ve y doğrultusu I_s parametreleri ve sonuçları

	Zemin kat		Asma kat		1.kat		2.kat		3.kat		4.kat	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
SD indisi	1,20	1,20	1,17	1,17	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14
T indisi	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
E0 indisi	0,09	0,25	0,06	0,18	0,07	0,18	0,10	0,20	0,14	0,24	0,25	0,38
I_s İndeksi	0,11	0,30	0,07	0,21	0,08	0,21	0,11	0,24	0,15	0,28	0,28	0,43

Çizelge C.3: 002-DUZ-R-07-CL nolu yapının x ve y doğrultusu I_s ve I_{so} indeksi karşılaştırılması

	X		Y	
	I_s	I_{so}	I_s	I_{so}
Zemin kat	0,11	0,880	0,30	0,88
Asma kat	0,07	0,880	0,21	0,88
1.kat	0,08	0,880	0,21	0,88
2.kat	0,11	0,880	0,24	0,88
3.kat	0,15	0,880	0,28	0,88
4.kat	0,28	0,880	0,43	0,88

Çizelge C.4: 003-DUZ-R-05-CL nolu yapının tüm katlarda düzensizlik faktörleri

Düzensizlik	Açıklama	
Bodrum kat		
Düzen (a)	Yapıda çıkıntı yok	1
Uzunluk/Genişlik (b)	$29,30/8,80=3,3$	1
Dar kısım (c)	yok	1
Yapısal derz (d)	Bitişik nizam değil	1
Döşeme boşluğu (e)	$14,80/257= \%6$	1
Döşeme boşluğun dışmerkezliği(f)	$f1=3,15/8,8=0,35, f2=3,15/29,30=0,10$	0,8
Bodrum kat (h)	$257/275=1$	1
Kat yüksekliği (i)	$2,8/3,5=0,8$	1
Yumuşak kat (j)	var	0,9
Zemin kat		
Düzen (a)	Yapıda çıkıntı yok	1
Uzunluk/Genişlik (b)	$29,30/8,80=3,3$	1
Dar kısım (c)	yok	1
Yapısal derz (d)	Bitişik nizam değil	1
Döşeme boşluğu (e)	$14,80/257= \%6$	1
Döşeme boşluğun dışmerkezliği(f)	$f1=3,15/8,8=0,35, f2=3,15/29,30=0,10$	0,8
Bodrum kat (h)	$257/275=1$	1
Kat yüksekliği (i)	$3,5/2,8=1,25$	1
Yumuşak kat (j)	var	1
1.kat 2.kat 3.kat çatı arası katı		
Düzen (a)	Yapıda çıkıntı yok	1
Uzunluk/Genişlik (b)	$29,30/8,80=3,3$	1
Dar kısım (c)	yok	1
Yapısal derz (d)	Bitişik nizam değil	1
Döşeme boşluğu (e)	$14,80/230= \%6$	1
Döşeme boşluğun dışmerkezliği(f)	$f1=3,15/8,8=0,35, f2=3,15/29,30=0,10$	0,8
Bodrum kat (h)	$257/275=1$	1
Kat yüksekliği (i)	$2,8/2,8=1$	1
Yumuşak kat (j)	var	0,9

Çizelge C.5: 003-DUZ-R-05-CL nolu yapının x ve y doğrultusu I_s parametreleri ve sonuçları

	Zemin.k.		1.kat		2.kat		3.kat		Çatı arası.k.	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
S_D indisi	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
T indisi	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
E_0 indisi	0,16	0,15	0,18	0,17	0,23	0,21	0,37	0,34	1,7	1,57
I_s İndeksi	0,16	0,15	0,18	0,17	0,24	0,22	0,38	0,34	1,76	1,61

Çizelge C.6: 003-DUZ-R-05-CL nolu yapının x ve y doğrultusu I_s ve I_{SO} indeksi karşılaştırılması

	X		Y	
	I_s	I_{SO}	I_s	I_{SO}
Zemin kat	0,16	< 0,88	0,15	< 0,88
1.kat	0,18	< 0,88	0,17	< 0,88
2.kat	0,24	< 0,88	0,22	< 0,88
3.kat	0,38	< 0,88	0,34	< 0,88
Çatı arası katı	1,76	> 0,88	1,61	> 0,88

