İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DÜZCE DEPREMİNDE YIKILMIŞ 6 KATLI BETONARME BİNANIN FARKLI YÖNTEMLERLE DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Merve ÖZKARATAY

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Deprem Mühendisliği Programı

HAZİRAN 2014

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DÜZCE DEPREMİNDE YIKILMIŞ 6 KATLI BETONARME BİNANIN FARKLI YÖNTEMLERLE DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Merve ÖZKARATAY
(501101222)

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Deprem Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Gülten GÜLAY

HAZİRAN 2014

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501101222 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Merve ÖZKARATAY,** ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı **"DÜZCE DEPREMİNDE YIKILMIŞ 6 KATLI BETONARME BİNANIN FARKLI YÖNTEMLERLE DEĞERLENDİRİLMESİ"** başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmustur.

Tez Danışmanı :	**Prof. Dr. Gülten GÜLAY** İstanbul Teknik Üniversitesi	.....
Jüri Üyeleri :	**Prof. Dr. Alper İLKİ** İstanbul Teknik Üniversitesi	.....
	Doç. Dr. Ali KOÇAK Yıldız Teknik Üniversitesi	.....

Teslim Tarihi : **05 Mayıs 2014**
Savunma Tarihi : **02 Haziran 2014**

Aileme,

ÖNSÖZ

İstanbul Teknik Üniversitesi Deprem Mühendisliği Programı kapsamında gerçekleştirilen bu yüksek lisans tez çalışmasında, 1999 Düzce depreminde yıkılmış 6 katlı betonarme bir binanın farklı yöntemlerle değerlendirilerek sonuçların karşılaştırılması ve binanın yıkılma nedenini araştırmaya yönelik parametrik bir inceleme yapılmıştır. Bu çalışmayı hazırlarken, lisans ve yüksek lisans öğrenimim boyunca bilgi birikimini, deneyimini ve hoşgörüsünü esirgemeyen değerli tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Gülten GÜLAY'a teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmada kullanılmış olan 1999 Düzce depreminde yıkılmış projeyi ve dökümanları temin ederek, bölgeyi bize tanıtan, Düzce Belediyesi İmar ve Şehircilik Müdürü Sayın Hayrettin GÜNAY ve Düzce Üniversitesi öğretim üyesi Sayın Doç. Dr. Hakan POLAT'a çok teşekkür ederim.

Tüm eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi anlamda her zaman arkamda olan aileme tüm kalbimle teşekkür ediyorum, iyi ki varsınız.

Ayrıca yoğun tez çalışma temposunda beni yalnız bırakmayıp her zaman destekleyen ve motive eden değerli arkadaşlarım, meslektaşlarım Deniz UZUN ve Alper KANBUR'a çok teşekkür ederim.

Haziran 2014

Merve ÖZKARATAY
İnşaat Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ ..... **vii**
İÇİNDEKİLER ..... **ix**
KISALTMALAR ..... **xiii**
ÇİZELGE LİSTESİ ..... **xv**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **xix**
ÖZET ..... **xxi**
SUMMARY ..... **xxv**
1. GİRİŞ **1**
1.1 Tezin Amacı 4
1.2 Literatür Araştırması 5
2. DBYBHY– 07'YE GÖRE MEVCUT BETONARME YAPILARIN DEĞERLENDİRİLMESİ **9**
2.1 Binalardan Bilgi Toplanması ve Yapı Bilgi Düzeyi 10
2.2 Yapı Elemanlarında Hasar Sınırları ve Hasar Bölgeleri 11
2.3 Deprem Hesabındaki Genel İlke ve Kurallar 12
2.4 Mevcut Binaların Değerlendirilmesinde Doğrusal Elastik Hesap Yöntemleri 13
2.4.1 Eşdeğer deprem yükü yöntemi 13
2.4.2 Mod birleştirme yöntemi 13
2.5 Hasar düzeylerinin belirlenmesi 14
2.5.1 Kolonlarda hasar düzeylerinin belirlenmesi 14
2.5.2 Kirişlerde hasar düzeylerinin belirlenmesi 16
2.5.3 Perdelerde hasar düzeylerinin belirlenmesi 17
2.5.4 Birleşim bölgesi kontrolleri 18
2.5.5 Göreli kat ötelemelerinin kontrolü 18
2.6 Mevcut Binaların Değerlendirilmesinde Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemleri 19
2.7 Bina Deprem Performansının Belirlenmesi 19
2.8 Binalar İçin Hedeflenen Performans Düzeyleri 21
3. RİSKLİ YAPILARIN TESPİT EDİLMESİNE İLİŞKİN ESASLAR **23**
3.1 Kapsam 24
3.2 Rölöve ve Bilgi Düzeyi 24
3.3 Mevcut Betonarme Binalardaki Donatı Tespiti ve Malzeme Özelliklerinin Belirlenmesi 25
3.4 Betonarme Bina sisteminin Analizinde Geçerli Genel Kurallar 26
3.5 Hesap Yöntemleri 26
3.6 Bina Elemanlarının Risk Değerlendirmesi 27
3.7 Bina Risk Durumunun Belirlenmesi 30
4. HIZLI DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ **33**
4.1 P25 Yönteminin Gelişimi 33
4.2 P25 Yönteminin Esasları ve Hesapta Kullanılan Parametreler 34
4.2.1 Kritik kat seçimi 34

4.2.2 P_0 – Taşıyıcı sistem puanı 35
4.2.3 P_1 – Temel yapısal puanı 37
4.2.4 P_2 – Kısa kolon puanı 38
4.2.5 P_3 – 'Yumuşak Kat' ve 'Zayıf Kat' puanı 38
4.2.6 P_4 – Çıkmalar ve çerçeve süreksizliği puanı 39
4.2.7 P_5 – Çarpışma puanı 39
4.2.8 P_6 – Sıvılaşma Potansiyeli puanı 40
4.2.9 P_7 – Toprak hareketleri puanı 40
4.2.10 Düzeltme çarpanları 41
4.2.11 P– Sonuç puanı 42
5. SAYISAL UYGULAMALAR 45
5.1 Yapının Konumu ve 12 Kasım 1999 Düzce Depremi 45
5.2 Yapı Bilgileri 47
5.2.1 Kullanılan programlar 50
5.2.2 Yapı modelinin oluşturulması 50
5.3 Doğrusal Elastik Hesap Yöntemiyle Çözüm 51
5.3.1 Bina bilgi düzeyi 51
5.3.2 Kat kütleleri ve çatlamış eğilme rijitlikleri hesabı 52
5.3.3 Modal analiz ve periyodların belirlenmesi 56
5.3.4 Eşdeğer deprem yükü yöntemi ve uygulanabilirliği 58
5.3.4.1 Eşdeğer deprem yüklerinin hesabı 58
5.3.4.2 Yöntemin uygulanabilirlik kontrolü 60
5.3.5 Mod birleştirme yöntemi 61
5.3.5.1 İvme spektrumunun oluşturulması 61
5.3.5.2 Deprem yüklerinin oluşturulması 63
5.3.6 Kirişlerin değerlendirilmesi 64
5.3.6.1 Kesme tahkiki 64
5.3.6.2 Kiriş etki/kapasite oranlarının belirlenmesi 68
5.3.7 Kolonların değerlendirilmesi 77
5.3.7.1 Kolon moment kapasitelerinin belirlenmesi 77
5.3.7.2 Kesme tahkiki 84
5.3.7.3 Kolonlarda etki/kapasite oranının hesaplanması 87
5.3.8 Perdelerin değerlendirilmesi 105
5.3.9 Birleşim bölgelerinin kontrolü 105
5.3.10 Göreli Kat Ötelemeleri Kontrolü 111
5.3.11 Bina performansının belirlenmesi 115
5.4 Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar ile İnceleme 121
5.4.1 Yapı bilgileri ve SAP 2000 modeli 121
5.4.2 Modal analiz ve periyodların belirlenmesi 123
5.4.3.1 Eşdeğer deprem yüklerinin hesabı 124
5.4.3.2 Dolgu duvar etkisi kontrolü 126
5.4.3.3 Yöntemin uygulanabilirlik kontrolü 127
5.4.4 Mod birleştirme yöntemi 127
5.4.5 Risk değerlendirmesi 128
5.4.5.1 Kolonların incelenmesi 128
5.4.5.2 Bina risk durumunun değerlendirilmesi 135
5.5 P25 Yöntemi ile Değerlendirme 139
5.6 Parametrik İnceleme 144
5.6.1 Binanın Beton Kalitesi ve Etriye Aralığı Değerlerinin İyileştirilmesi Durumu 144

5.6.2 RBTE ile değerlendirme 145
5.6.3 P25 Yöntemi ile değerlendirme 153
6. SONUÇLAR 155
KAYNAKLAR 161
EKLER 165
ÖZGEÇMİŞ 205

KISALTMALAR

ATC : Applied Technology Council
BH : Belirgin Hasar Bölgesi
CG : Can Güvenliği
GÇ : Göçme Sınırı
DBYBHY-07 : Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik-2007
DGTY : Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi
FEMA : Fedaral Emergency Management Agency
G : Gevrek
GD : Göçme Durumu
GV : Güvenlik Sınırı
İBB : İstanbul Büyükşehir Belediyesi
İDMP : İstanbul İçin Deprem Master Planı
İH : İleri Hasar Bölgesi
İMO : İnşaat Mühendisleri Odası
JBDPA : Japanese Building Disaster Prevention Association
KAF : Kuzey Anadolu Fay Hattı
MH : Minimum Hasar Bölgesi
MN : Minimum Hasar Sınırı
ODTÜ : Orta Doğu Teknik Üniversitesi
RBTE : Riskli Binaların Değerlendirilmesine Yönelik Esaslar
S : Sünek
SAP 2000 : Structural Analysis Program 2000
TS-500 : Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları
TSC-07 : Turkish Seismic Code – 2007
USGS : United States Geological Survey
YASS : Yer Altı Su Seviyesi

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Betonarme kolonlar için hasar sınırları (r_s) (DBYBHY-07,Tablo7.1). 16
Çizelge 2.2 : Betonarme kirişler için hasar sınırları *(r_s)* (DBYBHY-07, Tablo7.2).. 17
Çizelge 2.3 : Betonarme perdeler için hasar sınırları *(r_s)* (DBYBHY-07, Tablo7.4) 18
Çizelge 2.4 : Göreli kat ötelemesi sınırları (DBYBHY-07,Tablo7.6)..... 18
Çizelge 3.1 : Kolon sınıflandırma tablosu (RBTE - Tablo 2)..... 28
Çizelge 3.2 : Perde sınıflandırma tablosu (RBTE - Tablo 3) 29
Çizelge 3.3 : A grubu kolonlar için sınır değerleri (RBTE - Tablo 4a)..... 29
Çizelge 3.4 : B grubu kolonlar için sınır değerler (RBTE - Tablo 4b)..... 30
Çizelge 3.5 : C grubu kolonlar için sınır değerler (RBTE - Tablo 4c) 30
Çizelge 3.6 : A grubu perdeler için sınır değerler (RBTE - Tablo 5a) 30
Çizelge 3.7 : B grubu perdeler için sınır değerler (RBTE - Tablo 5b) 30
Çizelge 3.8 : Bina risk durumunun belirlenmesinde kullanılacak sınır değerler (RBTE - Tablo 6)..... 31
Çizelge 4.1 : Yapısal düzensizlik katsayıları ve tanımları 37
Çizelge 4.2 : Kısa kolon puanlama değerleri 38
Çizelge 4.3 : P_4 – Çıkmalar ve çerçeve düzensizliği puanı..... 39
Çizelge 4.4 : P_5 – Çarpışma puanının belirlenmesi..... 40
Çizelge 4.5 : P_6 – Sıvılaşma potansiyeli puanının belirlenmesi..... 40
Çizelge 4.6 : P_7 – Toprak hareketleri puanının belirlenmesi 41
Çizelge 4.7 : Puan türlerine göre ağırlık katsayıları..... 41
Çizelge 5.1 : Yapı Bilgileri 49
Çizelge 5.2 : 2. Kat (Zemin Kat) kolon eksenel kuvvetleri ve rij. az. katsayıları..... 52
Çizelge 5.3 : 1. Kat (Bodrum Kat) kolon eksenel kuvvetleri ve rij. az. katsayıları .. 54
Çizelge 5.4 : Bina toplam kütlesi ve katlara göre dağılımı..... 55
Çizelge 5.5 : Yapının modlara göre periyot ve frekansları 57
Çizelge 5.6 : X Doğrultusundaki eşdeğer deprem yükleri 59
Çizelge 5.7 : X Doğrultusundaki eşdeğer deprem yükleri 60
Çizelge 5.8 : X doğrultusundaki burulma düzenliği katsayıları..... 60
Çizelge 5.9 : Y doğrultusundaki burulma düzenliği katsayıları..... 61
Çizelge 5.10 : Periyot ve spektrum katsayıları 62
Çizelge 5.11 : K154 kirişi donatı tablosu 65
Çizelge 5.12 : Sünek kirişler için hasar sınırları tablosu (DBYBHY-07, Tablo 7.2) 70
Çizelge 5.13 : K154 kirişi, $V_e/(b_w.d.f_{ctm})$ parametresine göre enterpolasyon uygulanmış (+Y deprem yönü) sınır değerleri 71
Çizelge 5.14 : K154 kirişi (+Y) deprem yönü i ucu hasar sınır değerleri..... 72
Çizelge 5.15 : K154 kirişi (+Y) deprem yönü j ucu hasar sınır değerleri..... 73
Çizelge 5.16 : (+Y) Depremi kirişlerin i ve j uçlarına göre etki / kapasite oranları, sınır değerleri ve hasar durumu 73
Çizelge 5.17 : (+X) Depremi Kirişlerin i ve j uçlarına göre etki / kapasite oranları, sınır değerleri ve hasar durumu 75
Çizelge 5.18 : S139 Kolonun (+X) depremi moment-normal kuvvet değerleri 80
Çizelge 5.19 : S139 Kolonun (-X) depremi moment-normal kuvvet değerleri 81

Çizelge 5.20 : S139 - (+Y) ve (-Y) Depremi moment-normal kuvvet değerleri 83
Çizelge 5.21 : S139 Kolonunun kapasite moment-normal kuvvet değerleri 84
Çizelge 5.22 : S139 Kolonun kapasite artık moment-normal kuvvet değerleri..... 87
Çizelge 5.23 : S139 Kolonunun etki/kapasite oranı *r* değerleri..... 88
Çizelge 5.24 : Kolonlar için hasar sınırları tablosu (DBYBHY-07, Tablo 7.3) 88
Çizelge 5.25 : S139 Kolonu, $V_e/(b_w.d.f_{ctm})$ parametresine göre enterpolasyon uygulanmış (+X deprem yönü) sınır değerleri 89
Çizelge 5.26 : S139 Kolonu (+X) deprem yönü i ucu için hasar sınır değerleri..... 90
Çizelge 5.27 : S139 Kolonu (+X) deprem yönü j ucu için hasar sınır değerleri..... 90
Çizelge 5.28 : S139 Kolonu, $V_e/(b_w.d.f_{ctm})$ parametresine göre enterpolasyon uygulanmış (-X deprem yönü) sınır değerleri 91
Çizelge 5.29 : S139 Kolonu (-X) deprem yönü i ucu için hasar sınır değerleri 92
Çizelge 5.30 : S139 Kolonu, $V_e/(b_w.d.f_{ctm})$ parametresine göre (+Y deprem yönü) sınır değerleri..... 92
Çizelge 5.31 : S139 Kolonu (+Y) deprem yönü i ucu için hasar sınır değerleri..... 93
Çizelge 5.32 : S139 Kolonu (+Y) deprem yönü j ucu için hasar sınır değerleri..... 93
Çizelge 5.33 : S139 Kolonu, $V_e/(b_w.d.f_{ctm})$ parametresine göre (-Y deprem yönü) sınır değerleri..... 93
Çizelge 5.34 : S139 Kolonu (-Y) deprem yönü i ucu için hasar sınır değerleri 94
Çizelge 5.35 : S139 Kolonu (-Y) deprem yönü j ucu için hasar sınır değerleri 94
Çizelge 5.36 : S139 kesitlerine göre tüm deprem yönlerindeki hasar durumları..... 95
Çizelge 5.37 : 1.Kat kolonları (+X) deprem yönündeki hesap sonuçları..... 95
Çizelge 5.38 : 1.Kat kolonları (+Y) deprem yönündeki hesap sonuçları..... 98
Çizelge 5.39 : 2.Kat kolonları (+X) deprem yönündeki hesap sonuçları..... 100
Çizelge 5.40 : 2. Kat kolonları (+Y) deprem yönündeki hesap sonuçları..... 102
Çizelge 5.41 : X doğrultulu depremlere göre kolon üst uçları birleşim bölgeleri kontrolü..... 109
Çizelge 5.42 : Y doğrultulu depremlere göre kolon üst uçları birleşim bölgeleri kontrolü..... 110
Çizelge 5.43 : Göreli kat ötelemesi sınırları (DBYBHY-07, Tablo 7.6) 112
Çizelge 5.44 : 1. Kat kolonları göreli kat ötelemeleri kontrolü sonuçları..... 112
Çizelge 5.45 : 2. Kat kolonları göreli kat ötelemeleri kontrolü sonuçları..... 113
Çizelge 5.46 : Kirişlerin toplam hasar oranları..... 115
Çizelge 5.47 : 1. Kat kolonları kesme kuvvetleri..... 115
Çizelge 5.48 : 2. Kat kolonları kesme kuvvetleri..... 117
Çizelge 5.49 : 1. Kat kolonları hasar yüzdeleri..... 118
Çizelge 5.50 : 2. Kat kolonları hasar yüzdeleri..... 119
Çizelge 5.51 : RBTE yöntemine göre oluşturulan yapı modeline ait kütleler..... 123
Çizelge 5.52 : Yapının modlara göre periyot ve frekansları (RBTE-2013)..... 124
Çizelge 5.53 : X Doğrultusundaki eşdeğer deprem yükleri (RBTE-2013)..... 125
Çizelge 5.54 : Y Doğrultusundaki eşdeğer deprem yükleri (RBTE-2013)..... 126
Çizelge 5.55 : X doğrultusundaki burulma düzenliği katsayıları (RBTE-2013) 127
Çizelge 5.56 : Y doğrultusundaki burulma düzenliği katsayıları (RBTE-2013) 127
Çizelge 5.57 : B grubu kolonlarda '$A_{sh}/(s.b_k)$' için belirlenen sınır değerler..... 132
Çizelge 5.58 : S239 kolonu i ucu için sınır değerler..... 132
Çizelge 5.59 : S239 kolonu j ucu için sınır değerler..... 132
Çizelge 5.60 : S239 kolonu i ucu risk değerlendirmesi 133
Çizelge 5.61 : S239 kolonu j ucu risk değerlendirmesi 133
Çizelge 5.62 : Kolonların RBTE(2013)'e göre +X deprem etkisi altındaki risk değerlendirmesi sonuçları..... 133

Çizelge 5.63 : Kritik kat kolonları eksenel basınç gerilmeleri ve X doğrultusundaki kesme kuvvetleri 136
Çizelge 5.64 : Kolon eksenel gerilme ortalamasına bağlı kat kesme kuvveti oranı sınır değeri 137
Çizelge 5.65 : +X deprem etkisinde kolon hasar oranları 138
Çizelge 5.66 : X doğrultusunda en büyük kat ötelenme oranları 138
Çizelge 5.67 : - X deprem etkisinde kolon hasar oranları 139
Çizelge 5.68 : + Y deprem etkisinde kolon hasar oranları 139
Çizelge 5.69 : - Y deprem etkisinde kolon hasar oranları 139
Çizelge 5.70 : Y doğrultusunda en büyük kat ötelenme oranları 139
Çizelge 5.71 : X-Doğrultusunda çalışan dolgu duvarlar 140
Çizelge 5.72 : Y-Doğrultusunda çalışan dolgu duvarlar 141
Çizelge 5.73 : Kolon boyutları 141
Çizelge 5.74 : Düzeltme faktörleri - f_i 142
Çizelge 5.75 : Binaya ait P_w – Ağırlıklı ortalama puanının belirlenmesi 144
Çizelge 5.76 : Yapının yeni beton dayanımı ile periyot ve frekansları (RBTE-2013) 145
Çizelge 5.77 : Parametrik çalışmaya ait RBTE(2013) +X depremi için risk değerlendirmesi sonuçları 148
Çizelge 5.86 : Binanın ikinci durumdaki değerlendirilmesinde P_w – Ağırlıklı ortalama puanının belirlenmesi 154
Çizelge 6.1 : Yapılan değerlendirme sonuçları 155
Çizelge 6.2 : Bina gerçek verileri ile yapılan değerlendirmelerde kolon sonuçları karşılaştırması 156
Çizelge 6.3 : Bina gerçek durumu ve iyileştirilmiş durumun incelenmesi sonucu değişen kolon risk durumları 158
Çizelge 6.4 : Bina gerçek durumu ve iyileştirilmiş durumun incelenmesi sonucu değişen X doğrultulu depremdeki kolon risk durumları 159
Çizelge 6.5 : Bina gerçek durumu ve iyileştirilmiş durumun incelenmesi sonucu değişen Y doğrultulu depremdeki kolon risk durumları 159
Çizelge A.1 : Kiriş boyutları ve donatı alanları 167
Çizelge A.2 : Katlara göre değişen kolon boyutları 168
Çizelge A.3 : 6. Kat kolon eksenel kuvvetleri ve rijitlik azaltma katsayıları 170
Çizelge A.4 : 5. Kat kolon eksenel kuvvetleri ve rijitlik azaltma katsayıları 171
Çizelge A.5 : 4. Kat kolon eksenel kuvvetleri ve rijitlik azaltma katsayıları 172
Çizelge A.6 : 3. Kat kolon eksenel kuvvetleri ve rijitlik azaltma katsayıları 174
Çizelge A.7 : (-Y) Depremi kirişlerin i ve j uçlarına göre etki / kapasite oranları, sınır değerleri ve hasar durumu 175
Çizelge A.8 : (-X) Depremi Kirişlerin i ve j uçlarına göre etki / kapasite oranları, sınır değerleri ve hasar durumu 177
Çizelge A.9 : 1. Kat kolonları (-X) deprem yönündeki hesap sonuçları 179
Çizelge A.10 : 1. Kat kolonları (-Y) deprem yönündeki hesap sonuçları 181
Çizelge A.11 : 2. Kat kolonları (- X) deprem yönündeki hesap sonuçları 183
Çizelge A.12 : 2. Kat kolonları (- Y) deprem yönündeki hesap sonuçlar 186
Çizelge B.1 : Kolonların RBTE(2013)'e göre -X deprem etkisi altındaki risk değerlendirmesi sonuçları 189
Çizelge B.2 : Kolonların RBTE(2013)'e göre +Y deprem etkisi altındaki risk değerlendirmesi sonuçları 191
Çizelge B.3 : Kolonların RBTE(2013)'e göre +Y deprem etkisi altındaki risk değerlendirmesi sonuçları 193

Çizelge C.1 : Parametrik çalışmaya ait RBTE(2013) -X depremi için risk değerlendirmesi sonuçları 196
Çizelge C.2 : Parametrik çalışmaya ait RBTE(2013) +Y depremi için risk değerlendirmesi sonuçları 198
Çizelge C.3 : Parametrik çalışmaya ait RBTE(2013) -Y depremi için risk değerlendirmesi sonuçları 200
Çizelge C.4 : Parametrik çalışmadaki kolonların eksenel basınç gerilmeleri ve Y doğrultusundaki kesme kuvvetleri 203

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Kuzey Anadolu Fay Hattı kırılma bölgeleri ve kırılması beklenen bölge.. 1
Şekil 2.1 : Yapı elemanları kesit hasar sınırları ve hasar bölgeleri 11
Şekil 4.1 : Efektif kat alanının belirlenmesi 34
Şekil 4.2 : β – Düzeltme çarpanının elde edilmesi 42
Şekil 4.3 : P25 Yöntemi uygulanmış 363 yapının puan sonuçları (Gülay ve diğ., 2013) 43
Şekil 5.1 : 12 Kasım 1999 Düzce depremi merkezi, yüzey kırığı ve atılım dağılımları (Özden ve diğ., 2000) 46
Şekil 5.2 : Yapının 3 boyutlu SAP 2000 görüntüsü 47
Şekil 5.3 : 1.Kat (Bodrum Kat) tavan kalıp planı 48
Şekil 5.4 : A-A kesiti üzerinde perdenin konumu ve kat yükseklikleri 49
Şekil 5.5 : Kolon rijitlik azaltma kat sayılarının modele tanıtılması 56
Şekil 5.6 : Modelde hesaplanan kütlenin yük çarpanları 57
Şekil 5.7 : Fonksiyonun programa tanıtıldığı pencere görseli 62
Şekil 5.8 : SAP2000 programında Ex'in oluşturulması 64
Şekil 5.9 : Deprem yönü ile uyumlu kesme kuvveti hesabı 65
Şekil 5.10 :(±) Deprem yönlerindeki kiriş çalışma şekilleri 69
Şekil 5.11 :K154 Kirişi için + Y depremi ve – Y depremi yönleri ile uyumlu artık moment kapasitesinin elde edilmesi 69
Şekil 5.12 :S139 kolonu donatı düzeni - 16 Ø 16 78
Şekil 5.13 : 'Dikdortgen Kolon Analizi' programı ±X depremindeki kolon karşılıklı etki diyagramı çiziminde kullanılan ekran görüntüsü 78
Şekil 5.14 :S139 Kolonu M-N karşılıklı etkileşim diyagramı 79
Şekil 5.15 : Moment ve normal kuvvet kapasitelerinin belirlenmesi (DBYBHY-07, Şekil 7A.1) 79
Şekil 5.16 :(+X) Deprem durumundaki S139 kolonu kapasite hesabı 81
Şekil 5.17 :(-X) Deprem durumundaki S139 kolonu kapasite hesabı 82
Şekil 5.18 :'Dikdortgen Kolon Analizi' programı ±Y depremindeki kolon karşılıklı etki diyagramı çiziminde kullanılan ekran görüntüsü 82
Şekil 5.19 :(+Y) Deprem durumundaki S139 kolonu kapasite hesabı 83
Şekil 5.20 :(-Y) Deprem durumundaki S139 kolonu kapasite hesabı 84
Şekil 5.21 :S111 kolonu ve kirişlerin birleşimi 106
Şekil 5.22 : Birleşim bölgeleri kontrolü (DBYBHY-07, Şekil 3.10) 106
Şekil 5.23 : Kritik kat kalıp planı 122
Şekil 5.24 :(+X) Deprem durumundaki S239 kolonu kapasite hesabı 129

DÜZCE DEPREMİNDE YIKILMIŞ 6 KATLI BETONARME BİNANIN FARKLI YÖNTEMLERLE DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Dünyanın en aktif fay hatlarından olan Kuzey Anadolu Fay Hattı (KAF) üzerinde 1999'da gerçekleşen iki büyük deprem, bir doğa olayının bir afete nasıl dönüşebileceğini açıkça gözler önüne sermiştir. Doğu Marmara depremleri olarak geçen bu iki depremden Ms=7.4 büyüklüğündeki 17 Ağustos depremi, Kocaeli merkezli olmak üzere Bolu, Düzce, Yalova ve İstanbul'u içine alan geniş bir bölgede etkili olmuştur. 12 Kasım'da gerçekleşen Ms=7.2 büyüklüğündeki ikinci depremin merkezi ise Düzce'dir. Depremler ülkenin nüfus yoğunluğu yüksek, ülke ekonomisi ve sanayisinde büyük pay sahibi olan bir bölgede meydana gelmiş olması sebebiyle her anlamda yıkıcı olmuştur.