Çizelge C.7: 004-DUZ-R-05-CL nolu yapının tüm katlarda düzensizlik faktörleri

Düzensizlik	Açıklama	
Bodrum kat		
Düzen (a)	Yapıda çıkıntı var (47,5/524,4=9%)	1
Uzunluk/Genişlik (b)	32,09/25,15=1,27	1
Dar kısım (c)	yok	1
Yapısal derz (d)	Bitişik nizam değil	1
Döşeme boşluğu (e)	Merdiven+Asansör 27,12/524,4= 5 %	1
Döşeme boşluğun dışmerkezliği(f)	$f_1 \leq 0,4$ ve $f_2 \leq 0,1$	1
Bodrum kat (h)	524,4/524,4=1	1
Kat yüksekliği (i)	3,1/3,5=0,88	1
Yumuşak kat (j)	yok	1
Zemin kat		
Düzen (a)	Yapıda çıkıntı var (47,5/524,4=9%)	1
Uzunluk/Genişlik (b)	32,09/25,15=1,27	1
Dar kısım (c)	yok	1
Yapısal derz (d)	Bitişik nizam değil	1
Döşeme boşluğu (e)	Merdiven+Asansör 27,12/524,4= 5 %	1
Döşeme boşluğun dışmerkezliği(f)	$f_1 \leq 0,4$ ve $f_2 \leq 0,1$	1
Bodrum kat (h)	524,4/524,4=1	1
Kat yüksekliği (i)	2,8/2,8=1	1
Yumuşak kat (j)	yok	1
1.kat 2.kat 3.kat		
Düzen (a)	Yapıda çıkıntı var (47,5/524,4=%9)	1
Uzunluk/Genişlik (b)	32,09/25,15=1,27	1
Dar kısım (c)	yok	1
Yapısal derz (d)	Bitişik nizam değil	1
Döşeme boşluğu (e)	Merdiven+Asansör 27,12/524,4= %5	1
Döşeme boşluğun dışmerkezliği(f)	$f_1 \leq 0,4$ ve $f_2 \leq 0,1$	1
Bodrum kat (h)	524,4/524,4=1	1
Kat yüksekliği (i)	2,8/2,8=1	1
Yumuşak kat (j)	yok	1

Çizelge C.8: 004-DUZ-R-05-CL nolu yapının x ve y doğrultusu I_s parametreleri ve sonuçları

	Zemin kat		1.kat		2.kat		3.kat	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
S_D indisi	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
T indisi	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
E_0 indisi	0,08	0,10	0,12	0,13	0,08	0,09	0,14	0,15
I_s İndeksi	0,10	0,12	0,14	0,16	0,09	0,10	0,17	0,18

Çizelge C.9: 004-DUZ-R-05-CL nolu yapının x ve y doğrultusu I_s ve I_{SO} indeksi karşılaştırılması

	X		Y	
	I_s	I_{SO}	I_s	I_{SO}
Zemin kat	0,10 < 0,88		0,12 < 0,88	
1.kat	0,14 < 0,88		0,16 < 0,88	
2.kat	0,09 < 0,88		0,10 < 0,88	
3.kat	0,17 < 0,88		0,18 < 0,88	

Çizelge C.10: 005-DUZ-R-06-CL nolu yapının tüm katlarda düzensizlik faktörleri

Düzensizlik	Açıklama	
Bodrum kat		
Düzen (a)	Yapıda çıkıntı var $33,7/256,8=\%13$	0,9
Uzunluk/Genişlik (b)	$24,00/10,70=2,24$	1
Dar kısım (c)	yok	1
Yapısal derz (d)	Bitişik nizam değil	1
Döşeme boşluğu (e)	Merdiven+Asansör $21,75/239=\%9$	1
Döşeme boşluğun dışmerkezliği(f)	$f_1=2,02/10,7=0,19, f_2=2,02/24=0,08$	1
Bodrum kat (h)	$239/239=1$	1
Kat yüksekliği (i)	$2,8/3,5=0,8$	0,9
Yumuşak kat (j)	var	0,9
Zemin kat		
Düzen (a)	Yapıda çıkıntı var $33,7/256,8=\%13$	0,9
Uzunluk/Genişlik (b)	$24,00/10,70=2,24$	1
Dar kısım (c)	yok	1
Yapısal derz (d)	Bitişik nizam değil	1
Döşeme boşluğu (e)	Merdiven+Asansör $21,75/239=\%9$	1
Döşeme boşluğun dışmerkezliği(f)	$f_1=2,02/10,7=0,19, f_2=2,02/24=0,08$	1
Bodrum kat (h)	$239/239=1$	1
Kat yüksekliği (i)	$3,50/2,80=1,25$	0,9
Yumuşak kat (j)	var	0,9
1.kat 2.kat 3.kat 4.kat		
Düzen (a)	Yapıda çıkıntı var $(47,5/524,4=\%9)$	1
Uzunluk/Genişlik (b)	$32,09/25,15=1,27$	1
Dar kısım (c)	yok	1
Yapısal derz (d)	Bitişik nizam değil	1
Döşeme boşluğu (e)	Merdiven+Asansör $27,12/524,4=\%5$	1
Döşeme boşluğun dışmerkezliği(f)	$f_1\leq 0,4$ ve $f_2\leq 0,1$	1
Bodrum kat (h)	$239/239=1$	1
Kat yüksekliği (i)	$2,80/2,80=1$	1
Yumuşak kat (j)	yok	1