Bu depremlerde büyük kayıpların ortaya çıkmasının birincil nedeni, doğu-batı doğrultusunda uzanan KAF hattı boyunca gelişmiş olan bölgedeki güvensiz bina sayısının oldukça yüksek olmasıdır. Bu durum, gerçekçi bir deprem güvenli yerleşim politikası ve planlama anlayışının olmamasına bağlı olarak, çoğunluğu birinci derece deprem bölgesi olarak kabul edilen ülkemizin tamamında geçerlidir. Depremler sonucunda karşılaşılan kötü tablo neticesinde, depreme dayanıklı yapı tasarımı kavramı önem kazanmış ve yeni bir yönetmelik üzerine çalışılmaya başlanmıştır. 2007 yılında yürürlüğe giren Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY) ile yeni yapılan bina tasarımına dair yeni yöntemler önerilmiş ve çok önemli olan mevcut binaların deprem performansını değerlendirme bölümü eklenmiştir. Bu yöntemler ile mevcut yapılarda deprem durumunda oluşabilecek hasar durumu hakkında detaylı olarak inceleme yapabilmek ve yapıların deprem performansı hakkında yorum yapabilmek mümkün kılınmıştır.

Özellikle hızlı kentleşmenin getirdiği nüfus yoğunluğu göz önüne alındığında, yakın zaman içerisinde gerçekleşeceği düşünülen ve İstanbul'u doğrudan etkileyecek büyük bir depremin kolay atlatılamayacak sonuçlar doğuracağı çeşitli çalışmalarla gösterilmiştir. Bunun önüne geçmek ve riski azaltmak için yapılacak ilk işlem, kötü durumdaki, depreme karşı dayanıksız binaları tespit etmektir. Ancak, ülkenin kısıtlı ekonomik kaynakları ve kötü bina stoğunun büyüklüğü düşünüldüğünde bu işlemin detaylı incelemelere dayalı yöntemler ile gerçekleştirilmesi neredeyse imkansızdır. Ayrıca, bina başına uzun incelemeler yapıldığı takdirde, ne zaman meydana geleceği tam olarak belli olmayan bir deprem karşısındaki en büyük değerimiz olan zaman yitirilecektir.

Bu aşamada, zararın meydana gelmesini engelleyecek yada zarar oluşumunu en aza indirgeyecek yeni yasal düzenlemelere ve bu yasal düzenlemelere dayalı olarak yapılacak uygulamalara ihtiyaç duyulduğu tartışmasızdır. Bu ihtiyaçla, 16.05.2012 tarih ve 6306 sayılı 'Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun' ile afet riskine ilişkin düzenlemeler getirilmiştir. Bu kanun kapsamında 2013 yılında, deprem etkisi altında yıkılma veya ağır hasar görme riski bulunan binaların

tespitinde kullanılmak üzere, yeni bir yöntem geliştirilmiş ve Riskli Binaların Tespitine Yönelik Esaslar (RBTE) adı altında yürürlüğe girmiştir. Bu esaslar ile yapılan inceleme DBYBHY-07 Bölüm.7'deki yöntemlerin benzeri olup sonuçları belirlemede bir takım kolaylıklar getirilmiştir. Yalnızca binadaki göçme potansiyeli en yüksek olduğu tahmin edilen kritik kat elemanları için elde edilecek sonuçlardan yola çıkarak, binanın deprem etkisinde göçme riskinin bulunup bulunmadığına karar verilmektedir.

Mevcut binaların deprem etkisi altındaki hasar görebilirlik analizleri, deprem zararlarının azaltılması faaliyetlerinde önem taşımaktadır. Bu alanda uygulanabilen, dünyada kabul görmüş ve literatürde 'hızlı değerlendirme' olarak tanımlanan çeşitli yöntemler de mevcuttur. Bu yöntemler ile 3-D yapı analizi yapılmadan ve eleman bazında detaylı inceleme yapılmadan, bina bazlı hızlı bir değerlendirme ile hem zaman, hem de finansman açısından kazanç sağlanarak, deprem altında yıkılacak olan yapılar hızlıca tespit edilebilmektedir. Binanın göçme sınırını aşıp aşmadığını belirleyen hızlı değerlendirme yöntemleri ile depremde tamamen yıkılacağı düşünülen büyük ölçüde dayanımsız binalar tespit edilmekte ve böylece can kaybının önüne geçilebilmektedir. Yapının projesi ya da rölövesi üzerinde gerçekleştirilecek bir takım ölçümler, gözlemler ve hesaplamalar sonucunda elde edilen parametreler yardımı ile göçmeye aday binaların ayıklanmasına yarayan 'P25 Puanlama Yöntemi', hızlı değerlendirme yöntemlerinden biridir.

Bu çalışma kapsamında, sayısal uygulama olarak 12 Kasım 1999 Düzce depreminde yıkılmış bir bina seçilerek, yukarıda değinilen DBYBHY-07, Bölüm 7'deki doğrusal elastik hesap yöntemleri, RBTE (2013) ve P25 yöntemleri ile deprem güvenliği incelenmiştir. Bu yöntemler ile elde edilen sonuçlar, gerçekte deprem etkisinde yıkılmış olan binanın davranışı ile karşılaştırılmıştır. Daha sonra, ilk incelemelerde proje değerlerine göre düşük olarak kabul edilen yapının beton dayanımı artırılmış ve etriye aralığı azaltılarak tasarımda şart koşulan etriye sıklaştırması uygulanması durumunda bina üzerinde tekrar inceleme yapılarak bu durumun yapı riskini ne ölçüde etkilediği gözlemlenmiştir.

Altı bölümden oluşan yüksek lisans tezinin birinci bölümü, konunun açıklanmasına ve konu ile ilgili çalışmaların gözden geçirilmesine ayrılmış, çalışmanın amacı ve kapsamı hakkında bilgi verilmiştir.

İkinci bölümde, 2007 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik ile ilgili depreme dayanıklı yapı tasarımı ve değerlendirilmesi hakkında bilgi verilmiş, mevcut binaların depreme karşı dayanımının doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan yöntemler ile belirlenmesi üzerine genel açıklamalar yapılmıştır.

Üçüncü bölümde, 2013 yılında yürürlüğe giren ve mevcut bina stoğu içersinden depreme karşı dayanımı zayıf olan binaların daha kısa sürede belirlenmesine olanak tanıyan Riskli Binaların Tespitine Yönelik Esaslar açıklanmış ve uygulamaya yönelik önemli kurallara dikkat çekilmiştir.

Hızlı değerlendirme yöntemlerinden olan 'P25 Puanlama Yöntemi'nin gelişimi ve ülkemiz uygulamalarındaki önemi dördüncü bölümde anlatılmıştır. Yöntemde gözönüne alınan parametreler ve hesap adımları açıklanmıştır.

Beşinci bölümde, Düzce 1999 depremi hakkında genel bilgiler verildikten sonra sayısal inceleme için seçilen sözkonusu depremde yıkılmış bir betonarme yapının anlatılan yöntemler ile performans değerlendirmesine dair hesaplar yer almaktadır.

Altıncı bölüm bu çalışmada elde edilen sonuçları kapsamaktadır. Çalışmanın ana hatları ile sayısal hesap sonuçlarının değerlendirilmesi ve incelenen konunun ilerki çalışmalara ışık tutması amacıyla olası genişleme alanları bu bölümde sunulmuştur.

SEISMIC ASSESSMENT OF SIX STOREY REINFORCED CONCRETE BUILDING THAT COLLAPSED AFTER DUZCE EARTHQUAKE

SUMMARY

Turkey is surrounded by three major African, Arabian and Eurasian plates, and mainly situated on the Anatolian plate. These plates create three major fault lines throughout Turkey, and they are called the North Anatolian Fault (NAF), Northeast Anatolian Fault (NEAF) and the East Anatolian Fault (EAF). As a result of this seismicity in Turkey, a large portion of the country is in first-degree earthquake zone. Many regions of the country suffered and affected by these earthquakes throughout the centuries.

On 17 August 1999, the M_s= 7,4 Kocaeli earthquake broke almost 140 km long western part of the 1200 km North Anatolian Fault in a multiple rupture process. Soon after this, on 12 November 1999, another earthquake, which had M_s= 7,2 magnitude in Düzce, exposed a rupture that was almost 40 km on the segment of the same fault. Devastating consequences of these severe earthquakes was a milestone to change the perspective of the country in earthquake preparedness and proactive policy implementation to alleviate future risk of similar occurences.

As a result of the changing perception to earthquake readiness globally, performance-based earthquake engineering methods for evaluating seismic performance of buildings have emerged in the recent years through the combined efforts of earthquake engineering researchers. Consequent result of these efforts to policy change in Turkey was the Turkish Seismic Code (TSC-07), which was put into effect in 2007. The code has been effective to quantify the seismic performance of new structures in a more rigorous way than had previously been possible. More importantly, this new code includes a section regarding the assessment of existing building resistance to earthquakes, which was much needed in the country for identifying risky structures.

According to TSC-07, there are mainly two different evaluation methods suggested for existing structures, which are linear and non-linear elastic assessment approaches. There are two linear elastic analysis approaches, which are called equivalent static seismic force distribution method and modal superposition method.

Equivalent static seismic force method can be used in buildings which are less than 25 meters tall, with less than 8 floors and torsional irregularity coefficient (η_{bi}) less than 1,4. Otherwise, model superposition method has to be used to assess existing building earthquake resistance. The final performance of the building in an earthquake is determined using the damage distributions of structural components, which are calculated using demand/capacity ratios (r) of the building elements, according to the pre-determined damage limits values. These damage limit values define damage limits of the beams and columns and calculated by using the residual moment capacities of ductile members, while taking the levels of axial and shear forces and the confinement into account. In addition to this, the relative lateral

displacement of the vertical structural elements at each floor and column-beam joints must also be checked to define damage level of structure.

Existing building assessments suggested in TSC-07 are accurate and detailed in earthquake risk analysis, however they tend to require a thorough investigation which takes time. Time is the most important element of earthquake risk analysis efforts in cities like İstanbul, where a severe earthquake is imminent. Due to excessive migration to urban areas, new residents fled to İstanbul for opportunties, which in turn caused an abundance of risky building stock. This condition was widespread throughout the city. Considering the high population density in İstanbul, in case of a severe earthquake, consequences will once again be devastating like previous earthquakes in Turkey. Many studies and research activities confirm high risk level of İstanbul in case of a major earthquake.

Main components of regional earthquake risk level is the probablity of earthquake occurance, residents in the earthquake impact region, proportion of risky structures and vulnerability level of risky structures. Reported damage from recent global earthquakes highlighted vulnerability of existing buildings. Building vulnerability is due to older building design codes, poor design practices, lack of enforcement and poor concrete quality. Most of these buildings urgently need to be reassessed and earthquake strength of inadequate ones should be improved for the purpose of minimizing seismic damage and improving life safety.

At this stage, in order to estimate and alleviate potential damage due to a strong earthquake, an immediate assessment of the seismic resistance of existing structures is critical. For this purpose in 2013 through the "Urban Transformation Process", Basis of Assessment of Seismic Vulnerability for Existing Buildings (RBTE) policy was put into effect. Investigations through this new policy use similar linear approaches also suggested in TSC-07, Section 7. Assessing the weakest floor of the building, which is refered as the critical floor, a determination of "risky" or "no risky" state is made for the entire building. During this analysis, only vertical structural elements of the critical floor are used to make a final determination. In addition, contribution to earthquake resistance of the building of infill walls between the top beam and the right and left columns are also considered in RBTE.

According to RBTE, buildings designated as risky after an earthquake, despite their high level of damage, may not necessarily collapse. Residents can be rescued from these buildings without any complications. There are preliminary assessment methods to evaluate risk of collapse for buildings in shorter amount of time. These preliminary assessment methods eliminate the need for a detailed element based 3-D investigation. Instead, using certain building parameters, a whole assessment of the building is achieved. Therefore, significant time and financial saving can be accomplished. Identifying if the building exceeds collapse limits with these methods saves lifes and reduces overall economic burden of these disasters. P25 method is one of the preliminary assessment methods, developed in 2008 through a TUBITAK project, which quickly analyzes building collapse risk by examining building project details or performing a statistical survey summary based on relevant data, considering observations and making simple calculations.

In areas with high density of poor quality building stock, such as Istanbul, understanding which older structure pose more significant life and safety hazard needing immediate attention is very important. For this purpose, P25 method is a very practical approach. This method is mainly based on observing and listing the most critical parameters which affect the seismic response of a building. These parameters are then scored with relevant weighting factors in relation to their relative importance. Seven different scores for corresponding failure modes, P1 to P7, and their interactions are also considered. The final performance score "P" of the building is graded between 0 and 100, varying from the worst to the best, respectively. P-Final Performance Score is determined with the interaction of other seven P1 to P7 scores, according to building parameters and local factors.

In this thesis study, the linear elastic methods (which were recommended in TSC-07-Section 7), Basis of Assessment of Seismic Vulnerability for Existing Buildings (RBTE-2013) and P25 Rapid Screening Method have been performed on a building that collapsed during the 12 November Düzce earthquake in 1999. In this way, the results according to different methods could be compared as known the real state of the building. Then, increasing quality level of the concrete and decreasing stirrup spacing used in the building, similar structural analysis was performed again for comparison purposes. In this way, it has been emphasized that the importance of concrete quality and stirrup spacing especially next to joints.

This thesis consists of 6 chapters. The first chapter includes the summary, the purpose of the study, literature survey on the subject and the scope of the thesis.

Second chapter presents the 2007 TSC, Section 7 'Seismic Performance Evaluation and Retrofiting of Existing Buildings', and explains the existing building earthquake resistance assessment with linear elastic and non linear elastic methods.

Third chapter introduces the Basics of Assessment of Seismic Vulnerability for Existing Buildings (RBTE-2013), which simplifies and shortens the time to identify risky buildings and highlights important key points from this document.

The development and the steps and the importance of the application of P25 Method is mentioned in the fourth chapter. In addition, key parameters and calculation methodology is explained in this chapter.

Fifth chapter includes general information about 1999 Duzce Earthquake and presents the detailed analysis of a collapsed case study six storey RC building during this earthquake.

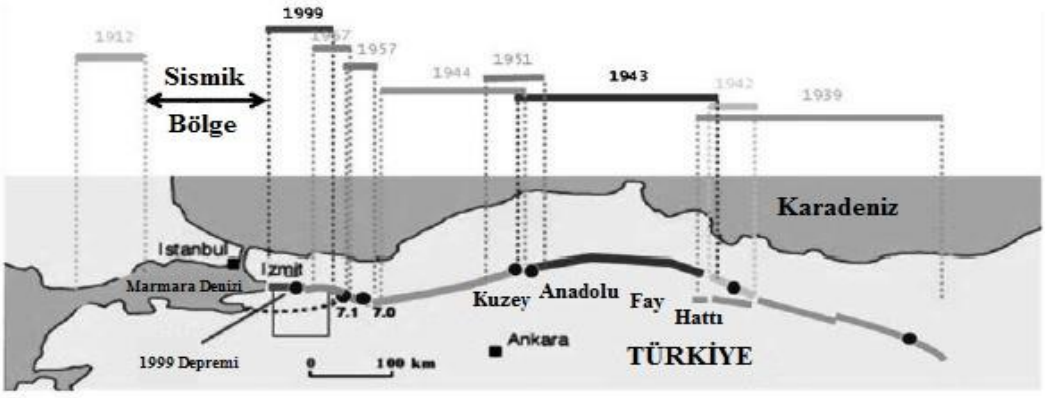
Finally, sixth chapter shows final results of this thesis study. This chapter also has details about the significance and relevance of this study, the comparison of numerical calculations and the further suggestions for the development of this subject for future studies.

1. GİRİŞ

Ülkemizde son yıllarda yaşanan depremler, neden oldukları kayıplar yanında mevcut binaların ne kadar riskli oldukları ve olası büyük depremler sonrasında yaşanacakları da gözler önüne sermiştir. Depremlerin ortaya çıkardığı sonuçlardan yola çıkarak, ülke genelinde mevcut bina stoklarının tek tek incelenerek depreme karşı dayanımının tespiti ihtiyacı gündeme gelmiştir.

İlk olarak Amerika Birleşik Devletlerinde, mevcut binaların deprem güvenliklerinin belirlenmesi konusunda yapılan çalışmalar kapsamında, performansa dayalı tasarım ve değerlendirme kavramı ortaya çıkmıştır. Performansa dayalı tasarım ve değerlendirme, bir yapı sisteminin göz önüne alınan deprem hareketleri altında, ön görülen performans seviyelerini karşılamaya yönelik tasarım ve değerlendirme işlemi olarak düşünülebilir.

Dünyanın en aktif fay hatlarından biri olan Kuzey Anadolu Fay Hattı üzerinde 1999 yılında gerçekleşen iki büyük deprem ile bir doğa olayının bir afete nasıl dönüştüğü görüldükten sonra, ülkemizde de deprem konusuna gösterilen önem ve hassasiyet daha fazla artmıştır. Bu depremler sonrasında yapılan araştırmalar sonucunda, yakın zaman içerisinde İstanbul ve çevresini etkileyecek büyük bir depremle (Şekil 1.1) daha karşı karşıya kalınacağı anlaşılmıştır (Erdik ve diğ., 2002; Kalkan ve diğ., 2009).



Şekil 1.1 : Kuzey Anadolu Fay Hattı kırılma bölgeleri ve kırılması beklenen bölge

Özellikle İstanbul gibi büyük şehirlerde yaşanan hızlı kentleşmenin getirdiği nüfus artışı ve denetimsiz yapıların yoğunluğu, büyük depremler karşısında kötü sonuçlar doğuracaktır. Bu aşamada, depreme dayanıklı yapı tasarımı konusu önem kazanmaktadır. Ülkemizde yeni inşa edilecek yapıların depreme dayanıklı tasarlanması amacıyla dikkate alınması gereken kuralları içeren 'Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik' 6 Mart 2007 tarihinde 26454 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelik ile, yeni yapıların titizlikle projelendirilmesinin yanında, 7. Bölüm olarak eklenen 'Mevcut Binaların Deprem Güvenliğinin Değerlendirilmesi ve Güçlendirilmesi' yöntemleri ile de mevcut durumda inşaat kalitesinden yoksun yapıların belirlenmesi sağlanmıştır.

Ülkemizde güncel yönetmeliklere uygun yapılmamış ya da yapıldığı tarihte yürürlükte olan yönetmelik kurallarına göre projelendirilmiş olsa dahi, inşaat aşamasındaki denetim zayıflıklarından kaynaklı, orta ve büyük ölçekli depremlere karşı dayanıksız durumdaki binalar oldukça fazladır (D'Ayala ve Charleson, 2000). İstanbulda yaşanacak olası bir deprem senaryosunda, en az 35-40 bin kadar binanın yıkılması, 6000 kadar binanın 'pancake' formu denilen şekilde katlarının üst üste yığılması, 70 bin kadarının ağır hasar ve 200 bin kadarının orta hasar alması beklenmektedir (Erdik ve diğ., 2003). Bu durum aynı zamanda bir çok can kaybı ve ekonomik zararı da beraberinde getirecektir.

Bu sonuçlar neticesinde, gerçekçi bir deprem güvenli yerleşim politikası ve planlama anlayışı önem kazanmış, bu durumun önüne geçilmesi için çalışmalara başlanmıştır. Ancak, bugüne kadar bu konuya yönelik yapılan çalışmalar ve çıkarılan bazı yasalarla, istenilen noktaya gelinememiştir. Mevcut yapı stoğunun deprem etkileri altında zarar görme riskinin yüksek oluşu, kısa süre içerisinde sonuçlanacak kentsel dönüşüm projelerinin uygulanmasını gerekli kılmıştır. Bu sebeple, 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun (2012) ve ardından bu kanunun uygulama yönetmeliğine değişiklik yapılmasına dair yönetmelik (2013) Resmi Gazete'de yayınlanmıştır. Bu yönetmelik kapsamında, İTÜ ve ODTÜ öğretim üyelerinin de katkılarıyla, tasarım depremi altında yıkılma veya ağır hasar görme riski bulunan binaların tespitinde kullanılmak üzere, yeni bir yöntem geliştirilmiş ve Riskli Binaların Tespitine Yönelik Esaslar adı altında 2013 yılında yürürlüğe girmiştir.

‘Riskli Binaların Tespitine Yönelik Esaslar’, 8 kata kadar olan binaların, belirlenen kritik kat bazında, DBYBHY-07, 7.Bölüm’e benzer şekilde ancak biraz daha basit olarak doğrusal elastik hesap yöntemleri ile incelenmesine dair kuralları içermektedir. Yaşanan depremler sonrasında yıkılmış binalar üzerinde yapılan araştırmalarda, dikkatler daha çok 3-8 kat arası orta yükseklikteki binalara yoğunlaşmış (Ascheim ve diğ., 2000) ve bir çok binanın zemin kattaki yüksekliğinin diğer katlara göre fazla olması veya dolgu duvar miktarının üst katlara göre az olması gibi sebeplerle yıkıldığı belirlenmiştir (İnel ve diğ., 2007). Bu sebeple sayıca çok fazla olan bu tip binalarda, kritik kat olarak, duvarlar kaldırılarak ticari amaçla kullanılan zemin katlar gibi bu tanıma uyan katların kritik kat olarak seçilerek, sonuca daha kısa hesaplarla ulaşan RBTE (2013) yöntemi ile kısa sürede daha çok yapının güvenilirliği test edilebilecektir.

Yapı güvenilirliği, yapı sistemlerinin ekonomik ömrü boyunca karşılaşabileceği herhangi bir durum için limit durumun ihlali olasılığının hesabı ile ilgili bir çalışma olarak tanımlanabilir (Ranganathan, 1990; Melchers, 1999). RBTE (2013) ile yapılar, belirlenen bu limit durumun deprem etkileri altında aşılıp aşılmadığı kontrolüne göre riskli ya da güvenli olarak nitelendirilir.

Ülkemizdeki binaların büyük çoğunluğunun RBTE-2013 esaslarına göre ‘Riskli’ sınıfta olması beklenmektedir. Bina sınıfını belirleyen limit değer, yaklaşık olarak DBYBHY-07’ye göre belirlenen ‘Can güvenliği’ ile ‘Göçme öncesi’ performans düzeyleri arasında bir değere denk gelmektedir (Genel Açıklamalar, RBTE, 2013). Bu esaslara göre, risksiz olarak tanımlanan bazı yapıların, depremden sonra büyük ölçüde hasar görebilir olduğu da hatırlanmalıdır. Ancak, depremde tamamen yıkılmayan, yani ‘Göçme’ durumunda olmayan binalardan insanlar yara almadan dışarı çıkabilmektedir.

Binanın göçme sınırını aşıp aşmadığını belirleyen hızlı değerlendirme yöntemleri ise incelenen binaların toptan göçme olasılığını araştırmaktadır. Yapının projesi ya da rölövesi üzerinde gerçekleştirilecek bir takım ölçümler, gözlemler ve hesaplamalar sonucunda elde edilen parametreler yardımı ile göçmeye aday binaların ayıklanmasına yarayan Gülay, Tezcan ve Bal (2008) tarafından geliştirilmiş olan ‘P25 Puanlama Yöntemi’, hızlı değerlendirme yöntemlerinden biridir. Bu yöntem ile detaylı performans incelemesi yapılmadan, hızlı bir değerlendirme ile hem zaman,

hem de finansman açısından kazanç sağlanarak, deprem altında yıkılacak olan yapılar tespit edilebilmektedir.

1.1 Tezin Amacı

Bugüne kadar depreme dayanıklı yapı tasarımında belirlenen önemli kriterler, depremlerde zarar gören yapıların detaylı olarak incelenmesi ve oluşan hasarlardan tecrübe edinilmesi ile gelişim göstermiştir. Günümüzde son derece gelişmiş laboratuvar deneyleri ile de çeşitli yapı elemanları ve yapı modellerinin deprem etkisi altındaki davranışlarını belirlemeye yönelik çalışmalar yapılabilse de, gerçek depremleri yaşamış yapıların deprem sonucu davranışlarının saptanmasının çok daha önemli olduğu ortadadır. Gerçek davranışı bilinen yapıların yönetmelik kurallarına göre incelenmesi, ne kadar yakın sonuçlar alındığına bağlı olarak yönetmelik kurallarının doğruluğunu ve yeterliliğini gösterebileceği gibi, yetersiz kaldığı noktaları ya da farklı durumlarla karşılaşıldığı takdirde, daha fazla dikkat edilmesi gereken hususları ortaya çıkarabilir. Bu tip araştırmalar, kullanılan yönetmeliklerde ne gibi değişiklikler yapılabileceğine ve daha fazla hangi konulara değinilmesi gerektiğine ışık tutarak, güvenli yapı tasarımının gelişimine katkıda bulunmaktadır.

Özellikle ülkemizde önüne geçilemeyen deprem tehlikesine karşı yapılacak tek şey, depremin zararlarını en aza indirmektir. Bu amaçla yapılacak ilk işlem, var olan yapı stoğu içerisinden depreme dayanıklı olmayanların belirlenmesidir. Bir yapının deprem dayanımı ve deprem etkisi altındaki performansının belirlenmesi, en detaylı şekilde DBYBHY-07, Bölüm 7'deki 'Mevcut Binaların Deperlendirilmesi ve Güçlendirilmesi' kuralları çerçevesinde yapılır. Bu yönetmelikteki yöntemlerle yapılan incelemeler, çok detaylı ve bilimsel olmasının yanı sıra 3-D yapı analizi gerektirdiğinden hem yüksek maliyetli olup, hem de çok zaman almaktadır. Ne zaman gerçekleşeceği bilinmeyen bir deprem karşısında zaman çok değerli olduğundan, hızlı ve denetimsiz büyüyen bölgelerde çok sayıdaki dayanıksız binanın bir an önce belirlenmesi için Riskli Binalar Tespit Yönetmeliği yani RBTE (2013) hazırlanmıştır.Bu yönetmelikte, DBYBHY-07'ye benzer şekilde yapılan hesaplar, sadece kritik kat olarak belirlenen kat için yapıldığından, hesapların daha az zaman alması amaçlanmıştır.

DBYBHY-07 ve RBTE-2013' de önerilen yöntemler, öncelikle yapı elemanlarının en fazla zarar göreceği düşünülen kesitlerinin incelenip, eleman hasarlarını

belirledikten sonra, yapının tümünde hasar gören elemanların yoğunluğuna bağlı olarak yapı performansını belirler. Teker teker incelenecek kolon, kiriş ve perdesi çok olan yapılarda, sadece kritik katta dahi yapılacak olsa bu incelemeler oldukça uzun sürebilir. Özellikle toptan göçmeyi belirleme konusunda, toptan göçeceği düşünülen yapı yoğunluğu fazla olan riskli bölgelerde, hızlı sonuç alınan 'ön değerlendirme yöntemleri' önem kazanmaktadır. 2008 yılında geliştirilen 'P25 Puanlama Yöntemi' (Gülay, Tezcan ve Bal, 2008), bir çok parametreyi dikkate alarak, binaların depremde toptan göçüp göçmeyeceğini hızlı ve ekonomik bir şekilde belirleyen ön değerlendirme yöntemlerinden biridir.