Çizelge C.11: 005-DUZ-R-06-CL nolu yapının x ve y doğrultusu I_s parametreleri ve sonuçları

	Zemin kat		1.kat		2.kat		3.kat		4.kat	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
S_D indisi	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
T indisi	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
E_0 indisi	0,11	0,13	0,11	0,12	0,13	0,14	0,17	0,19	0,30	0,35
I_s İndeksi	0,10	0,12	0,11	0,12	0,12	0,14	0,16	0,19	0,29	0,34

Çizelge C.12: 005-DUZ-R-06-CL nolu yapının x ve y doğrultusu I_s ve I_{SO} indeksi karşılaştırılması

	X		Y	
	I_s	I_{SO}	I_s	I_{SO}
Zemin kat	0,10 < 0,88		0,12 < 0,88	
1.kat	0,11 < 0,88		0,12 < 0,88	
2.kat	0,13 < 0,88		0,14 < 0,88	
3.kat	0,16 < 0,88		0,19 < 0,88	
4.kat	0,29 < 0,88		0,34 < 0,88	

Çizelge C.13: 006-DUZ-R-07-CL nolu yapının tüm katlarda düzensizlik faktörleri

Düzensizlik	Açıklama	
Bodrum kat		
Düzen (a)	Yapıda çıkıntı var ($175,02/581,96=\%31$)	0,8
Uzunluk/Genişlik (b)	$33,40/22,90=1,45$	1
Dar kısım (c)	yok	1
Yapısal derz (d)	Bitişik nizam değil	1
Döşeme boşluğu (e)	$37,18/581,96=\%6$	1
Döşeme boşluğun dışmerkezliği(f)	$0,4<f_1, 0,3<f_2$	0,8
Bodrum kat (h)	$581,96/581,96=1$	1
Kat yüksekliği (i)	$2,80/3,20= 0,875$	1
Yumuşak kat (j)	yok	1
Zemin kat		
Düzen (a)	Yapıda çıkıntı var ($175,02/581,96=31\%$)	0,8
Uzunluk/Genişlik (b)	$33,40/22,90=1,45$	1
Dar kısım (c)	yok	1
Yapısal derz (d)	Bitişik nizam değil	1
Döşeme boşluğu (e)	$37,18/581,96=\%6$	1
Döşeme boşluğun dışmerkezliği(f)	$0,4<f_1, 0,3<f_2$	0,8
Bodrum kat (h)	$581,96/581,96=1$	1
Kat yüksekliği (i)	$3,20/2,30= 1,4$	1
Yumuşak kat (j)	yok	1
Asma kat		
Düzen (a)	Yapıda çıkıntı var ($175,02/581,96=\%31$)	1
Uzunluk/Genişlik (b)	$11,70/11,20=1,04$	1
Dar kısım (c)	yok	1
Yapısal derz (d)	Bitişik nizam değil	1
Döşeme boşluğu (e)	$16,4/183,48=\%9$	1
Döşeme boşluğun dışmerkezliği(f)	$0,4<f_1, 0,3<f_2$	1
Bodrum kat (h)	$405,85/405,85=1$	1
Kat yüksekliği (i)	$2,45/2,80=0,87$	1
Yumuşak kat (j)	yok	1

1. kat	2.kat	3.kat	4.kat
Düzen (a)	Yapıda çıkıntı yok		1
Uzunluk/Genişlik (b)	20,85/13,75=1,5		1
Dar kısım (c)	yok		1
Yapısal derz (d)	Bitişik nizam değil		1
Döşeme boşluğu (e)	16,4/290= %6		1
Döşeme boşluğun dışmerkezliği(f)	0,4<f ₁ , 0,3<f ₂		0,8
Bodrum kat (h)	405,85/405,85=1		1
Kat yüksekliği (i)	2,80/2,80=1		1
Yumuşak kat (j)	yok		1
Düzen (a)	Yapıda çıkıntı yok		1

Çizelge C.14: 006-DUZ-R-07-CL nolu yapının x ve y doğrultusu I_s parametreleri ve sonuçları