Bu çalışma kapsamında, 12 Kasım 1999 Düzce depreminde yıkılmış bir bina ele alınarak, projesi üzerinden yukarıda değinilen DBYBHY-07, Bölüm 7'deki doğrusal elastik hesap yöntemleri, RBTE (2013) ve P25 yöntemleri ile deprem güvenliği incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda, yöntemlerin birbirine ve yapının gerçek durumuna uygunluğu kontrol edilmiştir. İşlemler detaylı olarak anlatılarak, yönetmelik uygulamalarına yönelik referans bir çalışma olması amaçlanmıştır.

Ayrıca, çalışmanın 2. aşamasında, yapının beton kalitesi artırılarak ve etriye aralıkları sıklaştırılarak aynı bina üzerinde tekrar inceleme yapılmış ve yıkıma neden olan kriterler belirlenmeye çalışılmıştır. Mevcut bina stoğunun çoğunda zayıf olan malzeme kalitesinin ve etriye sıklaştırması uygulanan tasarımının, yapıların deprem dayanımında ne kadar önemli olduğu vurgulanmıştır.

1.2 Literatür Araştırması

Yurtdışında, öncelikle Amerika Birleşik Devletlerinde, mevcut yapıların deprem performanslarının belirlenmesi amacıyla detaylı çalışmalar yapılmıştır. Bu alanda çalışmalar gerçekleştiren "Applied Technology Council (ATC)" tarafından yayımlanan ATC 40 ve "Federal Acil Durum Yönetim Kurumu (FEMA)" tarafından yayımlanan FEMA 273 (1997), FEMA 356 (2000) ile son olarak yayımlanan FEMA 440 (2005), yapıların deprem güvenliklerinin belirlenmesi için yöntemler geliştirilmesi, analizlerin daha gerçekçi hale getirilmesine yönelik önemli çalışmalardır. Bunlar, prosedürleri oldukça detaylı olarak verilen Kapasite Spektrumu Yöntemi (ATC 40) ve Deplasman Katsayıları Yöntemleri (FEMA 440) ile analiz kurallarını içeren yönetmeliklerdir.

Avrupa Birliği standartları arasında bulunan, Eurocode 8.3 standardında da (Europ. Com. for Stan., 2004), mevcut yapıların deprem performanslarının belirlenmesine yönelik araştırmaların sonucunda edinilmiş yaklaşımlar yer almaktadır.

Mevcut yapıların deprem dayanımlarının tespit edilmesi konusu, 1999 yılında yaşanan iki büyük depremden sonra ülkemizde de giderek önem kazanmış ve bir zorunluluk haline gelmiştir. Nitekim, bu gereksinime karşılık olarak, söz konusu tarihlerde yürürlükte olan 1998 Türk Deprem Yönetmeliği kapsamı geliştirilerek, mevcut binaların deprem güvenliklerinin belirlenmesi ve güçlendirilmesi ile ilgili bir bölüm eklenmiş ve bu çalışmalar sonucu 2007 yılında halen yürürlükte olan DBYBHY-07 yayınlanmıştır. Böylece, mevcut binaların değerlendirilmesi alanında takip edilecek kuralları içeren ilk yönetmelik, ülkemizde kullanılmaya başlanmıştır.

Işıltan (2010), betonarme kolonlar üzerinde bu yönetmeliğe ve daha önce kullanımda olan Eurocode 8 ile FEMA 356 yaklaşımlarına göre deneysel olarak karşılaştıran bir yüksek lisans tezi yazmıştır. Çalışma sonunda, DBYBHY-07 ile Eurocode 8 sonuçlarının benzerlik gösterdiği, FEMA 356 sonucunun ise diğerlerine göre oldukça güveni tarafta kaldığı saptanmıştır.

DBYBHY-07 yönetmeliğinin yürürlüğe girmesini takiben, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından yayınlanan kitapta (Aydınoğlu ve diğ., 2009), 8 katlı bir binanın DBYBHY-07'de anlatılan analiz yöntemleri ile hesapları detaylı olarak anlatılmış ve uygulamalarda kullanılacak örnek bir çalışma olması sağlanmıştır.

İlki ve Celep (2011), mevcut binalar üzerinde DBYBHY-07 yönetmeliğini kullanarak yaptıkları çalışmada, mevcut yapı performans bölgelerini tanımlayan r_s katsayıları ile yeni binaların tasarımı için önerilen deprem yükü azaltma katsayısı R_a arasındaki benzerliğe dayanarak, DBYBHY-7. Bölüm'de tanımlanan doğrusal elastik yöntemlerin, yeni binaların tasarımında kullanılan yöntemin genişletilmiş hali olduğuna değinmişlerdir.

Literatürde güvenilirlik analizi konusunda yapılmış birçok çalışma mevcuttur. Bunlardan, bir kısmı güvenilirlik analiz yöntemlerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalar olup, diğerleri ise farklı yapı sistemlerinin güvenilirliklerinin belirlenmesine yönelik çalışmalardır.

Yöntemlerin geliştirilmesine yönelik çalışma alanlarından bir tanesi de çerçeve sistem içerisindeki duvarların yapının deprem dayanımına olan katkısıdır. Dünyada

bu durumu kanıtlayan birçok çalışma olmasına rağmen, kullanımda olan çoğu yönetmelikte bu etki halen göz ardı edilmektedir. Genellikle, tasarım ve analiz sırasında dolgu duvarlar sadece yapı ağırlıklarının belirlenmesinde statik yük olarak alınıp, analizlerde kolon, kiriş, perde ve döşeme gibi elemanların modellenmesiyle oluşturulan çerçeve kullanılmaktadır.

Son yıllarda dolgu duvarların taşıyıcı sistemin davranışını periyot, rijitlik, yük taşıma kapasitesi, süneklik, göçme mekanizması ve enerji yutma kapasitesi gibi özelliklerde büyük ölçüde değiştirebildiği görüşünü savunan deneysel çalışmalar yapılmıştır. Al-Chaar (2002), duvarların etkilerini araştırmak üzere deneysel bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada, yatay yüklere bağlı olarak dolgu duvarlı çerçevelerde oluşan, dolgu duvar ve çerçeve arasındaki ayrılmalar ve dolgu duvarda oluşan çatlaklar üzerinde durulmuş, duvarların etkisini en iyi şekilde yansıtılacak model tespit edilmiştir. Duvarlar, çatlakların ilk olarak oluşmaya başladığı ve duvarın rijitliğini kaybetmesine sebep olan hat boyunca, duvar rijitliğini temsil etmeye yönelik, eşdeğer diyagonal basınç çubukları ile modellenmiştir. Çubuklarda, dolgu duvarların belirlenen elastisiteleri kullanılmıştır. Deneyler için 3 katlı ve 3 açıklıklı olan iki boyutlu çerçeve bir düzlem oluşturulmuştur. Bu çerçevelerin tümü duvar dolgulu ve kısmen duvar dolgulu olmasına göre basınç çubuklarının kullanıldığı modele itme analizi uygulanarak farklı sonuçlar alınmıştır. Modellerde duvarı temsil eden diyagonal basınç çubuğuna ait kalınlığı etkileyebilecek faktörler belirlenmiştir. Duvarda bulunabilecek pencere ve kapı gibi boşlukların rijitlikte meydana getirdikleri azaltma miktarı belirlenirken, bu boşlukların alan oranlarının, çevre oranlarına kıyasla hesaba yansıtılmasının daha doğru olduğu tespit edilmiştir. Çalışma neticesinde, farklı modellerden alınan sonuçlara göre duvarların taşıyıcı sisteme olan yatay yük kapasitesini arttırıcı ve rijitlik bakımından olumlu etkilerini hesaba yansıtmak üzere bir takım yaklaşımlarda bulunulmuştur. Ülkemizde yürürlüğe giren Riskli Binaların Tespitine Yönelik Esaslarda (2013) da yapıya etkiyen deprem yükünün hesabında söz konusu etkiyi dahil eden bir parametre eklenmiştir (RBTE-2013, 3.5.2).

Deprem bölgesinde bulunan mevcut yapıların deprem güvenliginin belirlenmesi konusunda, denetimce zayıf binaların yoğunlukta bulunduğu bölgeler için, İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından hazırlanan deprem planı ile ilgili çalışmalara başlanmış ve böyle bölgeler için farklı çözüm yöntemleri araştırılmaya başlanmıştır.

Mevcut binaların detaylı analizinin pratikte zor olacağı anlaşılmıştır. Bu nedenle hızlı değerlendirme yöntemleri ile binaların deprem güvenliğinin belirlenmesi gerekmektedir (İDMP, 2003). Gerek DBYBHY-07, gerekse de RBTE'nin uygulanabilmesi için, binaların tek tek malzeme özellikleri, oturduğu zemin karakteristikleri, taşıyıcı sistem projeleri ile bilgisayar ortamında modellenmesi ile sonuca ulaşılmakta ve bu uygulamalar için ciddi zamana ihtiyaç duyulmaktadır. Deprem riski taşıyan binaların yoğunlukta olduğu bölgelerde tarama yapmak için detaylı yapısal çözümleme yapmadan hızlı degerlendirme yöntemleri ile binaların deprem güvenliginin tahmin edilmesi amaçlamaktadır.

Depreme dayanıksız yapıların hızlıca taranarak değerlendirilmesi için, dünyada değişik yöntemler ortaya konmuştur. Japonya'da yaygın olarak kullanılmakta olan Japon Sismik İndeks (JBDPA, 1990) yöntemi ile ilgili ilk çalışmalar, 1975 yılında başlamıştır. Nakano ve diğ. (2004), 1994-Sanriku-haruka-oki ve 1995-Hyogoken-Nambu (Kobe) depremlerinde hasar görmüş yapılar üzerinde çalışarak yöntemin doğruluğunu araştırmışlardır.

Ülkemizdeki uygulamalardan birisi de Japon Sismik İndeks yönteminin, İBB master planında İTÜ tarafından Türkiye'ye uyarlanacak şekilde geliştirilmiş olan Deprem Güvenliği Tarama Yöntemi (DGTY) dir. Yöntem, yapının taşıyıcı sisteminin, yaşının ve fiziksel durumunun incelenmesi konularını içermektedir. Boduroğlu ve Çağlayan (2007) tarafından yapılan çalışmada, itme analizi ve bu yöntem ile deprem güvenlikleri test edilen Zeytinburnu bölgesindeki 12 adet binadan oldukça uyumlu sonuç alınmıştır. Ancak, yöntemin 6 kattan daha yüksek ve 30 yaşın üzerinde binalara uygulanması önerilmemektedir.

Yakın zaman içerisinde hızlı değerlendirme yöntemleri ile yapılan çalışmalardan bir diğeri de, Sucuoğlu (2007) tarafından geliştirilen sokak tarama yöntemi ile sismik açıdan oldukça hareketli olan Vangolü havzasında yer alan Bitlis ilinde 324 adet binanın incelenmesidir. Yapılan değerlendirme sonucunda incelenen yapıların %63'ü birinci öncelikli, %18'i ikinci öncelikli ve %19'u üçüncü öncelikli yapı grubunda çıkmıştır. Yapılaşma açısından ildeki yapı stoğunun ciddi anlamda risk taşıdığı sonucuna varılmıştır (Işık, 2013).

2. DBYBHY– 07'YE GÖRE MEVCUT BETONARME YAPILARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik'te, depreme dayanıklı yapı tasarımı hedeflenmiştir. Depreme dayanıklı yapı tasarımında amaç, deprem yükleri altında yapıda zamana bağlı olarak değişen iç kuvvetler yüzünden ortaya çıkması olası hasarın sınırlandırılmasıdır. Bu sınır, hafif şiddetteki depremlerde binalardaki yapısal ve yapısal olmayan sistem elemanlarının herhangi bir hasar görmemesi, orta şiddetteki depremlerde yapısal ve yapısal olmayan elemanlardaki hasarın onarılabilir düzeyde olması, şiddetli depremlerde ise can kaybını önlemek amacı ile binaların kısmen veya tamamen göçmesinin önlenmesi olarak tanımlanabilir. Diğer bir deyişle önemli olan, yapının depremi tamamen hasarsız atlatmasından ziyade, oluşan hasarın istenen seviyede kalmasının sağlanarak depremde oluşan enerjinin tüketilebilmesidir. Yani, bu enerji tüketimi sonunda yapıda göçmenin önlenmesidir. Yapıda oluşacak hasarlar, genel olarak hafif ve onarılabilir düzeyde kalmalıdır. Depreme dayanıklı yapı tasarımının temel felsefesi bu şekilde özetlenebilir.

Deprem sonrasında hasar görmüş binaların güçlendirilerek tekrar depreme dayanıklı hale getirilmesi ve mevcut binaların deprem dayanıklılığının belirlenerek yetersiz olanların güçlendirilmesi ile ilgili olarak DBYBHY'nin 7. Bölümü olan 'Mevcut Binaların Değerlendirilmesi ve Güçlendirilmesi' kuralları dikkate alınır. Bu bölüm, mevcut yapıların deprem performanslarının değerlendirilmesine esas oluşturan özel kurallar ve koşullar ile bu değerlendirmenin yapılmasına yönelik çeşitli yöntemleri içermektedir.

Depreme dayanıklı yapının tasarım aşamasında, taşıyıcı sistem elemanlarının geometrisi ve malzeme türleri seçilir. Buna bağlı olarak güvenliği sağlayacak şekilde kesitlere uygun donatı oranları belirlenir. Donatının güvenlik sınırları dışında çıkması durumunda ise, başa dönülerek kesit boyutları bina geometrisi gibi bir takım parametreler değiştirilerek, deneme-yanılma yoluyla en uygun tasarıma ulaşılabilir. Mevcut binaların değerlendirilmesinde ise, taşıyıcı sistemin genel boyutları ve

planının yanında, mevcut malzeme dayanımı ve elemanlara ait donatı detayları da bellidir. Bu sebeple yapılacak işlemler tasarımdan farklı olarak, yapı elemanlarının kapasitenin belirlenmesi, depremin yüklerinin oluşturacağı talebin belirlenmesi ve bunların karşılaştırılmasıyla alınan sonuç olarak 3 aşama halinde görülebilir (İlki ve Celep, 2011).

Mevcut binaların değerlendirilmesinde kullanılan yöntemler DBYBHY-07, Bölüm 7'de doğrusal elastik hesap yöntemleri ve doğrusal elastik olmayan hesap yöntemleri olarak iki ana başlık halinde verilmiştir. Bu çalışmada kullanılan doğrusal elastik hesap yöntemleri, sayısal hesaplar bölümünde detaylı olarak anlatılmıştır. Aşağıda yönetmelikte geçen yöntemler hakkında genel bilgiler verilmiştir.

2.1 Binalardan Bilgi Toplanması ve Yapı Bilgi Düzeyi

İncelenen binaların deprem performansının belirlenmesinde, bina hakkında sahip olunan bilgilere göre bir katsayı belirlenir ve bu katsayı taşıyıcı elemanların kapasitelerinin bulunması aşamasında hesaplara yansıtılır. Bu bilgiler taşıyıcı sistem geometrisi, yapı elemanları boyutları, donatı bilgileri, mevcut malzeme dayanımı ve yapının bulunduğu zemin özellikleridir. Bu bilgilerin mevcudiyet kapsamına göre DBYBHY-07, 7.2.2'ye göre bilgi düzeyleri belirlenir. Belirlenen bilgi düzeylerine ait hesaba yansıtılacak katsayılar (DBYBHY07, Tablo 7.1) bulunmaktadır.

• Sınırlı Bilgi Düzeyi - (Katsayı-0,75) : Binaya ait taşıyıcı sistem projeleri ve uygulama çizimlere olmayan durumlarda binanın bilgi düzeyi sınırlı kabul edilir. DBYBHY-07, 7.2.4 koşulları çerçevesinde bina hakkında bilgi edinmek amacıyla, bina geometrisi ve taşıyıcı sistem planı için rölöve çıkartılır. Temel sistemini belirlemek için bina içinde ve dışında yeterli sayıda çukur açılarak inceleme yapılır. Eleman detayları için, binanın yapım tarihinde yürürlükte olan yönetmelikte minimum koşulları sağlayacağı kabul edilerek, elemanların bir kısmında paspayları sıyrılarak bunun doğruluğu araştırılır. Mevcut beton dayanımını ölçmek için her katta en iki adet elemandan beton örneği (karot) alınacaktır.

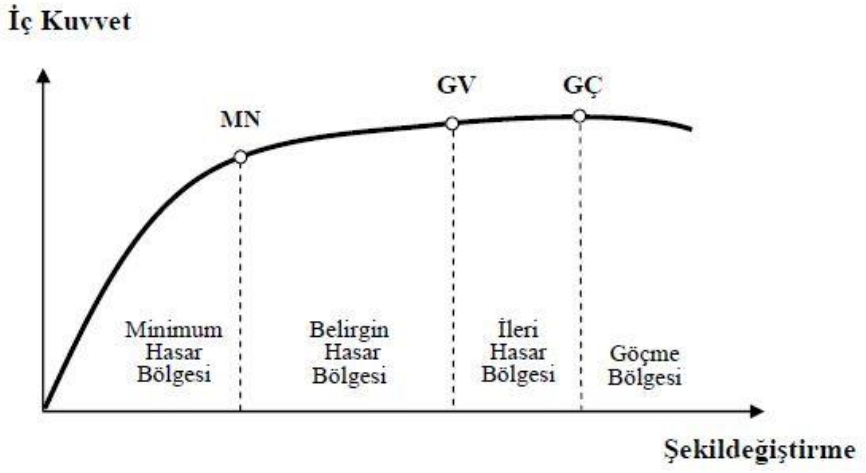
• Orta Bilgi Düzeyi – (Katsayı-0,9) : Taşıyıcı sistem projelerinin mevcut olduğu durumlarda, projelerin doğruluğu kontrol edilir. Projeler mevcut değil ise, sınırlı bilgi düzeyinden daha geniş kapsamlı bir araştırma yapılır. Mevcut beton dayanımını tespit etmek için, her katta en az 3 adet ve bina toplamında en az 9 adet olmak üzere,

her 400 m^2'de bir adet elemandan beton örneği (karot) alınacaktır. (DBYBHY-07, 7.2.5).

• Kapsamlı Bilgi Düzeyi – (Katsayı-1) : Binanın taşıyıcı sistem projelerinin mevcut olduğu durumlardır. Yapılacak ölçümlerle projenin doğruluğu kontrol edilir. Ancak, kontrollerde çok büyük farklar gözlendiği takdirde, projenin olmadığı varsayılır ve bina orta bilgi düzeyi çerçevesinde değerlendirilir. Mevcut beton dayanımını tespit etmek için, her katta en az 3 adet ve bina toplamında en az 9 adet olmak üzere, her 200 m^2'de bir adet elemandan beton örneği (karot) alınacaktır (DBYBHY-07, 7.2.6).

2.2 Yapı Elemanlarında Hasar Sınırları ve Hasar Bölgeleri

Deprem etkileri altındaki binanın performansının belirlenebilmesi için, öncelikle eleman kesitlerine ait hasarların belirlenmesi gerekmektedir. Bu sebeple, DBYBHY-07, 7.3.1'de yapı elemanlarının kesit hasar sınırları ve hasar bölgelerini tanımlayan sınır değerler verilmiştir. Şekil 2.1'de görüldüğü üzere sünek yapı elemanları için üç sınır değer tanımlanmıştır. *Minimum hasar sınırı* (MN) kritik kesitteki elastik ötesi davranışın başlangıcını, *güvenlik sınırı* (GV) kesit dayanımının güvenli olarak sağlanabileceği elastik ötesi davranış sınırını, *göçme sınırı* (GÇ) ise kesitin göçme öncesinde davranış sınırını göstermektedir. Bu sınırların arasındaki bölgelerden *minimum hasar* bölgesi, minimum hasar sınırına ulaşamayan elemanları ifade eder. Minimum hasar sınırı ile güvenlik sınırı arasında kalan elemanlar, *belirgin hasar* bölgesinde, güvenlik ve göçme sınırları arasında kalanlar *ileri hasar* bölgesinde ve göçme sınırını aşan elemanlar da *göçme* bölgesinde kabul edilirler.



Şekil 2.1 : Yapı elemanları kesit hasar sınırları ve hasar bölgeleri

2.3 Deprem Hesabındaki Genel İlke ve Kurallar

Bu bölüm, yönetmelikte mevcut binaların değerlendirilmesinde kullanılan doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan hesap yöntemlerinde geçerli olan genel ilke ve kuralları içerir.

- Deprem etkisi hesabında, elastik (azaltılmamış) ivme spektrumu kullanılır, ancak farklı aşılma olasılıkları için bu spektrum üzerinde DBYBHY-07-Bölüm 2.8'de anlatılmış olan değişiklikler yapılır. Bina önem katsayısı uygulanmaz (I=1).
- Binaların deprem performansı, yapıya etkiyen düşey yüklerin ve deprem etkilerinin birleşik etkileri altında değerlendirilir. Deprem etkileri her iki yönde ve her iki doğrultuda ayrı ayrı etkitilir.
- Deprem hesabında göz önüne alınacak kat ağırlıkları sabit ve hareketli yükler ile birlikte hesap edilir ve hareketli yük katsayısı da hesaba yansıtılır.
- Deprem hesabında dikkate alınacak zemin parametreleri yönetmeliğin ilgili DBYBHY-07, 6. bölümüne göre belirlenir.
- Binanın taşıyıcı sistem modeli, deprem etkileri ile düşey yüklerin ortak etkileri altında yapı elemanlarında oluşacak iç kuvvet, yerdeğiştirme ve şekildeğiştirmeleri hesaplamak için yeterli doğrulukta hazırlanır. Kısa kolonlar varsa modelde gerçek serbest boyları ile tanımlanır.
- Mevcut binaların taşıyıcı sistemlerindeki belirsizlikler, binadan derlenen verilerin kapsamına göre belirlenen bilgi düzeyi katsayıları aracılığı ile hesap yöntemlerine yansıtılılır. Analizde beton ve donatı çeliğinin tanımlanan bilgi düzeyine göre belirlenen mevcut dayanımları esas alınır.
- Döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, her katta iki yatay yerdeğiştirme ile düşey eksen etrafında dönme serbestlik dereceleri göz önüne alınır ve kat serbestlik dereceleri her katın kütle merkezinde tanımlanarak, ayrıca ek dışmerkezlik uygulanmaz.
- Sistemdeki eleman boyutlarının tanımında birleşim bölgeleri sonsuz rijit uç bölgeleri olarak göz önüne alınır.

- Daha kesin hesap yapılmadığı takdirde, eğilme etkisindeki betonarme elemanlarda çatlamış kesite ait etkin eğilme rijitlikleri $(EI)_e$, DBYBHY-07, 7.4.13'e göre hesap edilen oranda azaltılır.
- Kirişlerin tablalı olması durumunda pozitif ve negatif plastik momentlerinin hesabında tabla betonu ve içindeki donatı hesaba yansıtılır.
- Eleman donatılarındaki kenetlenme veya bindirme boyu yetersiz ise, kesit kapasite momentinin hesabında ilgili donatının akma gerilmesi kenetlenme veya bindirme boyundaki eksikliği oranında azaltılabilir.
- Zemindeki şekil değiştirmelerin deprem etkileri altında yapı davranışını da etkileyebileceği durumlarda, bu etkiler analizin yapılacağı modele yansıtılır.

2.4 Mevcut Binaların Değerlendirilmesinde Doğrusal Elastik Hesap Yöntemleri

Dayanım bazlı doğrusal elastik hesap yöntemleri, yapı elemanlarının kritik kesitlerine ait dayanım kapasitelerini, elastik deprem yüklerinden oluşan ve doğrusal olarak hesaplanan etkilerle karşılaştıran yöntemlerdir. Mevcut binaların değerlendirilmesinde DBYBHY-07, Bölüm 7.5'te bu karşılaştırmayı yapmak üzere iki yöntem verilmiştir.

2.4.1 Eşdeğer deprem yükü yöntemi

Yeni binaların tasarımı için DBYBHY-07, 2,7'de anlatılan yöntemin mevcut binaların değerlendirilmesinde kullanımı için bir takım kısıtlamalar mevcuttur. Yöntem, bodrum üzerinde toplam yüksekliği 25 m.'yi geçmeyen, toplam kat sayısı 8'i aşmayan ve burulma düzensizliği katsayısı $\eta_{bi} < 1.4$ koşulunu sağlayan binalar uygulanabilir. Burulma düzensizliği katsayısının hesabında ek dışmerkezlik etkileri gözönüne alınmaz. Toplam eşdeğer deprem yükünün hesabında $R_a=1$ alınarak, deprem yükünde azaltma uygulanmaz. Ancak, bulunan deprem yükü, katsayısı bodrum hariç bir ve iki katlı binalarda 1,0, diğerlerinde 0,85 değerini alan λ katsayısı ile çarpılır. Yöntemin uygulama adımları sayısal hesaplar kısmında detaylı olarak verilmiştir.

2.4.2 Mod birleştirme yöntemi

Yeni binaların tasarımı için DBYBHY-07, 2,8'de anlatılan yöntemin mevcut binaların değerlendirilmesindeki kullanımında $R_a=1$ alınır. Bu yöntemde de elastik

deprem spektrumları azaltılmadan aynen kullanılmış olur. Uygulanan deprem doğrultusu ve yönü ile uyumlu eleman iç kuvvetlerinin ve kapasitelerinin hesabında, bu doğrultuda hakim olan modda elde edilen iç kuvvet doğrultuları esas alınır. Yöntemin uygulama adımları sayısal hesaplar kısmında detaylı olarak verilmiştir.

2.5 Hasar düzeylerinin belirlenmesi

Doğrusal elastik hesap yöntemleri ile mevcut binaların performans düzeylerinin belirlenmesinde, öncelikle binadaki tüm yapısal elemanlara kırılma tahiki yapılarak sünek ya da gevrek davranış gösterme durumları kontrol edilir. Sünek olduğu belirlenen betonarme elemanların hasar düzeylerinin belirlenmesinde kiriş, kolon ve perde elemanlarının etki/kapasite oranları (r) olarak ifade edilen sayısal değerler hesap edilir. Hesap elemanların zorlanacağı düşünülen kesitlerinde ayrı olarak yapılır ve daha olumsuz çıkan sonuç eleman hasarı olarak kabul edilir. Etki/kapasite oranları ve sınır parametreleri hesap edilen eleman kesitlerinin hasar bölgeleri ilgili çizelgeler ile tespit edilir. Bu çizelgeler hesap yolu ile belirlenen sınır parametrelerinin yanında sargılama koşullarına göre de farklı aralıklar sunar. Sargılama koşullarının uygunluğuna DBYBHY-07, 7.5.2.3, (c) maddesinde değinilmiştir.

2.5.1 Kolonlarda hasar düzeylerinin belirlenmesi

Yapı ve yapı elemanlarında süneklik bir yapı ya da yapı elemanının yapabileceği en büyük ötelenmenin, elastik limit ötelenmesine oranı olarak ifade edilir. Sünek yapı deyimi ile, depremin enerjisini kalıcı deformasyon yaparak tüketen fakat yıkılmayan yapı anlaşılmaktadır. Bir yapının sünek davranış gösterebilmesindeki en büyük etmen kolonlarının sünek özellikte olmasıdır.