	Zemin kat		Asma kat		1.kat		2.kat		3.kat		4.kat	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
S _D indisi	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91
T indisi	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
E ₀ indisi	0,09	0,51	0,09	0,46	0,08	0,41	0,10	0,40	0,13	0,40	0,24	0,49
I_s İndeksi	0,08	0,47	0,08	0,42	0,07	0,37	0,09	0,36	0,12	0,37	0,22	0,44

Çizelge C.15: 006-DUZ-R-07-CL nolu yapının x ve y doğrultusu I_s ve I_{so} indeksi karşılaştırılması

	X		Y	
	I _s	I _{so}	I _s	I _{so}
Zemin kat	0,08 < 0,88		0,47 < 0,88	
Asma kat	0,08 < 0,88		0,42 < 0,88	
1.kat	0,07 < 0,88		0,37 < 0,88	
2.kat	0,09 < 0,88		0,36 < 0,88	
3.kat	0,12 < 0,88		0,37 < 0,88	
4.kat	0,22 < 0,88		0,44 < 0,88	

Çizelge C.16: 007-DUZ-R-06-CL nolu yapının tüm katlarda düzensizlik faktörleri

Düzensizlik	Açıklama	
Bodrum kat		
Düzen (a)	Yapıda çıkıntı yok	1
Uzunluk/Genişlik (b)	$22,85/21,20=1,078$	1
Dar kısım (c)	yok	1
Yapısal derz (d)	Bitişik nizam değil	1
Döşeme boşluğu (e)	$15,96/465=\%3,4$	1
Döşeme boşluğun dışmerkezliği(f)	$f1=0,75/21,2=0,035, f2=0,75/22,85=0,32$	1
Bodrum kat (h)	$465/485=0,95$	1
Kat yüksekliği (i)	$2,85/3,30= 0,86$	1
Yumuşak kat (j)	yok	1
Zemin kat		
Düzen (a)	$8,95/485=\%1$	1
Uzunluk/Genişlik (b)	$22,85/21,20=1,078$	1
Dar kısım (c)	yok	1
Yapısal derz (d)	Bitişik nizam değil	1
Döşeme boşluğu (e)	$15,96/465=\%3,4$	1
Döşeme boşluğun dışmerkezliği(f)	$f1=0,75/21,2=0,035, f2=0,75/22,85=0,32$	1
Bodrum kat (h)	$465/485=0,95$	1
Kat yüksekliği (i)	$3,30/2,85= 1,15$	1
Yumuşak kat (j)	yok	1
1.kat 2.kat 3.kat 4.kat		
Düzen (a)	$26,9/490=\%5$	1
Uzunluk/Genişlik (b)	$22,85/21,20=1,078$	1
Dar kısım (c)	yok	1
Yapısal derz (d)	Bitişik nizam değil	1
Döşeme boşluğu (e)	$15,96/465=\%3,4$	1
Döşeme boşluğun dışmerkezliği(f)	$f1 =0,75/21,2=0,035, f2=0,75/22,85=0,32$	1
Bodrum kat (h)	$465/485=0,95$	1
Kat yüksekliği (i)	$2,85/2,85= 1$	1
Yumuşak kat (j)	yok	1

Çizelge C.17: 007-DUZ-R-06-CL nolu yapının x ve y doğrultusu I_s parametreleri ve sonuçları

	Zemin kat		1.kat		2.kat		3.kat		4.kat	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
S_D indisi	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
T indisi	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
E_0 indisi	0,16	0,15	0,14	0,14	0,17	0,16	0,21	0,20	0,39	0,37
I_s İndeksi	0,19	0,18	0,17	0,17	0,20	0,19	0,26	0,25	0,46	0,44

Çizelge C.18: 007-DUZ-R-06-CL nolu yapının x ve y doğrultusu I_s ve I_{SO} indeksi karşılaştırılması

	X		Y	
	I_s	I_{SO}	I_s	I_{SO}
Zemin kat	0,19 < 0,88		0,18 < 0,88	
1.kat	0,17 < 0,88		0,17 < 0,88	
2.kat	0,20 < 0,88		0,19 < 0,88	
3.kat	0,26 < 0,88		0,25 < 0,88	
4.kat	0,46 < 0,88		0,44 < 0,88	

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Hojjat HOJJAT POUR

Doğum Yeri ve Tarihi: İRAN – 1983/01/27

Adres: İRAN – Orumiyeh – Motaharry Cad – 11. Sok – No 127

Lisans Üniversitesi: İRAN AZAD ÜNİVERSİTESİ