Kolonların sünek eleman olarak sayılabilmeleri için bu elemanların kritik kesitlerinde eğilme kapasitesi ile uyumlu olarak hesaplanan *kesme kuvveti* V_e'nin, *kesme kapasitesi* V_r'yi aşmaması gereklidir. V_r 'nin hesabı 2.1 bölümünde tanımlanan ve yapı için belirlenmiş olan bilgi düzeyi katsayısı yansıtılmış mevcut malzeme dayanımı ile TS-500'e göre yapılır.

Kesme kuvveti V_e' nin hesabı ise DBYBHY-07, 3.3.7 bölümünde anlatıldığı şekilde aşağıdaki Denklem 2.1 aracılığı ile yapılır. Ayrıca "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." (DBYBHY-07, 7.5.2.2.a) ibaresine dikkat edilir.

M_a : Kolonun serbest yüksekliğinin alt ucunda, kolon kesme kuvvetinin hesabında esas alınan moment,

$M_{ü}$: Kolonun serbest yüksekliğinin üst ucunda, kolon kesme kuvvetinin hesabında esas alınan moment,

ℓ_n : Kolonun kirişler arasında arasında kalan serbest yüksekliği, kirişin kolon veya perde yüzleri arasında kalan serbest açıklığı,

$$V_e = (M_a + M_{ü}) / l_n \quad \textbf{(2.1)}$$

Gerekli hesaplar yapıldıktan sonra aşağıda Denklem 2.2 koşulunun sağlanması beklenir. Koşulun sağlandığı kolonlar sünek, aksi takdirde gevrek olarak belirlenir.

$$V_e \leq V_r \quad \textbf{(2.2)}$$

Sünek olduğu belirlenen kolonlarda hesaplara devam edilir. R_a=1 olarak kabul edilerek hesaplanan deprem etkisi altında oluşan moment değerleri ile kesit artık moment kapasitesinin oranlanması sonucunda *etki/kapasite oranı*, 'r' bulunur. Etki/kapasite oranı, uygulanan depreme göre her yön için ayrı olarak hesap edilir. Kesit artık moment kapasitesi, kesitin eğilme momenti kapasitesi ile düşey yükler

altında kesitte hesaplanan moment etkisinin farkıdır. Kesit kapasitesinin, düşey yönler haricinde taşıyabileceği moment değerini gösterir. Artık moment kapasitesinin ve etki/kapasite oranlarının hesabı DBYBHY-07, Bilgilendirme Eki 7A'da verilmiştir. Yapılan hesaplar, bu tezin sayısal incelemeler kısmında detaylı olarak anlatılmıştır. Hesap edilen etki/kapasite oranları ve sınır değerlerine göre kolon kesitlerine ait hasar bölgeleri yönetmelikte verilmiş olan aşağıdaki Çizelge 2.1 ile belirlenir.

N_K : Mevcut malzeme dayanımları ile hesaplanan moment kapasitesine karşı gelen eksenel kuvvet,

A_c : Kolon veya perdenin brüt kesit alanı,

f_{cm} : Mevcut beton dayanımı,

b_w : Kolon ve kirişin gövde genişliği,

d : Kirişin ve kolonun faydalı yüksekliği,

f_{ctm} : Mevcut betonun çekme dayanımı,

Çizelge 2.1 : Betonarme kolonlar için hasar sınırları (r_s) (DBYBHY-07,Tablo7.1)

Sünek Kolonlar			Hasar Sınırı		
$\frac{N_K}{A_c f_{cm}}$ (1)	Sargılama	$\frac{V_e}{b_w d\, f_{ctm}}$ (2)	MN	GV	GÇ
≤ 0.1	Var	≤ 0.65	3	6	8
≤ 0.1	Var	≥ 1.30	2.5	5	6
≥ 0.4 ve ≤ 0.7	Var	≤ 0.65	2	4	6
≥ 0.4 ve ≤ 0.7	Var	≥ 1.30	1.5	2.5	3.5
≤ 0.1	Yok	≤ 0.65	2	3.5	5
≤ 0.1	Yok	≥ 1.30	1.5	2.5	3.5
≥ 0.4 ve ≤ 0.7	Yok	≤ 0.65	1.5	2	3
≥ 0.4 ve ≤ 0.7	Yok	≥ 1.30	1	1.5	2
≥ 0.7	–	–	1	1	1

2.5.2 Kirişlerde hasar düzeylerinin belirlenmesi

Kirişlerde de yapılacak ilk işlem, kolonlara benzer şekilde, kesme kuvveti V_e'nin, kesme kapasitesi V_r'yi aşması durumu kontrol edilerek, sünek ya da gevrek olduğuna karar vermektir. Kesme kuvveti V_e' nin hesabı ise DBYBHY-07, 3.4.5 bölümünde anlatıldığı şekilde aşağıdaki Denklem 2.3 aracılığı ile yapılır.

V_{dy} : Kirişin herhangi bir kesitinde düşey yüklerden meydana gelen basit kiriş kesme kuvveti,

M_{ri} : Kirişin sol ucu i'deki kolon veya perde yüzünde f_{cd} ve f_{yd}'ye göre hesaplanan pozitif veya negatif taşıma gücü momenti,

M_{rj} : Kirişin sağ ucu j'deki kolon veya perde yüzünde f_{cd} ve f_{yd}'ye göre hesaplanan negatif veya pozitif taşıma gücü momenti,

ℓ_n : Kirişin kolon veya perde yüzleri arasında kalan serbest açıklığı,

$$V_e = V_{dy} \pm (M_{ri} + M_{rj})/l_n \qquad \textbf{(2.3)}$$

Sünek olduğu belirlenen kirişlerde hesaplara devam edilerek, etki/kapasite oranları *(r)* ve sınır değerleri belirlenerek, aşağıdaki Çizelge 2.2'den hasar bölgesi bulunur.

ρ : Çekme donatısı oranı,

ρ' : Basınç donatısı oranı,

ρ_b : Dengeli donatı oranı,

Çizelge 2.2 : Betonarme kirişler için hasar sınırları *(r_s)* (DBYBHY-07, Tablo7.2)

Sünek Kirişler			Hasar Sınırı		
$\frac{\rho-\rho'}{\rho_b}$	Sargılama	$\frac{V_e}{b_w d\, f_{ctm}}$ (1)	MN	GV	GÇ
≤ 0.0	Var	≤ 0.65	3	7	10
≤ 0.0	Var	≥ 1.30	2.5	5	8
≥ 0.5	Var	≤ 0.65	3	5	7
≥ 0.5	Var	≥ 1.30	2.5	4	5
≤ 0.0	Yok	≤ 0.65	2.5	4	6
≤ 0.0	Yok	≥ 1.30	2	3	5
≥ 0.5	Yok	≤ 0.65	2	3	5
≥ 0.5	Yok	≥ 1.30	1.5	2.5	4

2.5.3 Perdelerde hasar düzeylerinin belirlenmesi

Perdelerde de öncelikle kırılma tahkiki yapılır. Kesme kuvveti V_e'nin, kesme kapasitesi V_r'yi aşması durumu kontrol edilerek, sünek ya da gevrek olduğuna karar verilir. Kesme kuvveti V_e' nin hesabı ise DBYBHY-07, 3.6.6 bölümünde anlatıldığı şekilde aşağıdaki Denklem 2.4 aracılığı ile yapılır. Denklemde β_v=1 olarak kabul edilir. Perdelerin sünek eleman olarak sayılabilmeleri için diğer bir koşul da Denklem 2.5'te verilmiştir.

β_v : Perdede kesme kuvveti dinamik büyütme katsayısı,

$(M_p)_t$: Perdenin taban kesitinde f_{ck} , f_{yk} ve çeliğin pekleşmesi gözönüne alınarak hesaplanan moment kapasitesi,

$(M_d)_t$: Perdenin taban kesitinde yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan moment,

H_w : Temel üstünden veya zemin kat döşemesinden itibaren ölçülen toplam perde yüksekliği,

ℓ_w : Perdenin veya bağ kirişli perde parçasının plandaki uzunluğu,

$$V_e = \beta_v\, [(M_p)_t / (M_d)_t]\; V_d \qquad \textbf{(2.4)}$$

$$H_w / \ell_w > 2.0 \qquad \textbf{(2.5)}$$

Sünek davranış gösterdiği belirlenen perdelerin hasar bölgesi aşağıdaki Çizelge 2.3'teki hasar sınırlarına göre belirlenir.

Çizelge 2.3 : Betonarme perdeler için hasar sınırları *(r_s)* (DBYBHY-07, Tablo7.4)

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

2.5.4 Birleşim bölgesi kontrolleri

Yapılardaki kolon-kiriş birleşim bölgelerinin kontrolünde yönetmelikteki aşağıda verilen koşullar uygulanır. Tezin sayısal incelemeler kısmında, bu konu üzerine yapılan hesaplar ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

Betonarme kolon-kiriş birleşimlerinde tüm sınır durumları için birleşime etki eden ve Denk.(3.11)'den hesaplanacak kesme kuvvetlerinin 3.5.2.2'de verilen kesme dayanımlarını aşmaması gerekir. Ancak Denk.(3.11)'de V_{kol} yerine 3.3.7'ye göre pekleşmeyi gözönüne almadan hesaplanan V_e kullanılacak, Denk.(3.12) veya Denk.(3.13)'deki dayanım hesabında ise f_{cd} yerine 7.2'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. (DBYBHY-07, 7.5.2.6)

2.5.5 Göreli kat ötelemelerinin kontrolü

Kontrol, her bir deprem doğrultusu ve yönü için ayrı ayrı olmak üzere, kattaki tüm kolon ve perdeler için yapılarak aşağıdaki Çizelge 2.4 ile hasar durumları belirlenir. Daha olumsuz sonuçlar alındığı takdirde, etki/kapasite oranlarına göre belirlenen eleman hasar bölgeleri yerine bu kontrol sonuçları dikkate alınır.

δ_{ji} : i'inci katta j'inci kolon veya perdenin alt ve üst uçları arasındaki yerdeğiştirme farkı,

h_{ji} : i'inci katta j'inci kolon veya perdenin kat yüksekliği,

Çizelge 2.4 : Göreli kat ötelemesi sınırları (DBYBHY-07,Tablo7.6)

Göreli Kat Ötelemesi Oranı	Hasar Sınırı		
	MN	GV	GÇ
δ_{ji} / h_{ji}	0.01	0.03	0.04

2.6 Mevcut Binaların Değerlendirilmesinde Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemleri

Yer değiştirme ve şekil değiştirme bazlı değerlendirmenin esas alındığı ve genel olarak malzeme ve geometri değişimi bakımından doğrusal olmayan sistem hesabına dayanan yöntemlerdir. Deprem etkisi altındaki yapı elemanlarında sünek davranışa ilişkin plastik şekil değiştirme istemlerini hesaplarlar. Daha sonra, hesap edilen bu istem büyüklükleri, DBYBHY-07, 7.6.9'da tanımlanan betonarme elemanların beton ve donatı çeliğine göre ayrı ayrı verilen kesit birim şekil değiştirme kapasiteleri ile karşılaştırılır ve kesit hasar bölgeleri belirlenir. Kesit hasar bölgelerinden yola çıkılarak, binanın yapısal performansına ulaşılır.

Yönetmelikte şekil değiştirme bazlı olarak doğrusal elastik olmayan hesapta kullanılmak üzere üç adet yöntem verilmiştir. Bunlar, Artımsal Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi, Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi ve Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemidir. Artımsal Eşdeğer Deprem Yükü yöntemi, bodrum hariç katsayısı 8'den az ve burulma düzensizliği katsayısı η_{bi}<1,4 olan binalarda uygulanabilmektedir. Ayrıca, hakim titreşim moduna ait etkin kütlenin, binanın toplam kütlesine oranının 0,7'den büyük olması gereklidir. Ancak, diğer iki doğrusal elastik olmayan yöntem çeşitlerinde herhangi bir kısıtlama bulunmamakta ve bu yöntemler her türlü yapı tipinde uygulanabilmektedir.

2.7 Bina Deprem Performansının Belirlenmesi

Binaların deprem etkisi altındaki performansı incelenirken, deprem durumunda oluşması beklenen hasar durumları ile ilişkili olarak performans düzeyleri belirlenir. DBYBHY-07, 7.7'de dört farklı performans düzeyi tanımlanmıştır.

- **Hemen Kullanım Performans Düzeyi**

Deprem etkisinde yapıda kalıcı ötelenmeler meydana gelmemiştir. Yapısal olmayan elemanlarda oluşan çatlaklar onarılabilir düzeydedir. Yapısal elemanlar genel olarak rijitlik ve dayanımlarını korumaktadırlar. Kirişlerin en fazla %10'u belirgin hasar bölgesine geçebilir. Gevrek olarak hasar göreceği belirlenen elemanlar haricinde, güçlendirilmesine gerek olmayan yapıya ait performanstır.

- **Can Güvenliği Performans Düzeyi**

Yapıda sınırlı miktarda gözle farkedilemeyecek kalıcı ötelenmeler olur. Yapısal olmayan elemanlarda hasar bulunabilmekle birlikte, duvarlarda yıkılmalar meydana gelmez. Yapısal elemanlarda bir miktar hasar görülür. Ancak, bu elemanlar düşey yüklerin taşınabilmesi için yeterli olup, yatay rijitlik ve dayanımlarının da önemli kısmını korumaktadırlar. Kirişlerin en fazla %30'u ve kolonların kesme kuvveti oranına göre en fazla %20'si ileri hasar bölgesine geçebilir (DBYBHY-07, 7.7.3). Bu durumdaki binada, güvenlik sınırını aşan elemanların sayısına ve dağılımına göre güçlendirme yapılır.

- **Göçme Öncesi Performans Düzeyi**

Yapıda önemli miktarda kalıcı ötelenmeler meydana gelir. Yapısal olmayan elemanlar hasarlıdır. Duvarların da yıkılması beklenir. Yapısal elemanların önemli bir kısmında hasar görülür. Düşey yükleri taşıyabilmektedirler, ancak eksenel yük taşıma kapasitesine ulaşmış düşey yapı elemanları da mevcuttur. Yatay rijitliklerinin ve dayanımlarının büyük bölümü yitirilmiştir. Gevrek olarak hasar göreceği belirlenen elemanların da göçme bölgesine geçtiğinin kabul edilmesi kaydı ile kirişlerin en fazla %20'si göçme bölgesine geçebilir. Kolonların tümünün minimum, belirgin ya da ileri hasar bölgesinde olması gerekir. Alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden minimum hasar sınırı aşılmış kolonlar, kesme kuvveti oranına göre en fazla %30 kadar olmalıdır (DBYBHY-07, 7.7.4). Bina mevcut hali ile kullanımında can güvenliği yönünden tehlikelidir ve ekonomik verimliliği düşünülerek bina acilen güçlendirilmelidir.

- **Göçme Durumu**

Göçme öncesi performans düzeyini de sağlamayan binaların göçme durumunda olduğu kabul edilir. Yapısal olmayan elemanların büyük çoğunluğu göçmüştür. Yapıda belirgin kalıcı ötelenmeler olmuştur. Yapının, meydana gelebilecek hafif şiddette bir yer hareketinde bile yıkılma ihtimali yüksektir. Düşey taşıyıcı elemanların da bir kısmı göçmüştür. Güçlendirme çoğu zaman ekonomik olmaz ve kontrollü olarak yıkılmayı gerektirir.

2.8 Binalar İçin Hedeflenen Performans Düzeyleri

Binaların deprem performansı belirlenirken dikkat edilecek diğer bir parametre de göz önüne alınan deprem büyüklüğüdür. DBYBHY-07, 7.8'de mevcut binaların performans değerlendirilmesinde kullanılmak üzere üç farklı düzeyde deprem hareketi tanımlanmıştır.

- 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem; yeni binaların tasarımında da esas alınan deprem hareketidir.
- 50 yılda aşılma olasılığı %50 olan deprem; hesaba yansıtılacağı takdirde aşılma olasılığı %10 olan depreme ait spektrum ordinatlarının yaklaşık yarısı olarak hesaba yansıtılır.
- 50 yılda aşılma olasılığı %2 olan deprem; dönüş periyodu çok uzun olan bu deprem etkisi için, olasılığı %10 olan depreme ait spektrum ordinatlarının yaklaşık 1,5 katı alınarak hesap edilir.

Mevcut binaların deprem performanslarının belirlenmesinde esas alınacak deprem ve bu deprem etkisi altında sağlanması beklenen performans hedefleri yapı türü gruplarına göre ayrılmış ve DBYBHY-07, Tablo 7.7'den seçilebilmektedir.

3. RİSKLİ YAPILARIN TESPİT EDİLMESİNE İLİŞKİN ESASLAR

Günümüzde, özellikle yakın zaman içerisinde depremle karşı karşıya kalabilecek kentlerimizdeki dayanıksız ve denetimsiz yapılaşma çok büyük boyutlara ulaşmış olup, Ekim 2011 Van depreminde yaşanan kayıplardan sonra, gelecekte yurdumuzda beklenen depremlerde yaşanacak zararları en aza indirmek için yapılan çalışmalara hız kazandırılmıştır. Temmuz 2012 de çıkarılan Kentsel Dönüşüm yasasıyla, öncelikle mevcut bina stoğu içindeki depremde göçme riski yüksek yapıların belirlenmesi işlemine ağırlık verilmesi kararlaştırılmıştır. 20 milyona varan mevcut bina stoğu için Yönetmelik koşullarına göre değerlendirme işlemini yapmak çok geniş zaman dilimi gerektireceğinden, bina başına daha az zaman harcayacak bir yöntem arayışına gidilmiştir. Yapılan çalışmalar neticesinde, 'Riskli Binaların Tespitine Yönelik Esaslar' 2013 yılında yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmeliğin, kapsamı dahilindeki binaların risk durumunun belirlenmesinde kullanılması 6303 sayılı 'Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun' ile zorunlu getirilmiştir.

Risk kavramının başlıca unsurları: Afet tehlikesinin meydana gelme ihtimali, afete maruz kalan insan sayısı ve unsurların dağılımı, sayılan unsurların afetten ne derece etkilendiklerini belirleyen hasar görebilirlik düzeyidir (Uzunçıbuk, 2005). İstanbul gibi yakın zaman içerisinde 6-7 büyüklüğünde bir depremden etkilenmesi beklenen bir kentin, nüfus yoğunluğu ve kalitesiz yapı dağılımı düşünüldüğünde, çok büyük bir risk altında olduğu aşikardır.

Riskli Binaların Tespitine Yönelik Esaslar'da açıklanan yöntemler, sadece riskli olduğu düşünülen mevcut binaların tespitinde kullanılabilmektedir. Mevcut binaların detaylı performans değerlendirmesi ve güçlendirilmesinde kullanılacak hesap yöntemleri için, DBYBHY-07 Bölüm 7'deki kuralların geçerli olduğu unutulmamalıdır.

3.1 Kapsam

Bu esaslar, bir yapının DBYBHY-07'de tanımlanan 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan tasarım depremi altında yıkılma veya ağır hasar görme durumunun bulunup bulunmadığı ya da riskli ya da güvenli olduğunun tespiti için kullanılır. DBYBHY-07-7.Bölüm kapsamında olan, yapıların deprem etkileri altındaki performans değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi amaçlı kullanılamaz. Kullanımına izin verilen binalar toplam yüksekliği 25 m.'yi ve bodrum katlar harici toplam kat sayısı 8'i geçmeyen betonarme ve yığma binalardır. Bu tanıma uymayan binalar DBYBHY-07, ile değerlendirilecektir. Ayrıca RBTE-EK-A'da, riskli binaların bölgesel dağılımını belirleyerek, belirli alanların önceliklendirilmesi konusunda kullanılacak bina özellikleri ve deprem tehlikesini dikkate alan birtakım basitleştirilmiş yöntemler de verilmiştir.

Tez kapsamında 6 katlı betonarme bir yapının bu esaslar doğrultusunda incelenmesi yapıldığından, yığma binalar ile ilgili esaslara bu çalışmada yer verilmemiştir.

3.2 Rölöve ve Bilgi Düzeyi

Hesaplar mevcut bina özellikleri, kritik kat olarak belirlenen katın rölövesi alınarak belirlenen taşıyıcı sistem boyutları dikkate alınarak yapılır. Kritik kat olarak, yatay rijitliği diğer katlara göre daha düşük olduğu düşünülen ve yanal ötelenmeleri bodrum katlarda olduğu gibi zemin tarafından tutulmamış olan en alt bina katı kabul edilir. Kritik katın rölövesi hazırlanırken, değerlendirmede etkili olacak kolon, perde ve kiriş eleman boyutları ile bu elemanların arasındaki açıklıklar ve bina geometrisindeki yerleşimi belirlenir. Ayrıca, kapı ve pencere boşluğu olmayan çerçeve içerisindeki dolgu duvarların da ölçümü yapılır.

Hazırlanan rölöve ölçümleri doğrultusunda bina özelliklerini yansıtan taşıyıcı sistem modeli oluşturulur. Model oluşturulurken kritik kata ait özellikler, kat sayısı ve kat yükseklikleri gerçek olması koşulunda, diğer katlarda da aynı kabul edilir. Her katın gerçek yüksekliği ölçülür ve modele ölçülen değer girilir. Ancak, "Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının (kolon veya perdelerin) bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin veya guseli kolonların üstüne veya ucuna oturtulması, ya da üst kattaki perdelerin altta kolonlara oturtulması durumu" (DBYBHY-07, 2.3) olarak tanımlanan B3 türü düzensizliğe sahip olduğu belirlenen binalarda, düşey elemanların süreksizliği

gerçeği yansıtacak şekilde modellenecek ve gerektiği takdirde diğer katlar için de ayrıca rölöve çıkartılacaktır. Kısa kolonların olma durumuna da dikkat edilecektir.

RBTE kapsamında iki adet bilgi düzeyi mevcuttur. Bunlar *Asgari Bilgi Düzeyi*, katsayısı 0,9 olan ve binanın taşıyıcı sistem projeleri mevcut olmayan durumlarda geçerli olan bilgi düzeyi ve projeleri mevcut olup yerinde kontrol edilerek doğruluğu onaylanan, katsayısı 1,00 olan *Kapsamlı Bilgi Düzeyi*'dir. Projesinin uygunluğu yerinde kontrol edilerek gerçeğe uygun bulunmayan binalar da, *asgari bilgi düzeyi'*nde ele alınarak değerlendirilir.

Bina için belirlenen bilgi düzeyi katsayıları, taşıyıcı elemanların kapasiteleri TS-500'e göre hesaplanırken mevcut malzeme dayanımı ile çarpılarak değerlendirmeye yansıtılır.

3.3 Mevcut Betonarme Binalardaki Donatı Tespiti ve Malzeme Özelliklerinin Belirlenmesi

Değerlendirme yapılacak binalardaki düşey taşıyıcı elemanların donatıları için, kritik kat olarak belirlenen katta incelenecek kolon ve perdelerin donatı sistemi esas alınır. Ölçümler 6 adetten az olmamak şartı ile kattaki kolon ve perdelerin enaz %20 kadarında yapılabilir. Seçilen perde ve kolonların pas payları kadar beton örtüsü sıyrılarak boyuna donatıların kalınlığı, türü, miktarı ve düzeni ile enine donatıların orta ve sarılma bölgelerindeki aralıkları belirlenir. Sıyrılma işlemi test edilecek kolonların yarısında muhakkak yapılmalıdır. Diğer yarısında tahribatsız yöntemler kullanılması durumu söz konusu ise elde edilen veriler, tahribatlı yönteme benzetilerek yapılabilir. Belirlenen donatı türüne göre, mevcut donatının akma gerilmesi tespit edilir. Beton sıyırma işlemi sonrası donatılarında korozyon olduğu belirlenen elemanların kapasitelerine bu etki yansıtılacaktır.

Projesi mevcut olmayan binalarda kiriş donatıları için bazı kabuller yapılarak hesaplarda kullanılabilir. Kirişte zorlanmaların olacağı açıklıktaki alt ve mesnetlerdeki üst donatı miktarı için TS-500'de tanımlanan (1,4G+1,6Q) yüklemesinden hesap edilen donatı kabul edilir. Mesnet bölgelerindeki alt donatı için de, kabul edilen üst donatı miktarının 1/3'ü alınabilir.

Mevcut beton dayanımı belirlenirken de yine kritik kattaki en az 10 kolon ve perde de öncelikle tahribatsız ölçümler yapılacaktır. Bu ölçümlerin en düşük sonuç verdiği

5 elemandan beton numunesi (karot) alınacaktır. Ancak, kat alanı 400 m^2'den daha geniş yapılarda, bu sınırı aşan her 80 m^2'lik alan için birer adet daha beton numunesi alınmalıdır. Numune alınarak ölçülen ortalama beton dayanımında da bir miktar azaltma yapılarak, bu değerin %85'i hesaplardaki mevcut beton dayanımı olarak kabul edilir.

Binanın bulunduğu zemin parametreleri olarak, bölgede daha önce yapılmış olan zemin araştırmalarından alınan veriler kabul edilebilir. Değerlendirmeye yapacak mühendis gerek duyulduğu takdirde, yeni bir zemin araştırması talep edebilir. Bunun da mümkün olmayacağı durumlarda, zemin sınıfı olarak Z4 alınması gereklidir.

3.4 Betonarme Bina sisteminin Analizinde Geçerli Genel Kurallar

- Deprem hesabında, bina kullanım türü dikkate alınmayarak, Bina Önem Katsayısı, I=1 alınacaktır. Deprem etkisinin belirlenmesinde, DBYBHY-07,2.4'te verilen azaltılmamış elastik ivme spektrumu kullanılacaktır (RBTE-3.4.1).
- Binanın risk durumu değerlendirilirken, karşılaması beklenen etkiler düşey yüklerin ve deprem yüklerinin birlikte etkitilmesi $(G+nQ\pm E)$ ile belirlenecektir. Bu etkiler, depremin her iki doğrultusu ve yönü için ayrı ayrı hesaplanacaktır (RBTE3.4.2).
- Deprem analizinde mevcut elemanların eğilme rijitlikleri olarak, azaltılmış olan etkin eğilme rijitlikleri kullanılacaktır. Etkin Eğilme Rijitlikleri, $(EI)_e$ için uygulanması gereken değerler, $(EI)_0$: *Çatlamamış Kesite Ait Eğilme Rijitliği* olmak üzere, şu şekildedir;

  (a) Kiriş ve perdelerde : $(EI)_e = 0{,}30\ (E_{cm}I)_0$

  (b) Kolonlarda : $(EI)_e = 0{,}50\ (E_{cm}I)_0$

  Çatlamamış eğilme rijitliği hesabındaki E_{cm}, betonun elastisite modülü için '$5000(f_{cm})^{0,5}$' değeri kullanılır (RBTE - 3.4.5).

3.5 Hesap Yöntemleri

Binaların RBTE ile risk değerlendirmesinde Doğrusal Elastik Hesap Yöntemleri kullanılır. Yöntemlerin uygulanabilme koşulu RBTE kapsamında şart koşulan

yükseklikleri 25 m. ve kat sayısı 8'in altında olan binalardır. Doğrusal elastik hesap yöntemlerinde Eşdeğer Deprem Yönteminin kullanılabilmesi için bu koşullara ek olarak deprem yönlerine göre hesaplanan burulma düzenliği katsayısının 1,4 sınırının altında olması gereklidir. Bu hesapta, ek dışmerkezlik etkileri göz ardı edilir. Burulma düzensizliği katsayısı sınırı aşan binalar, RBTE koşulları çerçevesinde diğer bir doğrusal elastik hesap yöntemi olan, Mod Birleştirme Yöntemi ile değerlendirilir.

Her iki yöntem ile yapılan hesaplarda da deprem yükü azaltma katsayısı R_a=1 alınır ve DBYBHY-07,2.8.5 koşulu uygulanmaz. Ayrıca, eşdeğer deprem yükü yöntemi ile bulunan deprem yükü λ katsayısı ile çarpılır. Bu katsayı bodrum hariç bir ve iki katlı binalarda 1,0; daha yüksek binalarda 0,85 değerini alır.

Her iki yöntemde de hesaplanan deprem yükü değeri, duvarların etkisini hesaba yansıtmak amacıyla, aşağıdaki koşulların sağlanması durumunda 0,75 katsayısı ile çarpılarak azaltılabilir (RBTE-3.5.2). Bu koşullar;

- A_{kn} : Kritik katta değerlendirmenin yapıldığı doğrultudaki kapı ve pencere boşluk oranı % 5'i geçmeyen ve köşegen uzunluğunun kalınlığına oranı 40'dan küçük olan dolgu duvarların kat planındaki toplam alanı
- A_p : Kritik kat plan alanı ve N: Binanın bodrum hariç kat sayısı, olmak üzere

' $\sum A_{kn} / A_p \geq 0{,}002\ N$ ' ve kattaki en büyük ötelenme oranı değeri (δ/h)<0,015 değerinde olmalıdır.

3.6 Bina Elemanlarının Risk Değerlendirmesi

Risk değerlendirmesi sonuçları kritik kattaki elemanların değerlendirilmesi ile yapılır. Buna karşın, tüm katlara ait kat ötelenme oranı değerleri kontrol edilir ve en büyük değerin başka bir katta görülmesi durumunda, o kata ait elemanların da sadece kat ötelenme değerlerinin sınırları aşıp aşmadığı kontrol edilir. Bu kontrollerin herhangi birinde 'Riskli' sonucu elde edilmesi binanın riskli kabul edilmesi için yeterlidir.

Değerlendirme yapılırken öncelikle kolon ve perdelerin hangi sınır grubunda oldukları belirlenir. Bu sınıfların belirlenmesinde, elemanlarda hesap edilen 'V_e/V_r' sonuçları esas alınır. Kesme kuvveti V_e'nin hesabı kolonlar için DBHYBHY-07,3.6.7'ye ve perdeler için DBYBHY-07,3.6.6'ya göre β_v=1 alınarak yapılır.

Hesapta pekleşmeli moment kapasitesi yerine mevcut malzeme dayanımı kullanılarak hesap edilen moment kapasitesi kullanılabilir. Ayrıca, "Düşey yükler ile birlikte R_a= 2 alınarak depremden hesaplanan toplam kesme kuvvetinin V_e'den küçük olması durumunda ise, V_e yerine bu kesme kuvveti kullanılacaktır" ibaresine dikkat edilir (RBTE - 3.5.4).

Kesme kapasitesi V_r ise, $(G+nQ\pm E/6)$ yüklemesi altında elde oluşan N_K eksenel kuvveti göz önüne alınarak TS-500'e göre hesaplanır.

Kolonlar 'V_e/V_r' değerine ve sarılma bölgesinde donatı detaylarına bağlı olarak gevreklik düzeylerini temsil eden üç gruba ayrılırlar. A grubu kolonların eğilme göçmesine, B grubu kolonların eğilme-kesme göçmesine ve C grubu kolonların ise kesme göçmesine maruz kalacağı kabul edilir. Kolon sınıfları aşağıdaki Çizelge 3.1'den tespit edilir.

A_{sh} : s enine donatı aralığına karşı gelen yükseklik boyunca, kolonda veya perde uç bölgesindeki tüm etriye kollarının ve çirozların enkesit alanı değerlerinin göz önüne alınan b_k'ya dik doğrultudaki izdüşümlerinin toplamı,

b_k : Birbirine dik yatay doğrultularınher biri için, kolon veya perde uç bölgesi çekirdeğinin enkesit boyutu (en dıştaki enine donatı eksenleri arasındaki uzaklık),

f_{cm} : Mevcut beton basınç dayanımı,

f_{ywm} : Enine donatının mevcut akma dayanımı,

Çizelge 3.1 : Kolon sınıflandırma tablosu (RBTE - Tablo 2)

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

RBTE'ye göre binalardaki perde olarak tanımlanabilecek elemanlar, planda uzun kenarının kalınlığına oranı en az beş olan düşey taşıyıcı sistem elemanlardır. Perde grupları belirlenirken, "H_w: Temel üstünden veya kritik kat döşemesinden itibaren ölçülen toplam perde yüksekliği" ve "l_w: Perdenin veya bağ kirişli perde parçasının plandaki uzunluğu" nu temsil etmek üzere ikinci bir parametre olan 'H_w/l_w' değeri

hesaplanır. Bu değerlere göre belirlenen perdelerden, A grubu olanların eğilme göçmesi olarak, B grubu olanların eğilme-kesme veya kesme göçmesi olarak hasar göreceği sonucuna varılır. Perdelerin sınıfları aşağıdaki Çizelge 3.2'den tespit edilir.

Çizelge 3.2 : Perde sınıflandırma tablosu (RBTE - Tablo 3)

H_w / ℓ_w	$V_e / V_r < 1.0$	$1.0 \le V_e / V_r$
$2.0 \le H_w / \ell_w$	*A*	*B*
$H_w / \ell_w < 2.0$	*B*	*B*

Hangi gruba dahil olduğu belirlenen elemanlarda yapılacak olan, ikinci aşama olarak elemanların etki/kapasite oranlarının hesaplanmasıdır. Bu oran kolon ve perde kesitlerinin deprem etkisi altında hesaplanan kesit momentinin kesit moment kapasitesine bölünmesi ile elde edilir ($m= M_{G+nQ+E}/M_K$). 'M_K' Moment kapasitesi değeri, *(G+nQ±E/6)* yüklemesinden elde edilen N_K eksenel kuvvet değerine karşılık gelen moment değeri olarak bulunur. İncelenen elemanların hesap edilen (*m)* ve kat ötelenme oranı *(δ/h)* değerleri ile aşağıdaki tablolardan okunan sınır değerleri karşılaştırılıp, sınır değerin aşılması durumunda elemanın 'Riskli', aksi takdirde 'Risksiz' olduğu kabul edilecektir. Bu sınır değerler her eleman sınıfına göre ayrı ayrı verilmiştir. Kolonlara ait sınır değerler Çizelge 3.3 (A grubu), Çizelge 3.4 (B grubu), Çizelge 3.5 (C grubu) ve perdelere ait sınır değerler Çizelge 3.6 (A grubu), Çizelge 3.7 (B grubu) 'de bulunmaktadır. Sınıfların belirlenmesinde kullanılan parametreler de her elemanda hesap edilecektir. Parametrelerin ara değerlerde çıkması durumunda, sınır değerlerde de enterpolasyon yapılacaktır. Ayrıca perdeler için, "Kat öteleme oranı 0,0075'ten küçük ve $\alpha_s \ge 0{,}50$ ise, perdeler için sadece kat öteleme oranı, kat öteleme sınır değerleri ile kıyaslanacaktır." koşulu bulunmaktadır (RBTE-3.5.6). α_s, perdelerin tabanında elde edilen kesme kuvvetleri toplamının, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam kesme kuvvetine oranını ifade eder.

Çizelge 3.3 : A grubu kolonlar için sınır değerleri (RBTE - Tablo 4a)

$N_K / (f_{cm} A_c)$	$m_{sınır}$	$(\delta / h)_{sınır}$
≤ 0.1	*5.0*	*0.035*
≥ 0.6	*2.5*	*0.0125*

Çizelge 3.4 : B grubu kolonlar için sınır değerler (RBTE - Tablo 4b)

$N_K / (f_{cm} A_c)$	$A_{sh} / (s b_k)$	$m_{sınır}$	$(\delta / h)_{sınır}$
≤ 0.1	≤ 0.0005	2.0	0.01
	≥ 0.006	5.0	0.03
≥ 0.6	≤ 0.0005	1.0	0.005
	≥ 0.006	2.5	0.0075

Çizelge 3.5 : C grubu kolonlar için sınır değerler (RBTE - Tablo 4c)

$m_{sınır}$	$(\delta / h)_{sınır}$
1.0	0.005

Çizelge 3.6 : A grubu perdeler için sınır değerler (RBTE - Tablo 5a)

$N_K / (f_{cm} A_c)$	$V_e / (b_w d f_{ctm})$	Başlık bölgesi(*)	$m_{sınır}$	$(\delta / h)_{sınır}$
< 0.1	≤ 0.9	Var	6.0	0.030
		Yok	4.0	0.015
	≥ 1.3	Var	3.5	0.015
		Yok	2.0	0.0075
> 0.25	≤ 0.9	Var	3.5	0.020
		Yok	2.0	0.010
	≥ 1.3	Var	2.0	0.010
		Yok	1.5	0.005

Çizelge 3.7 : B grubu perdeler için sınır değerler (RBTE - Tablo 5b)

$V_e / (b_w d f_{ctm})$	$m_{sınır}$	$(\delta / h)_{sınır}$
≤ 0.9	4.0	0.020
≥ 1.3	2.0	0.010

3.7 Bina Risk Durumunun Belirlenmesi

Binada incelenen kolon ve perdelerin risk durumuna göre, binayı riskli yada güvenli olarak tanımlayabilmek için de bazı sınırlandırmalar getirilmiştir (RBTE-3.6). Riskli durumda sonuçlanan kolon ve perdelerin deprem yönleri ile uyumlu olarak kesme kuvvetleri toplanır ve incelemenin yapıldığı kata ait toplam kesme kuvvetine bölünerek bir oran elde edilir. Bu oran, aşağıdaki Çizelge 3.8'de verilmiş olan sınırları geçtiği takdirde bina 'Riskli' kabul edilir. Sınırları belirleyen parametre,

incelenen kattaki kolon ve perdelerde *(G+nQ)* düşey yüklemesi altında oluşan toplam eksenel kuvvetin belirlenmesi ve ortalamasının alınarak, mevcut beton dayanımına bağlı olarak hesaplanır. Parametre sonucunun çizelgede ara değerde çıkması durumunda ise sınır değeri bulmak için enterpolasyon yapılır.

Çizelge 3.8 : Bina risk durumunun belirlenmesinde kullanılacak sınır değerler (RBTE - Tablo 6)

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

4. HIZLI DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ

Yönetmeliklere uygun olmadığı düşünülen yapı stoğunun büyük olduğu bölgelerde, yapıya ait birtakım parametreler kullanılarak ulaşılan bir sonuç değeri ile mevcut binaların depremde yıkılma veya ağır hasar görme riskini belirlemekte kullanılan en uygun yöntemler, hızlı değerlendirme yöntemleridir. Deprem riski yüksek dünyanın birçok ülkesinde mevcut yapıların deprem dayanımlarının hızlı bir biçimde belirlenmesi için yönetmelik olarak da kabul görmüş çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Bu bölümde, çalışmada kullanılmış olan hızlı değerlendirme yöntemlerinden P25 yöntemine ait bilgiler yer almaktadır.

4.1 P25 Yönteminin Gelişimi

Başta İstanbul olmak üzere ülkemizdeki riskli bina stoğunu ayıklamak üzere ilk olarak Tezcan ve Bal (2004) tarafından "Sıfır Can Kaybı" yaklaşımı ile yöntemin temelleri atılmıştır. Bu yaklaşım ile nüfus yoğunluğu düşünüldüğünde yaşanacak büyük bir deprem sonrasındaki can kaybını, yapılan araştırmalarda milyon dolarlarla ifade edilen finansal kaynaklar gerektirmeden en aza indirmek amaçlanmıştır. Bu yolda ilk olarak, P5 metodu adı altında bir çalışma yapılmıştır.

İTÜ Deprem Mühendisliği programında yapılan bir yüksek lisans tezi kapsamında, P5 metodu geliştirilerek depremden etkilenen 23 bina üzerinde incelemeler yapılmış 'P24 Yöntemi' adını almıştır (Bal, 2005). Bu çalışmada incelenen binaların güvenliğinin belirlenmesinde 24 parametre dikkate alınarak bir sonuç puana ulaşılmıştır. İncelenen binaların yıkılmış, orta hasarlı ve hasar almamış durumlarına göre ulaşılan puan, yöntem aracılığıyla binaların güvenli ve güvensiz olması durumuna ait iki sonuca ulaşılabileceğini ve bu iki durumun yaklaşık olarak P=31 puanı çizgisi ile ayrılabileceğini göstermiştir.

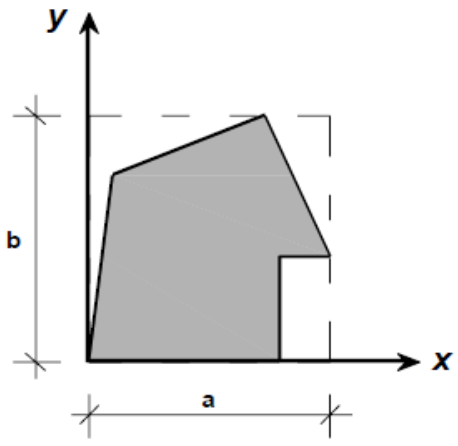
Daha sonra, 106M278 nolu TÜBİTAK projesi kapsamında, yöntem depremde yıkılmış ve hasar görmüş 363 bina ile kalibre edilerek, analitik çalışmalarla doğrulanmış ve 'P25 Puanlama Yöntemi' adını almıştır (Gülay, Tezcan ve Bal,

2008). İ.T.Ü Uygar Merkezi arşivindeki binalara uygulanarak daha da geliştirilen yöntem, P25 V2 adıyla uygulanmaktadır (Gülay, Bal ve Gökçe, 2008).

4.2 P25 Yönteminin Esasları ve Hesapta Kullanılan Parametreler

P25 Yöntemi sonucu incelenen binanın, deprem etkisi altında yıkılma potansiyeli olup olmadığı konusunda bilgi veren *P*-sonuç performans puanı, yapının kolon, perde ve dolgu duvar boyutları, rijitlikleri, taşıyıcı sistem düzeni, bina yüksekliği, yönetmelikte tanımlanan çeşitli yapısal düzensizliklerin var olma durumu, malzeme ve zemin özellikleri gibi parametreler üzerinden ulaşılan P_0-temel yapısal puanı ile birlikte, binanın değişik sebeplerden göçme durumlarını da göz önüne alan toplam 7 adet göçme modu P_i puanının etkileşimi ile hesaplanır. Dolayısıyla, her P_i puanı için belirlenen ağırlık çarpanı da dikkate alınarak P_w–ağırlıklı ortalama puanı bulunur. 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. Bir diğer çarpan da, binanın önem derecesini, bölgenin depremsellik derecesini, binanın hareketli yük katsayısını ve binanın bulunduğu topoğrafyayı temsil eden α– çarpanı'dır. Son olarak bulunan ağırlıklı ortalama değeri bu çarpanlarla düzeltilerek *P*-sonuç performans puanına ulaşılır.

4.2.1 Kritik kat seçimi



Şekil 4.1 : Efektif kat alanının belirlenmesi

Yöntemin ilk aşamasında, sonraki hesaplarda baz alınacak bir kritik kat seçimi yapılır. Kritik kat olarak, genellikle ticari amaçlarla dükkan bulunan zemin katlar gibi rijitliği diğer katlara göre daha düşük ve hasar görme olasılığı daha yüksek

olarak düşünülen kat seçilir. Hangi kat baz alınarak daha elverişsiz sonuca ulaşılacağına karar verilemeyen durumlarda, şüphelenilen her kat için yöntem uygulanır ve daha düşük sonuç alınan puan yapı puanı olarak kabul edilir. Efektif kat alanı A_e'yi 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).

4.2.2 P_0 – Taşıyıcı sistem puanı

Binanın temel yapısal puanı olan P_0 puanı öncelikle kritik katta hesap yapılarak bulunan C_A enkesit alanı endeksi bileşkesi ve C_I atalet momenti endeksi bileşkesi belirlenerek, aşağıdaki Denklem 4.1 ile bulunur.

$$P_0=(C_A+C_I)/h_0 \qquad \textbf{(4.1)}$$

Buradaki h_0 bina yüksekliği ile ilgili bir düzeltme çarpanı olup, H=bina toplam yüksekliğine bağlı olarak Denklem (4.2) ile hesaplanır.

$$h_0 = -0{,}6\ H^2 + 39{,}6\ H - 13{,}4 \qquad \textbf{(4.2)}$$

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

C_A – Enkesit alanı endeksi bileşkesi

Alan endeksi, kolon, perde ve dolgu duvar alanlarının efektif kat alanına oranı olarak tarif edilir. X ve Y yönleri için ayrı olarak hesaplanan alan endeksleri C_{Ax} ve C_{Ay} aşağıdaki denklemler aracılığı ile hesaplanır.

$$C_{Ax}=2(10^5)A_{ef,x}/A_e \qquad \textbf{(4.3)}$$

$$C_{Ay}=2(10^5)A_{ef,y}/A_e \qquad \textbf{(4.4)}$$

$$A_{ef,x}=A_c+A_{sx}+(E_m/E_c)A_{wx} \qquad \textbf{(4.5)}$$

$$A_{ef,y}=A_c+A_{sy}+(E_m/E_c)A_{wy} \qquad \textbf{(4.6)}$$

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 oranıdır.

Bu alan endekslerinin küçüğüne 'minimum', büyüğüne 'maksimum' bileşenleri tanımlanarak ağırlıklı bir ortalama endeks hesaplanır.

$$C_{A,min}=min(C_{Ax},C_{Ay}) \quad \textbf{(4.7)}$$

$$C_{A,max}=maks(C_{Ax},C_{Ay}) \quad \textbf{(4.8)}$$

$$C_A= \sqrt{0{,}87\ C_{A,min}\ +\ 0{,}50\ C_{A,max}} \quad \textbf{(4.9)}$$

C_I – Atalet momenti endeksi bileşkesi

Her iki yön için ayrı ayrı hesaplanarak, bunların ağırlıklı ortalaması alınır ve aşağıdaki denklemler yardımı ile sonuca ulaşılır.

$$C_{Ix}=2(10)^5(I_{ef,x}/I_x)^{0.2} \quad \textbf{(4.10)}$$

$$C_{Iy}=2(10)^5(I_{ef,y}/I_y)^{0.2} \quad \textbf{(4.11)}$$

$$I_x=ab^3/\ 12\ ;\ I_y\ =a^3b\ /12 \quad \textbf{(4.12)}$$

$$I_{ef,x}=I_{cx}+I_{sx}+(E_m/E_c)I_{wx} \quad \textbf{(4.13)}$$

$$I_{ef,y}=I_{cy}+I_{sy}+(E_m/E_c)\ I_{wy} \quad \textbf{(4.14)}$$

$$C_{I,min}\ =\ min\ (C_{Ix},C_{Iy}) \quad \textbf{(4.15)}$$

$$C_{I,max}\ =\ maks\ (C_{Ix},C_{Iy}) \quad \textbf{(4.16)}$$

$$\mathrm{C_I} =\sqrt{0{,}87\ C_{I,min}\ +\ 0{,}50\ C_{I,max}} \quad \textbf{(4.17)}$$

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 toplamıdır.

Hesaba yansıtılmak üzere, kritik kat ve kritik katın bir üst katındaki duvarlar dikkate alınır. Eğer mevcut ise binanın mimari projesinden faydalanılır. Binanın projesi yoksa, yerinde ölçümlerle rölevesi çıkartılır. Hesap edilecek duvarlarda önemli olan, duvarların çerçeve sistem içerisinde yer almalarıdır. Herhangi bir çerçeve sistemi arasında yer almayan duvarlar, rijitliğe kayda değer bir katkı sağlamayacağından hesaba katılmaz. Duvarlarda bulunabilecek kapı ve pencere gibi boşlukların yaratacağı süreksizlik sebebiyle, duvar hesabında birtakım azaltma kriterleri uygulanır. Bunlar şu şekildedir;

• 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 uzunluğu pencere uzunluğu kadar azaltılarak alınır.

4.2.3 P_1 – Temel yapısal puanı

Çizelge 4.1'de bulunan yapısal düzensizlik katsayıları olan f_i katsayıları P_0 – taşıyıcı sistem puanı ile çarpılarak aşağıda Denklem 4.18'de gösterildiği gibi elde edilir.

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

Çizelge 4.1 : Yapısal düzensizlik katsayıları ve tanımları

Katsayı	Tanım	Risk Seviyesi		
		Yüksek	Orta	Düşük
f_1	Burulma Düzensizliği	0,90		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 $\gamma = 0$

Çizelge 4.1 (Devam) : Yapısal düzensizlik katsayıları ve tanımları

(Katsayı)	(Tanım)	(Risk Seviyesi) Yüksek	Orta	Düşük
f_8	Katlarda Seviye Farkı veya	0,80	0,90	1,00
f_9	Beton Kalitesi	$f_9 = (fc / 20)^{0.5}$		
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 ≤ 1 m	0,95 1 – 4 m	1,00 ≥ 4 m

4.2.4 P_2 – Kısa kolon puanı

Binada kısa kolonların bulunma yoğunluğuna ve bu kısa kolonların boyunun kat yüksekliğine oranına göre elde edilen değerlerin aşağıdaki Çizelge 4.2'den seçilmesiyle elde edilir.

Çizelge 4.2 : Kısa kolon puanlama değerleri

Kısa Kolonların Bulunma Oranı	Kısa Kolonun Rölatif Uzunluğu *(Kat Yüksekliğine Oranı)*		
	0.75 - 1.00 h	0.40 - 0.75 h	0.15 - 0.40 h
Az *(%5'den az)*	**70**	**50**	**50**
Bazı *(%5 - %15)*	**50**	**30**	**30**
Fazla *(%15 - %30)*	**45**	**15**	**15**

4.2.5 P_3 – 'Yumuşak Kat' ve 'Zayıf Kat' puanı

Yapılardaki giriş kat yüksekliğinin mimari ya da ticari gibi çeşitli nedenlerle diğer katlara göre yüksek tutulması ve dolgu duvarların diğer katlara göre oldukça az miktarda bulunması, bu katlardaki dayanımı azaltmaktadır. Bu zayıflığı ifade eden puan türü Denklem 4.19 ile hesaplanır.

$$P_3=100\,[r_a\, r_r\, (h_{i+1}/h_i)^3\,]^{0.60} \quad \textbf{(4.19)}$$

Denklemdeki h_i ve h_{i+1} kritik kat ve bir üst kata ait kat yüksekliklerini göstermektedir. r_a ve r_r ise, kritik kat ve bir üstündeki katın kolon, perde ve dolgu duvarlarının efektif alan ve efektif atalet momenti cinsinden birbirlerine oranlarını göstermekte olup, x ve y yönleri için ayrı ayrı bulunarak, ortalamaları alınır.

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

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

Denklemlerdeki A_{ef} ve I_{ef} değerleri Denklem 4.5 ve 4.13 ile bulunur.

4.2.6 P_4 – Çıkmalar ve çerçeve süreksizliği puanı

Ülkemizdeki yapılarda da sıkça gözlemlenen, genellikle giriş katın üzerinde bulunan ağır çıkmalar ve çerçeve süreksizlikleri, binada kütle düzensizliği, deprem moment kolunun yukarılara taşınması ve dış cephe kolonları arasındaki kiriş akslarının ötelenmesi gibi birçok olumsuz etki yaratmaktadır (Bal ve Özdemir, 2006). Bu olumsuzluğu temsil eden puan Çizelge 4.3 aracılığı ile belirlenmektedir. Çerçeve düzensizliğinin bulunmadığı durumlarda P_4= 100 tam puan olarak alınır.

Çizelge 4.3 : P_4 – Çıkmalar ve çerçeve düzensizliği puanı

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

4.2.7 P_5 – Çarpışma puanı

Bitişik nizam şeklinde inşa edilen binaların puan türü Çizelge 4.4'ten tespit edilir. Deprem etkisi altında, özellikle bitişik nizam olarak sıralanan ikiden fazla bina grubunda, en çok hasarı alan binanın sıranın ensonunda uçta bulunan bina olduğu saptanmıştır. Enerjinin korunması prensibi sebebiyle, birbirine bitişik olan, ancak yükseklikler ve ağırlıklarındaki farklılıklar yüzünden aynı periyoda sahip olmayan binalar, deprem etkisi altında büyük risk taşırlar. Bu tip binaların ağırlık merkezlerini birleştiren temsili çizgi, iki binanın çarpışacağı çizginin ortasından geçiyorsa

'*merkezi çarpışma*', geçmiyor ise '*dış merkezli çarpışma*' olarak belirtilir. Bitişik nizamda bulunmayan yapılar için P_5= 100 puan olarak alınır.

Çizelge 4.4 : P_5 – Çarpışma puanının belirlenmesi

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

4.2.8 P_6 – Sıvılaşma Potansiyeli puanı

İnceleme altına alınan yapının sıvılaşma potansiyeli puanının belirlenmesi için öncelikle, gerekli gerekli zemin araştırmalarının yapılması ve özelliklerinin saptanması zorunludur. Yer altı su seviyesi derinliğinin de (YASS), etkisinin göz önüne alındığı puan türü Çizelge 4.5 aracılığı ile belirlenir. Sıvılaşma potansiyeli saptanmayan zeminlerde P_6= 100 tam puan olarak kabul edilir.

Çizelge 4.5 : P_6 – Sıvılaşma potansiyeli puanının belirlenmesi

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

4.2.9 P_7 – Toprak hareketleri puanı

Elde edilen zemin parametreleri doğrultusunda, yapının bulunduğu topoğrafyada yanal dağılma, heyelan, istinat duvarı göçmesi ya da büyük oturmalara sebep olacak

durumların meydana gelme olasılığına göre aşağıdaki Çizelge 4.6'dan uygun puan seçilir. Z1 ve Z2 türü zeminler için P_7= 100 tam puan olarak hesaba katılır.

Çizelge 4.6 : P_7 – Toprak hareketleri puanının belirlenmesi

Zemin tipi	YASS	Puan
Z3	≤ 5.0 m	**25**
	≥ 5.0 m	**60**
Z4	≤ 5.0 m	**10**
	≥ 5.0 m	**30**

4.2.10 Düzeltme çarpanları

Bina deprem dayanımını etkileyecek çeşitli parametreleri temsil eden yedi adet P_i puanlarından en küçüğü belirlenerek, P_{min} puanı tespit edilir. Bu puan, binanın ve bulunduğu bölgenin özelliklerini yansıtan iki adet düzeltme çarpanı ile düzeltilir.

- ***α* – Düzeltme çarpanı**

Bu düzeltme çarpanı bina özelliklerine göre belirlenir. 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 Denklem 4.22 ile hesaplanmaktadır.

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

Denklemde geçen *t* topoğrafik katsayısının nominal değeri *t =1,0,* incelenen binanın bir tepenin üstüne kurulu olması durumunda *t= 0,7,* incelenen binanın yamaçta kurulu olması durumunda *t= 0,85*'tir.

- ***β* – Düzeltme çarpanı**

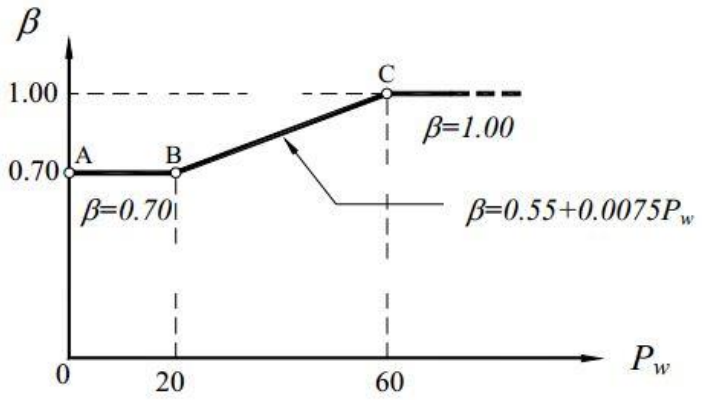
Belirlenen yedi adet P_i puan türü değeri ve bunların en küçüğü olarak belirlenen P_{min} değerinin her biri, aşağıdaki Çizelge 4.7'de gösterilen ağırlık katsayısı *w* ile çarpılarak Denklem 4.23 yardımı ile P_w ağırlıklı ortalama puanı hesaplanır.

Çizelge 4.7 : Puan türlerine göre ağırlık katsayıları

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**

$$P_w = \Sigma (w_i P_i) / \Sigma w_i \quad \textbf{(4.23)}$$

Hesap edilen ağırlıklı ortalama değeri P_w ile Şekil 4.2 üzerinden β - düzeltme çarpanı elde edilir.



Şekil 4.2 : β – Düzeltme çarpanının elde edilmesi

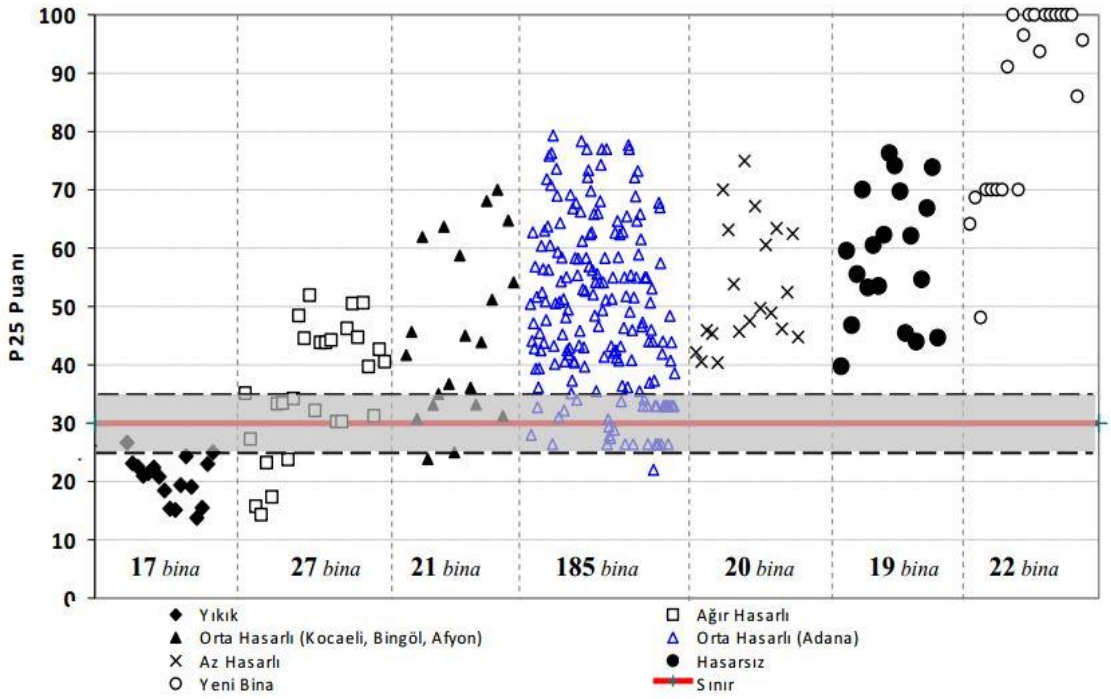
4.2.11 P– Sonuç puanı

Son olarak hesaplanan düzeltme çarpanları ve P_{min} değeri kullanılarak, aşağıdaki denklem ile sonuç puanına ulaşılır.

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

Elde edilen P – sonuç puanı ile, binanın toptan göçme riski taşıyıp taşımadığı veya ayrıntılı bir inceleme gerektirip gerektirmediği konusunda bir yorum yapılır. Bu aşamada referans olacak, daha önceki çalışmalardan elde edilen bant genişlikleri ve sınır değer P=30 aşağıda Şekil 4.3'te verilmiştir. Çok sayıda örnek bina ile yapılmış çalışma sonuçlarına göre puan aralığı olarak 3 grup halinde değerlendirme yapılabilir (Gülay ve diğ., 2013).

a) Eğer sonuç alınan P puanı birinci bölgede ise ($P \geq 35$); yapı düşük risk bandında olarak değerlendirilir. Binanın toptan göçme ya da yıkılarak can kaybına sebep olma olasılığı düşük, dolayısıyla ayrıntılı incelenmesi öncelikli değildir.
b) Eğer sonuç alınan P puanı ikinci bölgede ise ($35 > P > 25$); yapı ayrıntılı incelenmesi gereken bölgededir. Yıkılarak can kaybına neden olup olmayacağı tam olarak saptanmadığından şüpheli durumdadır. Bu durumda binanın yönetmelik koşullarına göre daha detaylı incelenerek karar verilmesi önerilmektedir.



Şekil 4.3 : P25 Yöntemi uygulanmış 363 yapının puan sonuçları (Gülay ve diğ., 2013)

c) Eğer sonuç alınan P puanı üçüncü bölgede ise ($P \leq 25$); yapının göçme riskinin yüksek olduğu bildirilir. Binanın olası bir deprem anında yıkılarak can kaybına sebep olması beklendiğinden, en kısa zamanda ekonomik imkanlar dahilinde ya incelenerek güçlendirilmesi ya da yıkılıp yeniden yapılması gerekmektedir.

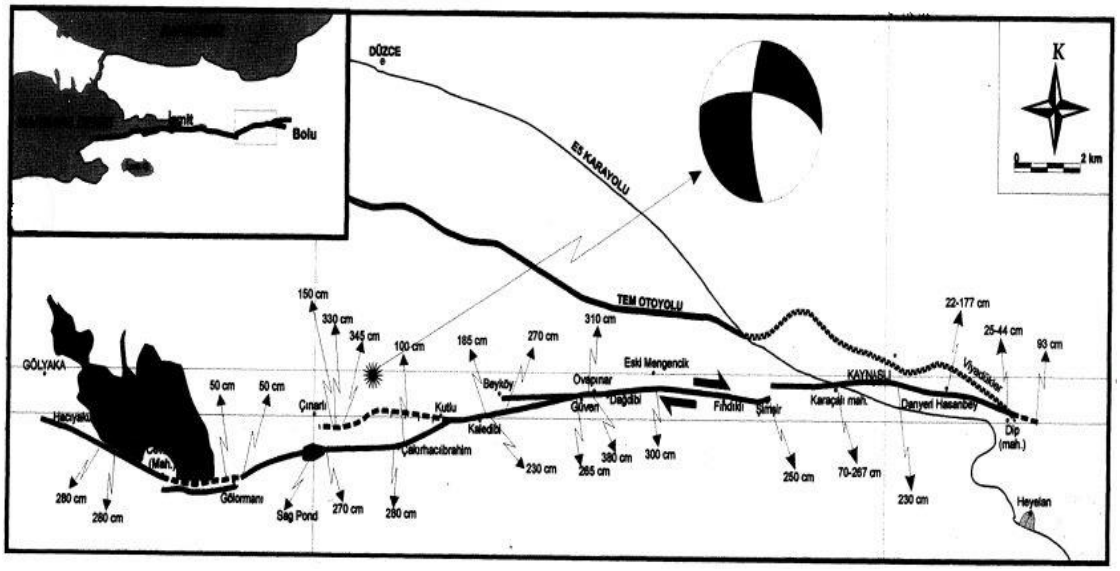
5. SAYISAL UYGULAMALAR

Uygulamalarda incelenen betonarme bina projesi, 1990 yılında yapılmış ve 1999 Düzce Depreminde yıkılmış olan bir binaya aittir. Yapım yılına göre 1975 Yönetmeliği kullanılarak projelendirildiği varsayılan binanın, 2007 Yönetmeliği 7. Bölümündeki mevcut binaların deprem güvenliğinin doğrusal elastik yöntemler ile belirlenmesi yöntemi, 2013 yılında yürürlüğe girmiş olan Riskli Binaların Tespiti Yönetmeliği ve 2008 yılında geliştirilen P25 yöntemine göre değerlendirmeleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Daha sonra, aynı binada beton kalitesinin artırılması ve etriye aralığının azaltılması durumunda yapı performansındaki değişim incelenmiştir. Analizler yapılırken SAP2000 programından yararlanılmıştır.

5.1 Yapının Konumu ve 12 Kasım 1999 Düzce Depremi

Kuzeyde Asya-Avrupa levhası ile güneyde Anadolu levhacığını birbirinden ayıran Kuzey Anadolu Fayı (KAF), yaklaşık uzunluğu 1200 km. olan doğrultu atımlı bir fay sistemi olup ülkemizin en önemli tektonik yapılarından biridir. Düzce havzası bu fay üzerinde bulunmaktadır. KAF Bolu'nun batısında iki kola ayrılmış olup kuzey koldaki fay Düzce Fayı diye isimlendirilmiştir. Depremselliği oldukça yüksek olduğu geçmişteki büyük depremler ile kanıtlanan bölgede Düzce Fayının hareketi sonucu 12 Kasım 1999'da meydana gelen deprem, aktivitenin halen devam ettiğinin bir göstergesi olmuştur.

USGS verilerine göre depremin merkezi, 40.768 kuzey enlemi ile 31.148 doğu boylamının kesiştiği, Düzce ili güneyinde Çınarlı köyünün K-KD'suna düşmektedir. Odak derinliği 14 km ve büyüklüğü Ms=7,2 olan bu deprem, yaklaşık D-B doğrultulu ve sağ yanal atımlı ana yer değiştirme düzlemi boyunca, Gölyaka ile Kaynaşlı doğusuna kadar uzanan bir yüzey kırığı oluşturmuştur.



Şekil 5.1 : 12 Kasım 1999 Düzce depremi merkezi, yüzey kırığı ve atılım dağılımları (Özden ve diğ., 2000)

Deprem nedeniyle oluşan yüzey kırığı ve yanal yer değiştirme değişik araştırmacılar tarafından farklılık gösterse de, yüzey kırığı uzunluğu 30-45 km ve en büyük yanal yer değiştirme ise 380 – 490 cm. arasında değişmektedir (Özmen, 2000). Depremin hakim olarak sağ yönlü doğrultu atımlı fay karakterinde geliştiği gözlenmiştir. Bu durum, arazide gözlenen yüzey kırığının ve Kuzey Anadolu Fay hattının genel karakteristiğine uymaktadır.

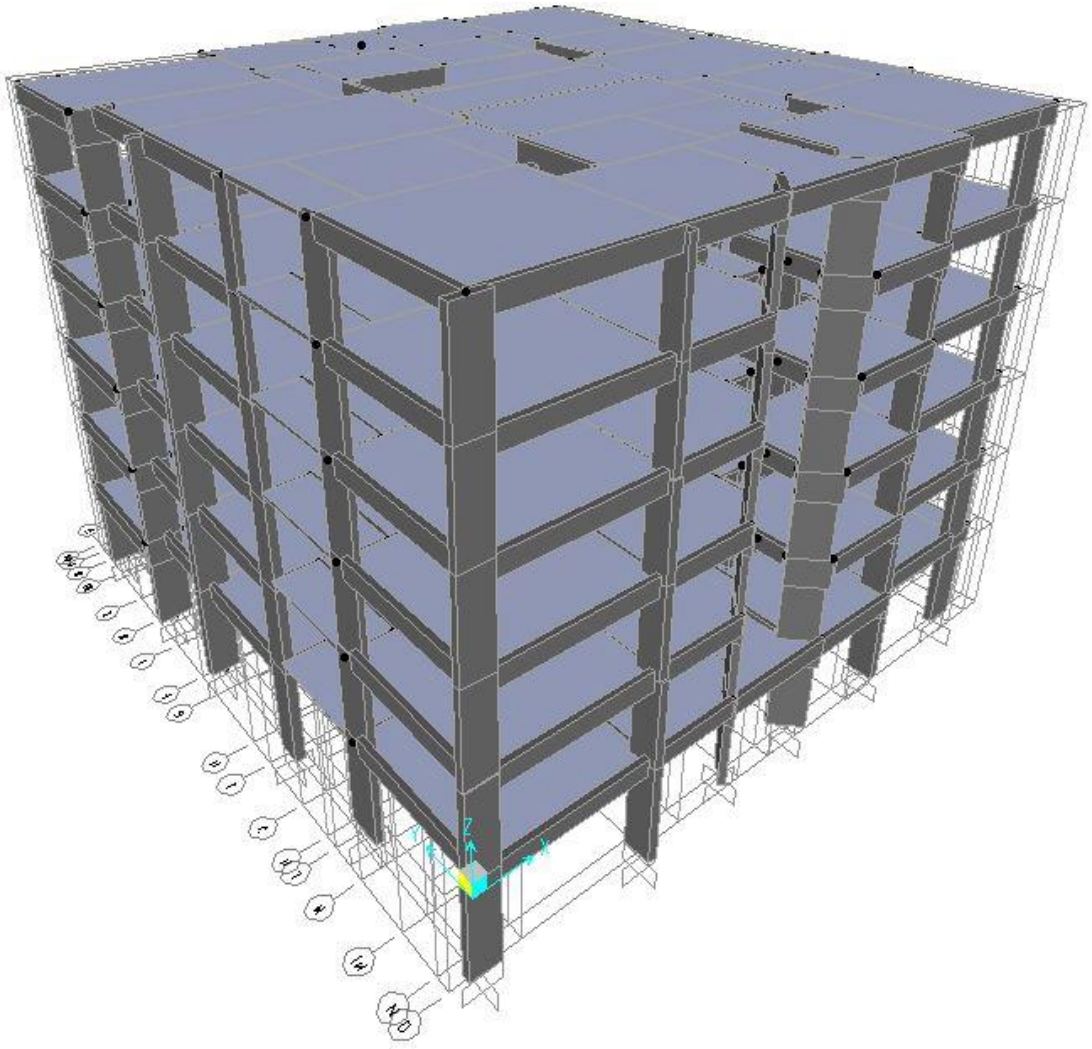
Afet İşleri Genel Müdürlüğü ve Başbakanlık Kriz Merkezi'nden alınan verilere göre, deprem sonucunda 26704 konut ve 4493 işyeri ağır hasar, 37825 konut ve 6950 işyeri orta hasar, 40944 konut ve 5635 işyeri hafif hasar almıştır. Deprem 800'den fazla kişinin ölmesine ve 4948 kişinin de yaralanmasına sebep olmuştur. Geniş bir alanda etkili olan deprem sonucu ölen insanların %93'ü Düzce ilinde olmak üzere, %6'sı Bolu, %0,4'ü Sakarya, %0,1'i Kocaeli ve %0,1'i de Yalova ilindendir. Düzce merkez ilçesindeki konutların %49'u ve en çok hasarın görüldüğü Kaynaşlı ilçesindeki konutların %72'si ağır hasarlı olarak kayıtlara geçmiştir (Özmen ve Bağcı, 2000).

Bu çalışmada kullanılan yapının yeri Düzce Merkez ilçesindeki, Burhaniye Mahallesi, Ada No: 81 ve Parsel No: 14'tür. Bina projesi, tez çalışması sırasında ekip olarak ziyaret edilen Düzce Belediyesi, İmar ve Şehircilik Müdürlüğünde bulunan yıkılmış bina arşivlerinden temin edilmiştir. Depremden sonraki yıllarda yapılan parsel bazındaki zemin etütleri sonuçlarında, Burhaniye bölgesine ait zemin sınıfı

genel olarak Z3 ve Z4 olarak tanımlanmış ve yer altı suyu seviyesinin maksimum 4,50 m ile minimum 3,00 m arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Burhaniye, Düzce ili genelinde sıvılaşma riskinin yoğun olarak belirlendiği mahalleler arasında bulunmasına karşın, deprem sonrasındaki incelemelerde gözle görülür netlikte bir sıvılaşma ya da sıvılaşmanın neden olacağı türde bir hasar görülmemiştir (İnceleme Raporu, 2003).

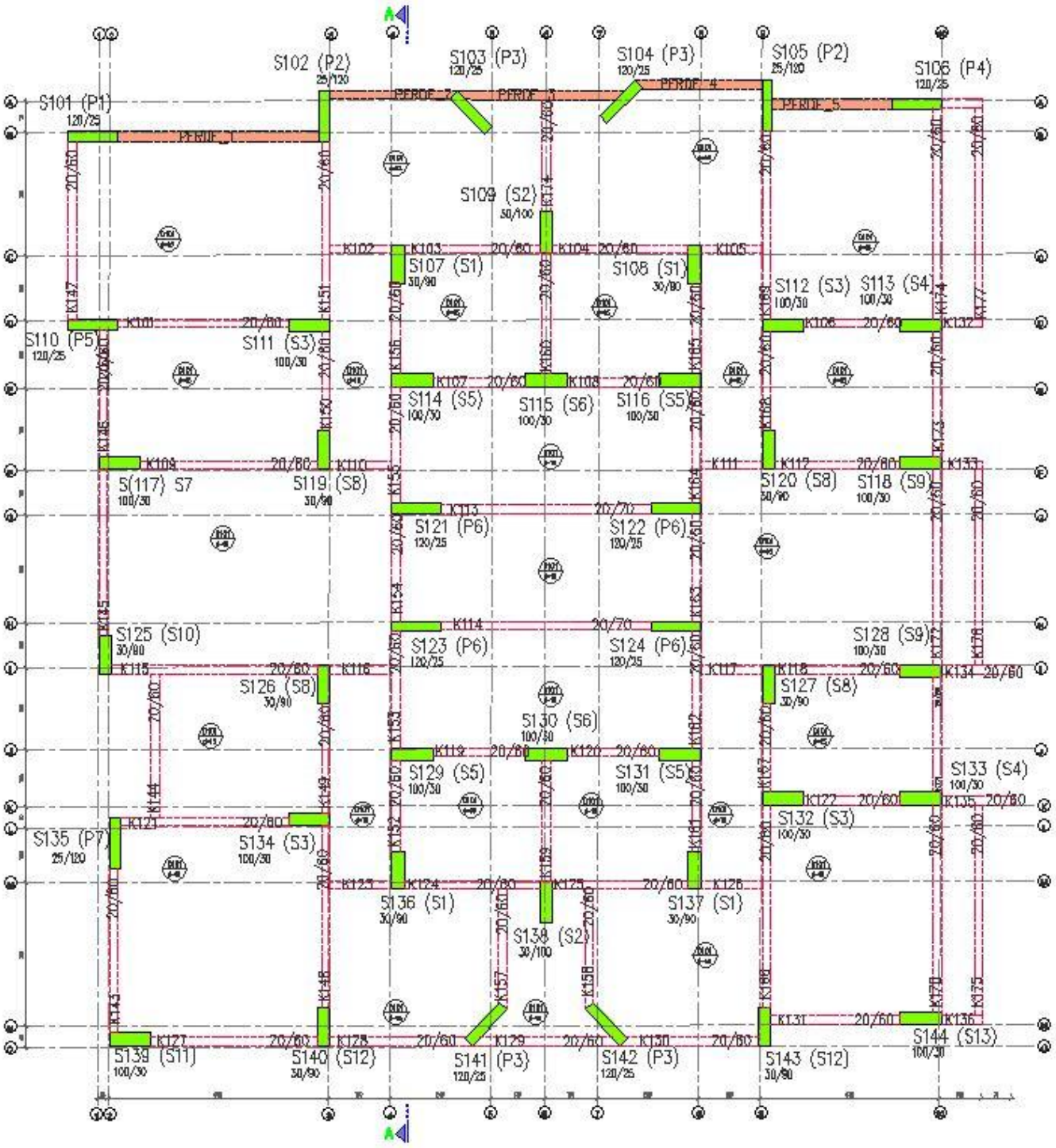
5.2 Yapı Bilgileri

Yapı planda yaklaşık 22,20 m x 22,85 m alan kaplamakta olup, Bodrum + 5 katlı (6 katlı) dır. Şekil 5.2'de SAP2000 modelinden alınan temsili görsel ile yapı 3 boyutlu olarak resmedilmiştir.

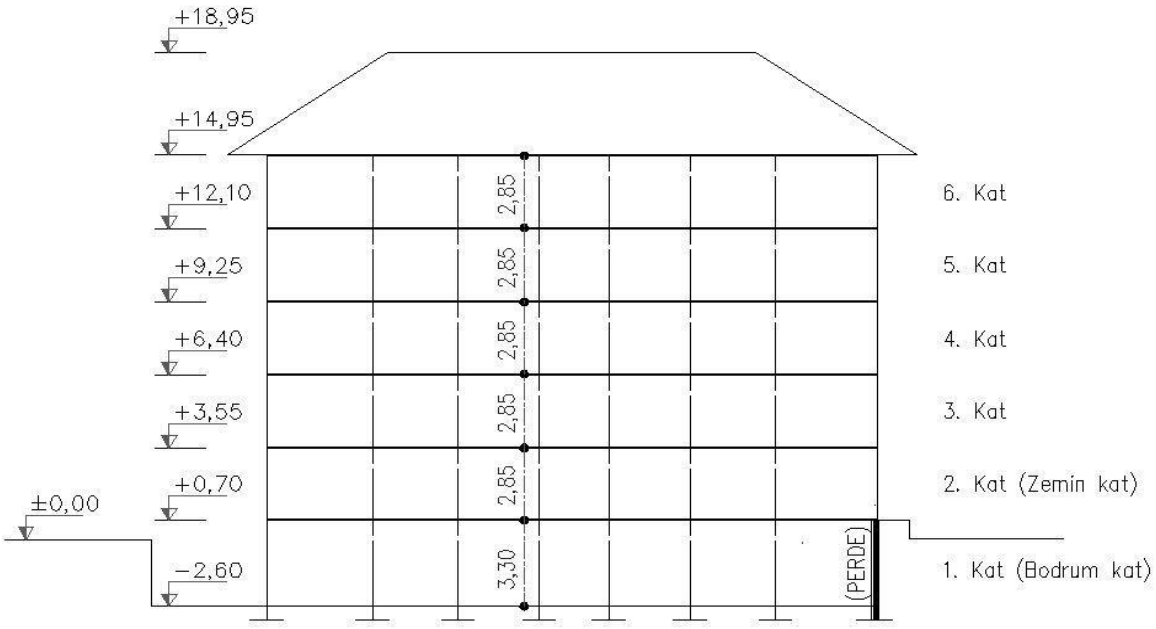


Şekil 5.2 : Yapının 3 boyutlu SAP 2000 görüntüsü

Bodrum kat garaj olarak tasarlandığından yüksekliği diğer katlara göre fazla olup, üç cephesi açık ve bir cephesi boyunca bodrum kat yüksekliğinde toprak perdeleri mevcuttur. Bu perdeler +0,70 kotunda bitmekte ve üst katlara devam etmemektedir. Şekil 5.3'te bu kata ait kalıp planı bulunmaktadır. Şekil 5.4'te ise A-A kesitinde perdenin konumu ve kat yükseklikleri görülmektedir. Ayrıca, kolon ve kiriş boyutları ile kiriş donatı alanları eklerdeki Çizelge A.1 ve A.2'de bulunmaktadır.



Şekil 5.3 : 1.Kat (Bodrum Kat) tavan kalıp planı



Şekil 5.4 : A-A kesiti üzerinde perdenin konumu ve kat yükseklikleri

Yapının bulunduğu bölgede yapılan araştırmalara göre analizlerde kullanılacak zemin sınıfının Z3 ve yapının yıkılmış olması nedeniyle başka bir ölçüm yapılamadığı için, hesapların ilk aşamasında beton dayanımının 10 MPa olduğu kabul edilmiştir. Analizde kullanılan genel bilgiler aşağıdaki Çizelge 5.1'de sıralanmıştır.

Çizelge 5.1 : Yapı Bilgileri

Kat Sayısı	6
Kat Yükseklikleri	Bodrum:3,3 m - Diğer Katlar:2,85 m
Toplam Yükseklik	17,55 m
Döşeme Kalınlıkları	15 cm ve 12 cm
Yapı Tipi	Konut
Hareketli Yük Katılım Sayısı (n)	0,3
Deprem Bölgesi	1. Bölge
Bina Önem Katsayısı (I)	1
Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A0)	0,4
Zemin Sınıfı	Z3
Spektrum Karakteristik Periyotları	TA: 0,15 sn - TB: 0,60 sn
Beton Dayanımı	10 MPa
Beton Elastisite Modülü	24200 MPa
Çeliğin Akma Dayanımı	220 MPa
Çeliğin Elastisite Modülü	$2x10^5$ MPa
Bilgi Düzeyi	Orta

5.2.1 Kullanılan programlar

- **SAP 2000 v14.1.0**

Bu tez çalışmasında yararlanılan bilgisayar yazılımlarından ilki olan SAP 2000 v14.1.0 programı (SAP 2000 Nonlinear Structural Analysis Program, 2005), uluslararası platformda kullanılan ve yapı sistemlerinin statik veya dinamik, doğrusal veya doğrusal olmayan analizini yapabilen bir programdır.

- **Uğur Ersoy Betonarme Hesap Tabloları**

Uygulamalarda kabul görmüş bu programlardan "Dikdörtgen Kolon Analizi" excel programı ile kolonların normal kuvvet-moment kapasite diyagramları elde edilmiştir (Ersoy, t.y.). Elde edilen bu diyagramlar ile SAP 2000'de sistemin deprem yükleri altında analizi sonucunda oluşan etkiler yönetmeliğe göre kontrol edilerek kolon hasar tespitleri yapılmıştır.

5.2.2 Yapı modelinin oluşturulması

Aşağıda verilen proje bilgileri ve kabuller ile 2007 Deprem Yönetmeliğine göre yapının analizi yapılmış, oluşan iç kuvvetler ve hakim periyotlar bulunmuştur.

Model Bilgileri

Analizlerde kullanılacak yapının modeli SAP 2000 programında oluşturulmuştur. Model oluşturulurken yapının statik projesinden okunan uzunluklar ve eleman boyutları göz önüne alınmıştır.

- Projede perde olarak gözüken 14 taşıyıcı eleman DBYDHY'07 Bölüm 3.6.1.1'de belirtilen koşulları sağlamadığından, kolon kabul edilerek incelenmiştir. Daha gerçekçi sonuçlar elde etmek üzere, bu tipteki kolonlar modellenirken çubuk eleman ve üzerinde sonsuz rijitlikte fiktif kirişler kullanılmıştır.
- En alt katta tek cephede bulunan 20 cm. kalınlıklı perdeler, modele shell eleman olarak girilmiştir. Perdelere toprak yükleri de etkitilmiştir.
- Projede belirtilen şekilde, salon gibi büyük boyutlu döşemeler ve balkon döşemeleri 15 cm., diğerleri 12 cm. kalınlıkta alınarak modellenmiştir.
- Kolon temel birleşim noktaları ankastre kabul edilmiştir.

- Döşemeler tüm katlarda rijit diyafram olarak tanımlanmış, düğüm noktaları sonsuz rijit kabul edilmiştir (DBYBHY-07, 7.4.8, 7.4.12).

Yapı toplam ağırlığına etkiyen sabit ve hareketli yükler aşağıda belirtilmiştir. Yükler belirlenirken mimari projedeki duvar ve döşeme kalınlıklarına da dikkat edilmiştir.

- Beton kendi yoğunluğu 25.00 kN/m^3,
- Duvar yükü olarak en üst kat hariç tüm kirişlere 6 kN/m,
- 0,75m genişliğindeki çatı saçağı kendi ağırlığı ve üzerindeki yükler hesaplanarak, en üst kat kenar kirişlerine toplam 4,31 kN/m sabit, 1,5 kN/m hareketli ve 0,5625 kN/m kar yükü yayılı yük olarak etkitilmiştir.
- Tüm katlarda döşemelere kaplama yükü olarak 2 kN/m^2, hareketli yük olarak 2kN/m^2; en üst katta ek olarak 0,75 kN/m^2 kar yükü etkitilmiştir.
- Balkon döşemelerinde hareketli yük 5 kN/m^2 alınmış, parapet ağırlıkları döşemelerin mesnetlendiği kirişlere 2 kN/m yayılı yük olarak eklenmiştir.
- Merdiven ağırlığı ve hareketli yükü merdivenin boyutlarına göre hesaplanarak, mesnetlendiği kirişlere 6 kN/m hareketli yük, 5 kN/m sabit yük olarak eklenmiştir.

5.3 Doğrusal Elastik Hesap Yöntemiyle Çözüm

Bu bölümde SAP 2000'de modellenen yapı, DBYBHY-2007-7.Bölüm'de anlatılan doğrusal elastik analiz yöntemlerine göre analiz edilmiştir. Öncelikle "Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi" kullanılmış, gerekli kontroller yapıldıktan sonra, bu yöntemin kullanımına izin verilmediği görüldüğünden, diğer bir doğrusal elastik analiz yöntemi olan "Mod Birleştirme Yöntemi" kullanılmıştır. Gerçekte deprem yükleri altında yıkılmış olan yapının, yönetmeliğe göre 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem yüklerine göre analizi sonucunda elde edilen sonuçlarla binanın gerçek durumu (göçmüş) kontrol edilmiştir.

5.3.1 Bina bilgi düzeyi

Analizlerde kullanılacak olan bilgi düzeyi, mevcut bilgilerin kapsamı değerlendirilerek, deprem yönetmeliği Bölüm 7.2.2'ye göre "orta bilgi düzeyi" seçilmiştir. Binanın mimari ve statik projeleri mevcut; fakat, bina yıkılmış

olduğundan, projeye uygun yapılıp yapılmadığı yerinde kontrol edilemediği için bu düzeyin seçilmesi uygun görülmüştür. Yönetmelik Bölüm 7.2.16'ya göre de bilgi düzeyi katsayısı 0,9 olarak hesaba katılmıştır. Beton dayanımı, projede B160 kullanıldığı yazılı olmasına rağmen, bina yapım yılı ve yıkım tarihine kadar geçen süre düşünülerek 10 MPa olarak kabul edilmiştir.

5.3.2 Kat kütleleri ve çatlamış eğilme rijitlikleri hesabı

SAP 2000 modeline girilen yüklere ve toplam malzeme ağırlığına göre programın verdiği kolonlara gelen yükler kat bazında Çizelge 5.2 ve Çizelge 5.3'te listelenmiştir. Çizelgelerde hareketli yükler N_Q, sabit yükler N_G ve hareketli yük katılım sayısının hesaba katıldığı analizlerde kullanılacak olan toplam kütle $N_{G+0,3Q}$ olarak ayrı ayrı verilmiştir. Bu yüklere göre belirlenen, kolonların rijitlik azaltma katsayıları (rij. az.), çizelgelerin son sütununda bulunmaktadır. Çizelge 5.2 ve Çizelge 5.3'te 1. ve 2. kata ait değerler verilmiş olup, diğer katlara ait çizelgeler Ek A'da bulunmaktadır.

B_x , B_y : Kolonun x ve y doğrultusundaki boyutu

A_c : Kolonun brüt kesit alanı,

f_{cm} : Mevcut beton dayanımı,

N_D : Deprem hesabında esas alınan toplam kütlelerle uyumlu düşey yükler altında kolonda oluşan eksenel kuvvet,

Çizelge 5.2 : 2. Kat (Zemin Kat) kolon eksenel kuvvetleri ve rij. az. katsayıları

	N_G	N_Q	$N_{(G+0,3Q)}$	B_x	B_y	A_C	f_{cm}	$N_D/(A_c x f_{cm})$	Rij. Az. Katsayısı
	kN	kN	kN	cm	cm	m^2	kN/m^2		
S201	554,042	89,8833	581,007	120	25	0,3	10000	0,194	0,52
S202	547,244	72,3067	568,936	25	120	0,3	10000	0,190	0,52
S203	316,03	20,26	322,108	120	25	0,3	10000	0,107	0,41
S204	316,259	16,0433	321,072	120	25	0,3	10000	0,107	0,41
S205	532,856	72,26	554,534	25	120	0,3	10000	0,185	0,51
S206	586,115	98,6433	615,708	120	25	0,3	10000	0,205	0,54
S207	461,083	70,24	482,155	30	90	0,27	10000	0,179	0,50
S208	461,757	70,6833	482,962	30	90	0,27	10000	0,179	0,51
S209	550,757	92,0167	578,362	30	100	0,3	10000	0,193	0,52
S210	726,933	141,55	769,398	120	25	0,3	10000	0,256	0,61
S211	663,49	127,88	701,854	100	30	0,3	10000	0,234	0,58

Çizelge 5.2 (Devam) : 2. Kat (zemin kat) kolon eksenel kuvvetleri ve rijitlik azaltma katsayıları

	N_G	N_Q	$N_{(G+0.3Q)}$	B_x	B_y	A_C	f_{cm}	$N_D/(A_c x f_{cm})$	Rij. Az. Katsayısı
	kN	kN	kN	cm	cm	m^2	kN/m^2		
S212	614,936	114,817	649,381	100	30	0,3	10000	0,216	0,56
S213	788,658	166,98	838,752	100	30	0,3	10000	0,280	0,64
S214	588,728	97,8933	618,096	100	30	0,3	10000	0,206	0,54
S215	687,595	118,233	723,065	100	30	0,3	10000	0,241	0,59
S216	599,4	100,19	629,457	100	30	0,3	10000	0,210	0,55
S217	719,784	144,467	763,124	100	30	0,3	10000	0,254	0,61
S218	776,695	166,233	826,565	100	30	0,3	10000	0,276	0,63
S219	691,44	145,527	735,098	30	90	0,27	10000	0,272	0,63
S220	626,751	126,477	664,694	30	90	0,27	10000	0,246	0,59
S221	741,533	143,327	784,531	120	25	0,3	10000	0,262	0,62
S222	747,661	144,793	791,099	120	25	0,3	10000	0,264	0,62
S223	724,483	139,47	766,324	120	25	0,3	10000	0,255	0,61
S224	721,95	138,583	763,525	120	25	0,3	10000	0,255	0,61
S225	666,904	155,643	713,597	30	90	0,27	10000	0,264	0,62
S226	742,399	159,793	790,337	30	90	0,27	10000	0,293	0,66
S227	611,911	123,637	649,002	30	90	0,27	10000	0,240	0,59
S228	815,206	191,76	872,734	100	30	0,3	10000	0,291	0,65
S229	594,867	99,0767	624,59	100	30	0,3	10000	0,208	0,54
S230	678,7	116,513	713,654	100	30	0,3	10000	0,238	0,58
S231	591,735	98,0267	621,143	100	30	0,3	10000	0,207	0,54
S232	633,68	120,243	669,753	100	30	0,3	10000	0,223	0,56
S233	839,08	193,883	897,245	100	30	0,3	10000	0,299	0,67
S234	750,272	149,52	795,128	100	30	0,3	10000	0,265	0,62
S235	685,649	154,967	732,139	25	120	0,3	10000	0,244	0,59
S236	510,072	81,49	534,519	30	90	0,27	10000	0,198	0,53
S237	485,513	74,6	507,893	30	90	0,27	10000	0,188	0,52
S238	576,12	94,8133	604,564	30	100	0,3	10000	0,202	0,54
S239	505,571	79,1667	529,321	100	30	0,3	10000	0,176	0,50
S240	513,478	67,7567	533,805	30	90	0,27	10000	0,198	0,53
S241	304,726	17,54	309,988	120	25	0,3	10000	0,103	0,40
S242	299,352	15,4367	303,983	120	25	0,3	10000	0,101	0,40
S243	496,815	65,2067	516,377	30	90	0,27	10000	0,191	0,52
S244	586,798	96,8933	615,866	100	30	0,3	10000	0,205	0,54

Çizelge 5.3 : 1. Kat (Bodrum Kat) kolon eksenel kuvvetleri ve rij. az. katsayıları

	N_G	N_Q	$N_{(G+0,3Q)}$	B_x	B_y	A_C	f_{cm}	$N_D/(A_c x f_{cm})$	Rij. Az. Katsayısı
	kN	kN	kN	cm	cm	m^2	kN/m^2		
S101	468,157	72,338	489,859	120	25	0,3	10000	0,163	0,48
S102	353,264	48,53	367,823	25	120	0,3	10000	0,123	0,43
S103	233,913	14,665	238,313	120	25	0,3	10000	0,079	0,40
S104	210,737	8,588	213,313	120	25	0,3	10000	0,071	0,40
S105	357,545	46,216	371,41	25	120	0,3	10000	0,124	0,43
S106	354,986	54,703	371,397	120	25	0,3	10000	0,124	0,43
S107	592,56	92,709	620,373	30	90	0,27	10000	0,230	0,57
S108	560,17	80,939	584,451	30	90	0,27	10000	0,216	0,56
S109	695,043	110,715	728,258	30	100	0,3	10000	0,243	0,59
S110	896,284	168,959	946,972	120	25	0,3	10000	0,316	0,69
S111	818,856	153,094	864,784	100	30	0,3	10000	0,288	0,65
S112	758,666	136,632	799,655	100	30	0,3	10000	0,267	0,62
S113	991,961	200,542	1052,124	100	30	0,3	10000	0,351	0,73
S114	702,253	112,925	736,13	100	30	0,3	10000	0,245	0,59
S115	829,259	142,004	871,86	100	30	0,3	10000	0,291	0,65
S116	717,76	116,515	752,714	100	30	0,3	10000	0,251	0,60
S117	875,867	168,417	926,392	100	30	0,3	10000	0,309	0,68
S118	970,284	198,82	1029,93	100	30	0,3	10000	0,343	0,72
S119	855,047	174,753	907,473	30	90	0,27	10000	0,336	0,71
S120	763,681	149,346	808,484	30	90	0,27	10000	0,299	0,67
S121	887,4	171,989	938,997	120	25	0,3	10000	0,313	0,68
S122	898,348	174,527	950,706	120	25	0,3	10000	0,317	0,69
S123	887,416	165,168	936,966	120	25	0,3	10000	0,312	0,68
S124	891,914	166,058	941,731	120	25	0,3	10000	0,314	0,69
S125	813,418	186,038	869,23	30	90	0,27	10000	0,322	0,70
S126	915,667	192,949	973,552	30	90	0,27	10000	0,361	0,75
S127	740,296	145,502	783,947	30	90	0,27	10000	0,290	0,65
S128	1013,79	229,257	1082,563	100	30	0,3	10000	0,361	0,75
S129	716,715	113,978	750,909	100	30	0,3	10000	0,250	0,60
S130	841,235	139,883	883,2	100	30	0,3	10000	0,294	0,66
S131	718,281	114,127	752,519	100	30	0,3	10000	0,251	0,60
S132	772,472	142,177	815,125	100	30	0,3	10000	0,272	0,63
S133	1053,43	233,413	1123,455	100	30	0,3	10000	0,374	0,77
S134	924,754	179,872	978,716	100	30	0,3	10000	0,326	0,70
S135	838,192	185,471	893,834	25	120	0,3	10000	0,298	0,66
S136	615,281	93,75	643,406	30	90	0,27	10000	0,238	0,58
S137	589,842	86,576	615,815	30	90	0,27	10000	0,228	0,57
S138	688,586	105,003	720,087	30	100	0,3	10000	0,240	0,59
S139	615,951	92,711	643,765	100	30	0,3	10000	0,215	0,55

Çizelge 5.3 (Devam) : 1. Kat (Bodrum Kat) kolon eksenel kuvvetleri ve rijitlik azaltma katsayıları

	N_G	N_Q	$N_{(G+0,3Q)}$	B_x	B_y	A_C	f_{cm}	$N_D/(A_c x f_{cm})$	Rij. Az. Katsayısı
	kN	kN	kN	cm	cm	m^2	kN/m^2		
S140	634,301	80,912	658,574	30	90	0,27	10000	0,244	0,59
S141	385,507	17,42	390,733	120	25	0,3	10000	0,130	0,44
S142	381,338	15,335	385,938	120	25	0,3	10000	0,129	0,44
S143	608,196	76,154	631,042	30	90	0,27	10000	0,234	0,58
S144	734,222	112,86	768,08	100	30	0,3	10000	0,256	0,61

Bina kütlesi hesaplanırken etkiyen yükler ve malzeme ağırlıkları birlikte hesaplanmıştır. SAP 2000 bu hesabı yaparken modeldeki kolon-kiriş gibi birleşim bölgelerinde kesişen elemanların kütleye katkılarını birden fazla kez yapmaktadır. Fakat bu katkılar toplam kütle düşünüldüğünde çok küçük bir fazlalık getirmekte ve elle yapılan kütle hesabına göre %7-8 mertebelerinde bir fark doğurmaktadır. Bu sebeple analiz sonuçları değerlendirilirken de güvenli tarafta kalınacağı düşünülerek tüm hesaplarda DBYBHY-07 Bölüm 7.4.7'ye göre belirlenen Çizelge 5.4'deki bu kütleler kullanılmıştır.

Çatlamış eleman rijitliklerinin, DBYBHY-07, 7.4.13'e göre yapılan hesabına örnek teşkil etmesi için aşağıda S101 kolonun hesap detayları verilmiştir.

Çizelge 5.4 : Bina toplam kütlesi ve katlara göre dağılımı

Toplam	G+0,3Q	**34597,01 kN**			
	G+Q	38567,00 kN			
	G	32895,60 kN			
	Q	5671,43 kN			
6.Kat	G+0,3Q	**4318,54 kN**	**3.Kat**	G+0,3Q	**5917,23 kN**
	G+Q	5157,66 kN		G+Q	6549,21 kN
	G	3958,91 kN		G	5646,38 kN
	Q	1198,76 kN		Q	902,83 kN
5.Kat	G+0,3Q	**5863,09 kN**	**2.Kat**	G+0,3Q	**6051,37 kN**
	G+Q	6487,62 kN		G+Q	6666,06 kN
	G	5595,43 kN		G	5787,93 kN
	Q	892,18 kN		Q	878,13 kN
4.Kat	G+0,3Q	**5917,23 kN**	**1.Kat**	G+0,3Q	**6529,56 kN**
	G+Q	6549,21 kN		G+Q	7145,85 kN
	G	5646,38 kN		G	6270,45 kN
	Q	902,83 kN		Q	896,70 kN

Bodrum Kat S101 Kolonu (120x25) $N_d = N_{G+0,3Q} = 489,86$ kN

$A_c = 120x25/10000 = 0,3$ m^2

$f_{cm} = 10000$ kN/m^2

$$\frac{N_d}{A_c\, f_{cm}} = \frac{489,86}{0,3x10000} = 0,163$$

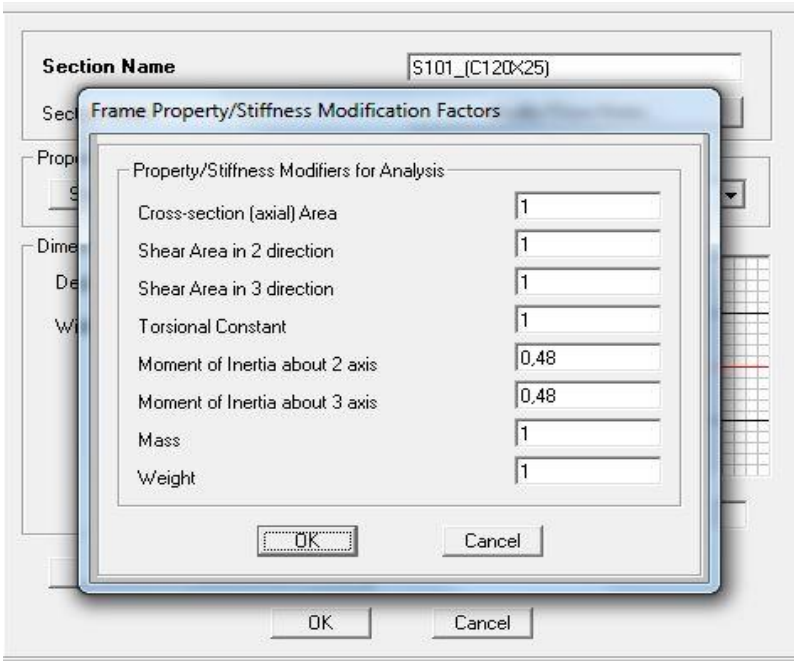
Çıkan sonuç ilgili maddede geçen sınır değerlerin arasında olduğundan enterpolasyon yapılarak kat sayı elde edilmiştir.

$$0,1 \leq 0,163 \leq 0,4$$

S101 : $(EI)_e = 0,48\ (EI)_0$

Şekil 5.5'te gösterilen SAP 2000 kesit özellikleri penceresine, bulunan bu değer ve diğer tüm rijitlik azaltma katsayı değerleri tüm kolonlar için girilmiştir.

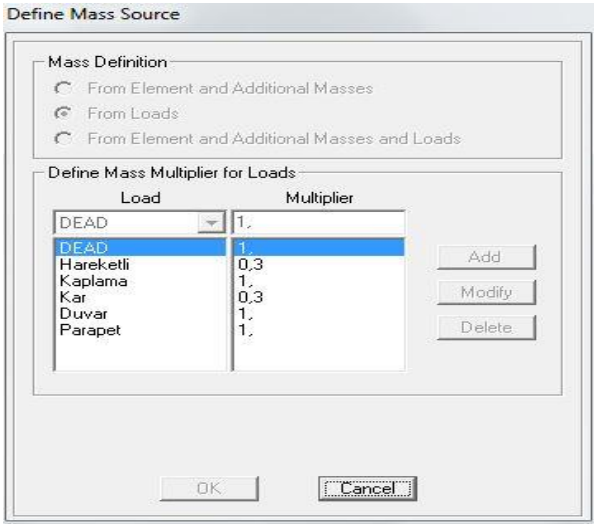
Kirişlerin rijitlikleri DBYBHY-07, 7.4.13- (a)'da belirtildiği şekilde tümünde, 0,40 kat sayısı ile azaltılmıştır.



Şekil 5.5 : Kolon rijitlik azaltma kat sayılarının modele tanıtılması

5.3.3 Modal analiz ve periyodların belirlenmesi

Çatlamış kesit rijitlik katsayılarının girilmesiyle değişen SAP 2000 modelinde yapılan modal analizde *G+0,3Q* yüklemesi kullanılmıştır. Hareketli yükler için 0,3 katsayısı ile azaltma yapılmıştır (Şekil 5.6).



Şekil 5.6 : Modelde hesaplanan kütlenin yük çarpanları

Modal analizde kullanılan dinamik serbestlik sayısı, kat bazında x ve y yönlerinde ötelenme ile z ekseni etrafında dönme olarak 3 adettir. Bu, 6 katlı binanın her katı düşünüldüğünde toplam 18 olarak modal analiz yapılır. 18 Modlu modal analiz sonucunda kütle katılım katılım oranları incelenmiş ve yapının tüm serbestlik yönlerinde gerekli katılım oranı olan %90'ın sağlanamadığı görüldüğünden, analizlerde kullanılan mod sayısı SAP2000 ayarlarından 40 olarak değiştirilmiştir.

Çizelge 5.5 : Yapının modlara göre periyot ve frekansları

Yükleme Tipi	Mod Sayısı	Period	Frequency
-	-	sn	1/sn
MODAL	1	0,781912	1,2789
MODAL	2	0,743222	1,3455
MODAL	3	0,616163	1,6229
MODAL	4	0,262623	3,8077
MODAL	5	0,242018	4,1319
MODAL	6	0,194817	5,133
MODAL	7	0,148089	6,7527
MODAL	8	0,131193	7,6223
MODAL	9	0,106789	9,3643
MODAL	10	0,098382	10,164
MODAL	11	0,09417	10,619
MODAL	12	0,083536	11,971
MODAL	13	0,072363	13,819
MODAL	14	0,068463	14,606
MODAL	15	0,057658	17,344
MODAL	16	0,041676	23,995
MODAL	17	0,034497	28,988
MODAL	18	0,032331	30,93

Çizelge 5.5'te de görüldüğü üzere modal analiz sonuçlarına göre yapı periyodları T_1= 0,7819 sn (Y yönünde) ve T_2= 0,7432 sn (X yönünde) 'dir. Kütle katılım oranları incelendiğinde ilk moddaki katılım Y yönünde fazla olduğundan birinci mod y yönünde, ikinci mod x yönünde kabul edilerek hesaplara devam edilmiştir.

5.3.4 Eşdeğer deprem yükü yöntemi ve uygulanabilirliği

5.3.4.1 Eşdeğer deprem yüklerinin hesabı

Bina performansının değerlendirilmesinde DBYBHY-07, Bölüm 7.4'deki deprem hesabına ilişkin genel ilke ve kurallara dikkat edilerek, eşdeğer deprem yükü yöntemi uygulanmıştır. Yönetmeliğin Bölüm 7.5.1.1 maddesinde belirtilen şartlara uyularak eşdeğer deprem yükü denklemindeki (DBYBHY-07, Denklem 3.1) $R=1$ ve $\lambda= 0,85$ alınmıştır.

X yönlü eşdeğer deprem yükü hesabı;

X yönü titreşim periyodu, T_x=0,7432 sn

Etkin yer ivme katsayısı, A_o=0,4

Yapı önem katsayısı, I= 1

Spektrum karakteristik periyotları T_a=0,15sn T_b=0,60 sn

Taşıyıcı sistem davranış katsayısı R_a= 1

$T_x > T_b$ olduğundan

$$S(T_x) = 2,5\left(\frac{T_b}{T_x}\right)^{0,8} = 2,5\left(\frac{0,60}{0,7432}\right)^{0,8} = 2,1066$$

$$A(T) = A_0 \,.\, I \,.\, S(T_x) = 0,4 \text{ x } 1 \text{ x } 2,1066 = 0,8426$$

$$V_{tx} = \frac{\lambda \, W \, A(T_x)}{R} = \frac{0,85 \; x \; 34597,007 \; x \; 0,8426}{1} = 24778,722 \text{ kN}$$

$\Delta F_{NX} = 0,0075 \,.\, N \,.\, V_{tx}$ = 0,0075 x 6 x 29151,438 = 1115,042 kN (N=6, Kat Sayısı)

X doğrultusunda bulunan eşdeğer deprem yükünün kütlelere göre katlara dağılımı Çizelge 5.6'da verilmiştir.

Çizelge 5.6 : X Doğrultusundaki eşdeğer deprem yükleri

Kat	h (m)	H_i (m)	W_i (kN)	W_i x H_i	$\frac{W_i H_i}{\sum W_i H_i}$	(V-ΔF_N) x $\frac{W_i H_i}{\sum W_i H_i}$	ΔF_N (kN)	F_i (kN)
6	2,85	14,95	4318,54	64562,11	0,25	6294,25	1115,04	7409,29
5	2,85	12,1	5863,09	70943,38	0,28	6916,37		6916,37
4	2,85	9,25	5917,23	54734,35	0,22	5336,13		5336,13
3	2,85	6,4	5917,23	37870,25	0,15	3692,02		3692,02
2	2,85	3,55	6051,37	21482,36	0,08	2094,35		2094,35
1	3,3	0,7	6529,56	4570,69	0,02	445,60		445,60
Toplam			**34597,01**	**254163,14**		**24778,72**	**1115,04**	**25893,76**

Y yönlü eşdeğer deprem yükü hesabı;

Y yönü titreşim periyodu, T_x= 0,7819 sn

Etkin yer ivme katsayısı, A_o=0,4

Yapı önem katsayısı, I= 1

Spektrum karakteristik periyotları, T_a=0,15sn, T_b=0,60 sn

Taşıyıcı sistem davranış katsayısı, R_a= 1

$T_y > T_b$ olduğundan

$$S(T_y) = 2{,}5\left(\frac{T_b}{T_y}\right)^{0,8} = 2{,}5\left(\frac{0{,}60}{0{,}7819}\right)^{0,8} = 2{,}0227$$

$A(T) = A_0 \,.\, I \,.\, S(T_x) = 0{,}4 \times 1 \times 2{,}0227 = 0{,}8090$

$$V_{tx} = \frac{\lambda \, W \, A(T_x)}{R} = \frac{0{,}85 \; x \; 34597{,}007 \; x \; 0{,}8090}{1} = 23790{,}632 \text{ kN}$$

$\Delta F_{NX} = 0{,}0075 \,.\, N \,.\, V_{tx} = 0{,}0075 \times 6 \times 23790{,}632 = 1070{,}578$ kN (N=6, Kat Sayısı)

Y doğrultusunda bulunan eşdeğer deprem yükünün kütlelere göre katlara dağılımı Çizelge 5.7'de verilmiştir.

Çizelge 5.7 : X Doğrultusundaki eşdeğer deprem yükleri

Kat	h (m)	H_i (m)	W_i (kN)	W_i x H_i	$\frac{W_i H_i}{\sum W_i H_i}$	(V-ΔF_N) x $\frac{W_i H_i}{\sum W_i H_i}$	ΔF_N (kN)	F_i (kN)
6	2,85	14,95	4318,54	64562,11	0,25	6043,26	1070,58	7113,84
5	2,85	12,1	5863,09	70943,38	0,28	6640,57		6640,57
4	2,85	9,25	5917,23	54734,35	0,22	5123,34		5123,34
3	2,85	6,4	5917,23	37870,25	0,15	3544,80		3544,80
2	2,85	3,55	6051,37	21482,36	0,08	2010,83		2010,83
1	3,3	0,7	6529,56	4570,69	0,02	427,83		427,83
Toplam			**34597,01**	**254163,14**		**23790,63**	**1070,58**	**24861,21**

5.3.4.2 Yöntemin uygulanabilirlik kontrolü

Eşdeğer deprem yükü yönteminin binaya uygulanabilmesi için gerekli şartlar, DBYBHY-07, Bölüm 7.5.1.1'e göre kontrol edildiğinde, bina kat sayısı 8'i ve toplam yüksekliği 25'i aşmadığından bu şartların sağlandığı görülmüştür. Ancak, deprem doğrultularına göre her katta hesaplanan ve $\eta_{bi} < 1.4$ şartını sağlaması gereken burulma düzensizliği kat sayısının, x-deprem doğrultusunda 1. katta yeterli olmadığı görülmüştür. Tüm katlara ait burulma düzensizliği katsayıları Çizelge 5.8 ve Çizelge 5.9'te verilmiştir.

Gerekli şartların tümü sağlanamadığından eşdeğer deprem yükü yöntemi ile analize devam edilememiş ve diğer bir doğrusal elastik hesap yöntemi olan Mod Birleştirme Yöntemi kullanılmıştır.

Çizelge 5.8 : X doğrultusundaki burulma düzenliği katsayıları

Kat	$(\Delta_i)max$	$(\Delta_i)min$	$(\Delta_i)ort$	η_{bi}
6	0,005	0,0044	0,0047	1,06383
5	0,0134	0,0122	0,0128	1,046875
4	0,0206	0,0188	0,0197	1,045685
3	0,0233	0,0229	0,0231	1,008658
2	0,0237	0,0167	0,0202	1,173267
1	0,0203	0,0011	0,0107	1,897196

Çizelge 5.9 : Y doğrultusundaki burulma düzenliği katsayıları

Kat	$(\Delta_i)max$	$(\Delta_i)min$	$(\Delta_i)ort$	η_{bi}
6	0,0045	0,0045	0,0045	1
5	0,0172	0,0152	0,0162	1,061728
4	0,0264	0,0234	0,0249	1,060241
3	0,0314	0,0279	0,02965	1,059022
2	0,0277	0,0254	0,02655	1,043315
1	0,0201	0,0187	0,0194	1,036082

5.3.5 Mod birleştirme yöntemi

Mod birleştirme yöntemi ile yapılan hesaplarda da SAP 2000 programı kullanılmıştır. Bu yöntem, eşdeğer deprem yükü yöntemi gibi statik bir yöntem olmadığından hesapta kullanılan deprem yükü elle hesaplanarak programa girilmemiştir.

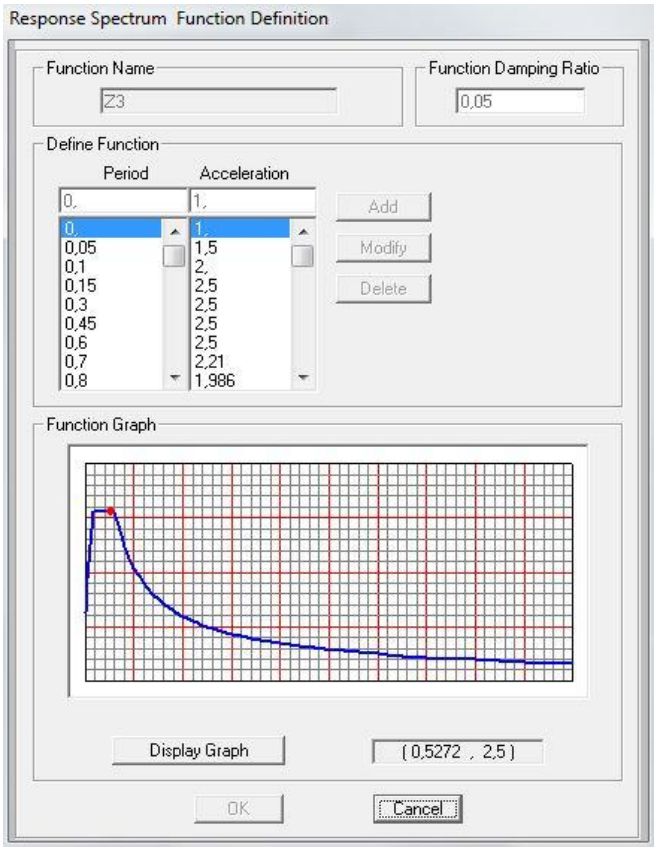
Bina elemanlarında deprem sonucunda oluşan iç kuvvetler her periyotta farklılık gösterir. Bu farklılık o periyoda karşı gelen spektrum katsayısına ve yine periyotlara göre farklılık gösteren kütle katılım oranları ile değişir. Mod birleştirme yönteminde elemanlarda oluşan iç kuvvetler, her modda değişen bu iç kuvvetlerin farklı istatistiksel yöntemler yardımıyla süperpoze edilmesi ile bulunur. Süperpoze aşamasında kullanılan yöntemler DBYBHY-07, Bölüm 2.8.4'teki şartlara uygunluğuna göre 'Karelerin Toplamının Karekökü Kuralı' veya 'Tam Karesel Birleştirme Kuralı' olarak seçilir.

5.3.5.1 İvme spektrumunun oluşturulması

Her iki deprem doğrultusu için programın analizde kullandığı ivme spektrumu programa girilmiştir. İvme spektrumunu oluşturan değerler bulunurken her periyoda karşılık gelen spektrum katsayısı zemin sınıfı ve değerleri göz önünde bulundurularak spektrum eğrisine göre hesaplanmıştır. Programa fonksiyon olarak tanıtılan veriler Çizelge 5.10 ve bunların Sap 2000'e tanıtıldığı pencere görseli Şekil 5.7'de verilmiştir.

Çizelge 5.10 : Periyot ve spektrum katsayıları

T	S(T)		T	S(T)		T	S(T)		T	S(T)
0,00	1,000		1,70	1,087		3,40	0,624		5,10	0,451
0,05	1,500		1,80	1,038		3,50	0,610		5,20	0,444
0,10	2,000		1,90	0,994		3,60	0,596		5,30	0,438
0,15	2,500		2,00	0,954		3,70	0,583		5,40	0,431
0,30	2,500		2,10	0,918		3,80	0,571		5,50	0,425
0,45	2,500		2,20	0,884		3,90	0,559		5,60	0,419
0,60	2,500		2,30	0,853		4,00	0,548		5,70	0,413
0,70	2,210		2,40	0,825		4,10	0,537		5,80	0,407
0,80	1,986		2,50	0,798		4,20	0,527		5,90	0,402
0,90	1,807		2,60	0,774		4,30	0,517		6,00	0,396
1,00	1,661		2,70	0,751		4,40	0,508		6,10	0,391
1,10	1,539		2,80	0,729		4,50	0,499		6,20	0,386
1,20	1,436		2,90	0,709		4,60	0,490		6,50	0,372
1,30	1,347		3,00	0,690		4,70	0,482		7,00	0,350
1,40	1,269		3,10	0,672		4,80	0,474		8,00	0,315
1,50	1,201		3,20	0,655		4,90	0,466		9,00	0,286
1,60	1,141		3,30	0,639		5,00	0,458		10,00	0,263



Şekil 5.7 : Fonksiyonun programa tanıtıldığı pencere görseli

5.3.5.2 Deprem yüklerinin oluşturulması

Mod birleştirme yönteminin SAP 2000'de uygulanmasında yaygın kullanım olarak, programa tanıtılan fonksiyonlar azaltılmış ivme spektrum değerleridir. Bu değerler spektrum kat sayılarının *(S(T))*, deprem yükü azaltma katsayısı, $R_a(T)$'ye bölünmesi ile elde edilir. Azaltılmış ivme spektrumlarının fonksiyon olarak tanıtılmasıyla, DBYBHY-07, Denklem 2.3'e göre farklı değerler alan $R_a(T)$'nin de, Denklem 5.1'e göre hesaplanan taban kesme kuvvetindeki herhangi bir titreşim modunda değişen katkısı analize yansıtılır.

$$V_t = \frac{m.g.A_0.I.S(T)}{R_a(T)} \qquad \textbf{(5.1)}$$

Ancak, mevcut bina performans analizi yapılırken deprem yükü azaltma katsayısı uygulanmaz (DBYBHY-07, Bölüm 7.5.1.2). Buna dayanarak, programa azaltılmamış spektrum değerlerini fonksiyon olarak tanıtmakta bir sakınca görülmemiştir.

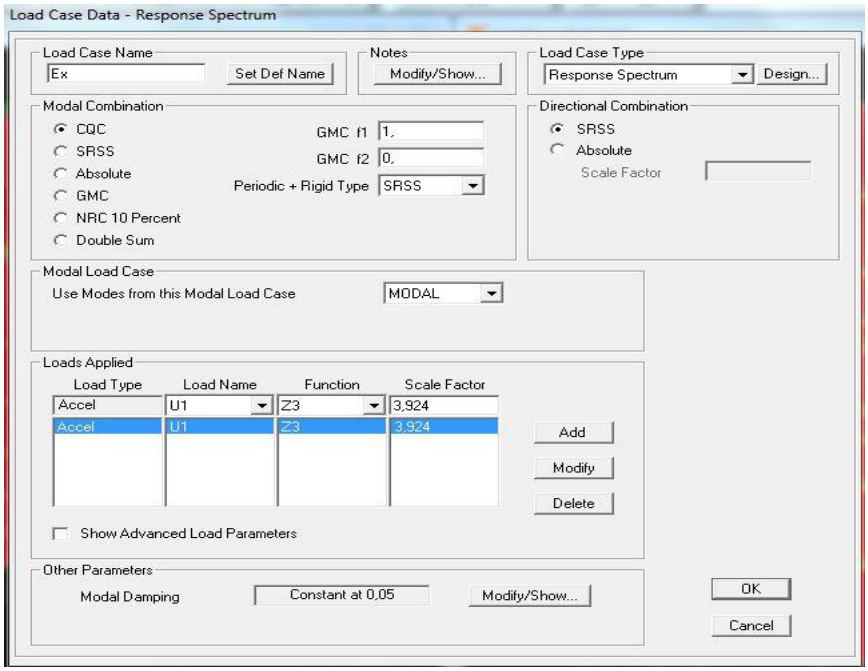
Aşağıdaki hesaptan görüldüğü gibi geri kalan değerler için ise, elde edilen değer deprem yüklerini oluştururken ilgili SAP 2000 penceresine *scale factor* (büyütme çarpanı) olarak girilmiştir. Hesaplarda toplam kütle olarak programın bulduğu kütle kullanıldığından geri kalan değerler " $\frac{g.A_0.I}{R_a(T)}$ " hesaplanarak büyütme çarpanı olarak ($R_a(T) = 1$),

$$\frac{g.A_0.I}{R_a(T)} = \frac{9{,}84\ x\ .0{,}4\ x\ 1}{1} = 3{,}924 \text{ bulunmuştur.}$$

Deprem yükleri için her iki deprem yönünde etkili olcak şekilde yükleme tipi spektrum fonksiyonu olan iki adet yükleme durumu oluşturulmuştur. X doğrultusundaki deprem yüklerini temsil eden spektral "*Ex*" yüklemesi, programın ilgili 'load case' sekmesinden, yükleme tipi olarak 'accel' (ivme), etkime yönü olarak U1 (x yönü), fonksiyon olarak dışarıdan girilen 'Z3' ivme spektrum fonksiyonu seçilmiş ve büyütme çarpanı olarak 3,924 değeri girilerek oluşturulmuştur (Şekil 5.8). Y doğrultusundaki deprem yüklerini temsil eden "*Ey*" yüklemesi de aynı şekilde oluşturulmuş, etkime yönü olarak U2 yönü seçilmiştir.

Deprem yükleri oluşturulurken, deprem doğrultularının kombinasyonu için SRSS (Karelerin Toplamının KareKökü) süperpozisyon yöntemi, mod katkılarının birleştirilmesi için ise yönetmelikte geçen T_m / T_n < 0.80 (T_m, T_n = Binanın herhangi iki doğal titreşim periyodu) koşulunun sağlanamadığı görüldüğünden CQC (Tam

Karesel Birleştirme) süperpozisyon yöntemi seçilmiştir (DBYBHY-07, Bölüm 2.8.4).



Şekil 5.8 : SAP2000 programında Ex'in oluşturulması

5.3.6 Kirişlerin değerlendirilmesi

Mod birleştirme yöntemi kullanılarak doğrusal elastik performans analizi yapılan yapının sonuçları değerlendirilirken, öncelikle elemanların göçme türleri belirlenir. Yönetmelikteki şartları sağlayarak sünek olduğu belirlenen elemanların, kesit hasar sınırlarını belirleme işlemine devam edilir. Deprem etkisi altında gevrek olarak kırıldığı belirlenen elemanlar ise, *gevrek olarak hasar gören elemanlar* olarak tanımlanır ve ayrıca performans değerlendirmesi yapılmaz (DBYBHY-07, Bölüm 7.5.2.2).

5.3.6.1 Kesme tahkiki

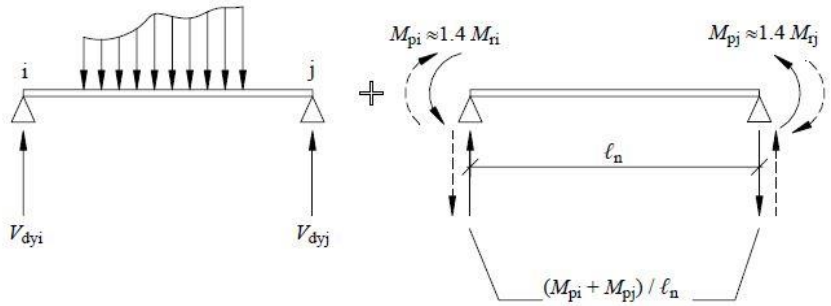
Yönetmelik koşullarına bağlı olarak Bölüm 2.5.2'de anlatılan şekilde kirişlerin kırılma türünü belirlemek için, öncelikle DBYBHY-07, Bölüm 3.4.5'e göre kesme kuvveti V_e hesaplanır. Daha sonra, belirlenen bilgi düzeyi kat sayısı ile çarpılan mevcut malzeme dayanımı kullanılarak TS-500'e göre kesme kapasitesi V_r hesaplanır. Bulunan değerlerden kesme kuvveti V_e'nin, kesme kapasitesi V_r'den fazla çıkması durumunda, kesitin kapasiteden fazla kesme kuvveti alması sonucuna göre gevrek kırıldığı kabul edilir. Diğer koşulda işlemlere devam edilir.

Yapılan işlemler aşağıda örnek olarak ele alınan kiriş için gösterilmektedir. Örnek teşkil eden kiriş, yapının ilk modu Y doğrultulu deprem modu olduğundan, Y yönlü 'K154' kirişi seçilmiştir. Tüm kirişlerin donatı alanları, boyutları ve hesap sonuçları Eklerde mevcuttur.

Çizelge 5.11 : K154 kirişi donatı tablosu

Adet	**Sol Üst**	Adet	**Sol Alt**	Adet	**Sağ Üst**	Adet	**Sağ Alt**
2	φ12	2	φ14	2	φ12	2	φ14
2	φ14			2	φ14		
2	φ14			2	φ14		
Toplam	842 mm^2	**Toplam**	308 mm^2	**Toplam**	842 mm^2	**Toplam**	308 mm^2

Kirişteki kesme kuvveti V_e, deprem yönüyle uyumlu olacak şekilde hesaplanacaktır. Bu konuda dikkat edilmesi gereken şekil aşağıda mevcuttur (Şekil 5.9). Kırılma tahkikinin güvenilirliği açısından, en olumsuz sonucu verecek olan, yani daha büyük değer elde edilecek momentler seçilecektir. Ayrıca momentler, çeliğin pekleşmesi gözönüne alınmadan f_{cd} ve f_{yd}'ye göre hesaplanan pozitif veya negatif taşıma gücü momentleridir.



Şekil 5.9 : Deprem yönü ile uyumlu kesme kuvveti hesabı

V_{dy} (K154) = 42,18 kN ('*G+Q'* Düşey yüklemesinden elde edilen basit kiriş kesme kuvveti)

l_n = 2,55 m. (Kirişin kolon yüzleri arasında kalan serbest açıklığı)

b = 200 mm. (Kiriş gövde genişliği)

d' = 25mm. (Pas payı)

d = 575 mm. (Kiriş faydalı yüksekliği)

f_{cm} = 10 MPa (Beton basınç dayanımı)

f_{ym} = 220 MPa (Boyuna donatının akma dayanımı)

f_{ywm} = 220 MPa (Enine donatının akma dayanımı)

f_{ctm} = 0,35 x $\sqrt{f_{cm}}$ = 1,1068 MPa (Beton çekme dayanımı)

Kirişin **M_r** kapasite momentleri:

Sol Üst uç – $M_{r\ üst}$:

0,85 . f_{cm} . b . a = A_s . f_{ym}

$$a = \frac{A_s . f_{ym}}{0{,}85 . f_{cm} . b} = \frac{842\ x\ 220}{0{,}85 .10 .\ 200} = 108{,}96$$

$$M_r = A_s . f_{ym} . \left(d - \frac{a}{2}\right) = 842\ x\ 220\ x\ (575 - {}^{108{,}96}/_{2}) / 10^6$$

$M_{r\ üst}$ = 96,42 kNm

Sol Alt Uç – $M_{r\ alt}$:

0,85 . f_{cm} . b . a = A_s . f_{ym}

$$a = \frac{A_s . f_{ym}}{0{,}85 . f_{cm} . b} = \frac{308\ x\ 220}{0{,}85 .10 .\ 200} = 39{,}86$$

$$M_r = A_s . f_{ym} . \left(d - \frac{a}{2}\right) = 308 \text{ x } 220 \text{ x } (575 - {}^{39{,}86}/_{2}) / 10^6$$

$M_{r\ alt}$ = 37,62 kNm

Sağ Üst uç – $M_{r\ üst}$:

0,85 . f_{cm} . b . a = A_s . f_{ym}

$$a = \frac{A_s . f_{ym}}{0{,}85 . f_{cm} . b} = \frac{842\ x\ 220}{0{,}85 .10 .\ 200} = 108{,}96$$

$$M_r = A_s . f_{ym} . \left(d - \frac{a}{2}\right) = 842 \text{ x } 220 \text{ x } (575 - {}^{108{,}96}/_{2}) / 10^6$$

$M_{r\ üst}$ = 96,42 kNm

Sağ Alt Uç – $M_{r\ alt}$:

0,85 . f_{cm} . b . a = A_s . f_{ym}

$$a = \frac{A_s . f_{ym}}{0{,}85 . f_{cm} . b} = \frac{308\ x\ 220}{0{,}85 .10 .\ 200} = 39{,}86$$

$$M_r = A_s . f_{ym} . \left(d - \frac{a}{2}\right) = 308 \text{ x } 220 \text{ x } (575 - {}^{39{,}86}/_{2}) / 10^6$$

$M_{r\,alt}$ = 37,62 kNm

Büyük olan moment çifti kontrolü yapıldığında örnek teşkil eden kirişin iki ucunda da aynı donatı alanları bulunduğundan moment toplamı da V_e hesabını değiştirmeyecektir.

$V_e = V_{dy} \pm (M_{ri} + M_{rj})/l_n$

V_e = 42,18 + (96,42+37,62) / 2,55

V_e = 94,74 kN.

Kiriş kesme kapasitesi (V_r) hesabı TS-500, Bölüm 8.1.4'e göre hesaplandığında;

$V_r = V_c + V_{ws}$

$V_c = 0{,}8 \,.\, V_{cr}$ (Kesme dayanımına beton katkısı)

$V_{cr} = 0{,}65 \,.\, f_{ctm} \,.\, b \,.\, d$ (Kesitin kesmede çatlama dayanımı)

$V_c = 0{,}52 \,.\, f_{ctm} \,.\, b \,.\, d$

V_c = 0,52 x 1,1068 x 200 x 575 $/10^3$ = 66,186 kN

$V_{ws} = A_{sw}/s \,.\, f_{ywm} \,.\, d$ (Kesme dayanımına kesme donatısı katkısı)

A_{sw}= 100 mm^2 (Kesme donatısı toplam kesit alanı), (Etriye: φ8, Kol sayısı: 2)

A_{sw} / s = 0,4545 (Etriye aralığı s= 22cm.)

V_{ws} = 0,4545 x 220 x 575 $/10^3$ = 57,5 kN

V_r = 66,19 + 57,5 = 123,69 kN

Yönetmelik kesme tahkiki için yapılacak V_r hesabında bilgi düzeyi katsayısı ile uyumlu olması istendiğinden, bulunan değer daha önce belirlenen 0,9 – *orta bilgi düzeyi katsayısı* ile çarpılır.

V_r= 123,69 x 0,9 = 111,32 kN.

$V_e \leq V_r$

94,74 < 111,32 olduğundan, kirişin kesme tahkiki sonucu sünek olarak kırıldığı belirlenmiştir. Bütün şartlar sağlandığından K154 kirişi 'sünek' olarak tanımlanıp, kapasite hesaplarına devam edilebilir.

5.3.6.2 Kiriş etki/kapasite oranlarının belirlenmesi

Kesme tahkiki sonucu sünek olduğu belirlenen kirişlerin analiz sonuçlarına göre değerlendirilmesine devam edilir. Yönetmelik şartlarına göre Bölüm 2.1.3.1'de anlatılan şekilde kirişlerin etki/kapasite oranları belirlenir.

Sünek olan kirişlerde etki/kapasite oranı *'r'*, deprem etkisi altında kesitte oluşan momentlerin, o kesitin artık moment kapasitesine oranı ile belirlenir. Söz konusu deprem etkisi, analiz için seçilen yöntemde *R=1* alınarak etkitilen deprem yükleri altında oluşan momentlerdir. Kesit artık moment kapasitesi ise, kesitin kendi eğilme momenti kapasitesinden, düşey yükler altında oluşan momentler çıkartılarak, deprem yüklerini karşılayacak moment kapasitesidir. Hesaplarda, deprem kuvvetlerinin yönü de dikkate alınmaktadır. Hesabın nasıl yapılacağı Bölüm 2.1.3.1'de anlatılmış olduğundan, örnek teşkil eden K154 kirişi için etki/kapasite oranı belirlenmesine ait hesap detayları aşağıda verilmiştir.

K154 kirişi, i ve j uçları için, *R=1* alınarak hesaplanan deprem etkisi altında SAP 2000 analiz sonuçlarından ulaşılan kesit momentleri;

(+) Y yönlü depremde	(-) Y yönlü depremde
M_{E_i} = 153,62	M_{E_i} = -153,62
M_{E_i} = -133,34	M_{E_i} = 133,34

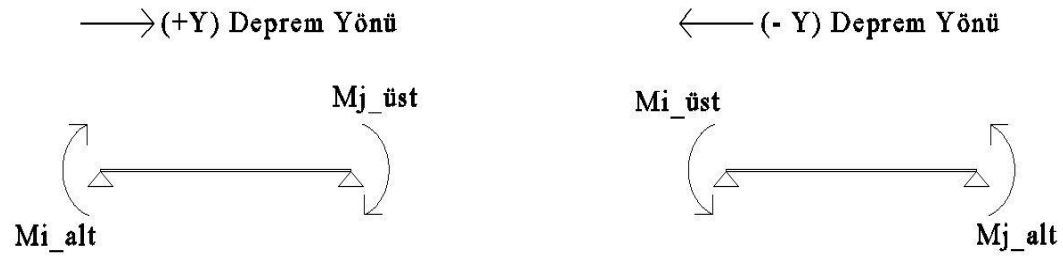
K154 kirişi, i ve j uçları için '*G+0,3Q'* düşey yüklemesi altında SAP 2000 analiz sonuçlarından ulaşılan kesit momentleri;

(+) Y yönlü depremde	(-) Y yönlü depremde
M_{D_i} = - 9,02	M_{D_i} = -9,02
M_{D_i} = - 7,41	M_{D_i} = -7,41

Artık moment kapasitesi M_A*'* nın hesaplanması için;

$M_A = M_K - M_D$

Hesaplardaki yön kabulleri için Şekil 5.10'daki deprem yönlerine göre kesit momentlerinin yönlerine dikkat edilmiştir.



Şekil 5.10 :(±) Deprem yönlerindeki kiriş çalışma şekilleri

Aşağıda Şekil 5.11'de de görüldüğü gibi, kirişin i ucu (+) Y depremi için artık moment;

M_{A_i} = 37,62 – (-9,02) = 46,63 kNm. ,

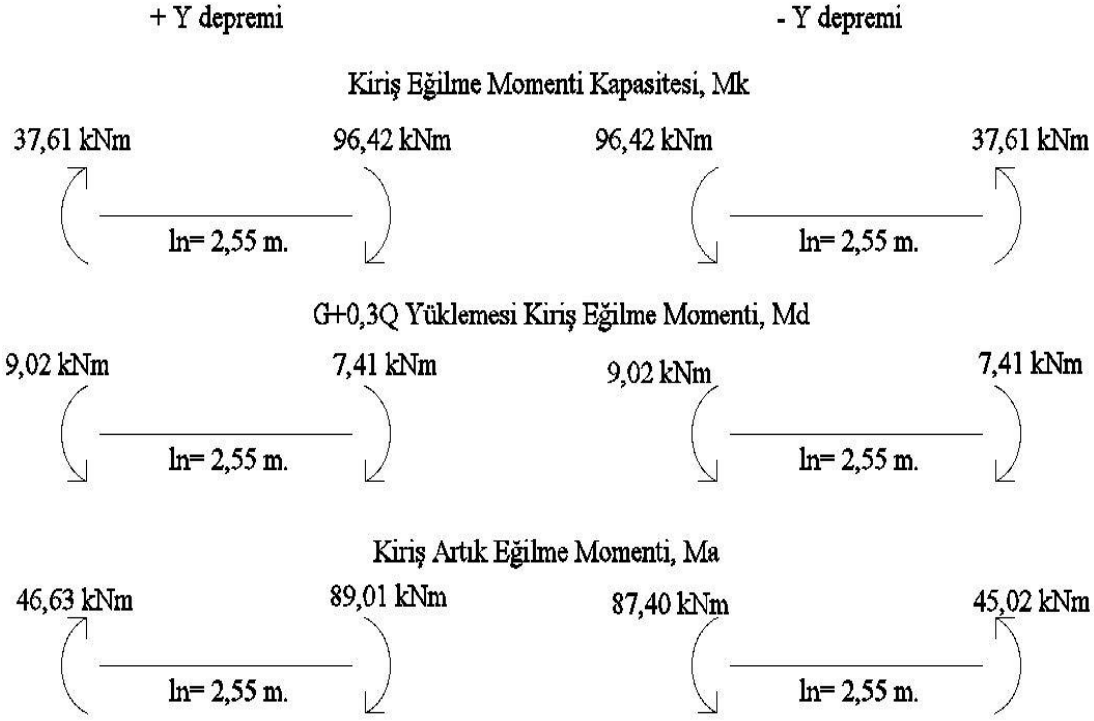
Kirişin j ucu için (+) Y depremindeki artık moment;

M_{A_j} = -96,42 – (-7,41) = -89,01 kNm. olarak bulunmuştur.

(-) Y yönlü deprem durumundaki artık moment değerleri;

M_A, i ucu= -87,40 kNm.

M_A, j ucu= 45,02 kNm.



Şekil 5.11 :K154 Kirişi için + Y depremi ve – Y depremi yönleri ile uyumlu artık moment kapasitesinin elde edilmesi

Daha önce verilmiş olan deprem etkisi altında kesitte oluşan moment değerleriyle, hesaplanan artık moment değerlerinin oranı sonucu bulunan kiriş kapasiteleri;

(+Y) yönlü deprem için kiris kesitlerindeki etki / kapasite oranı:

$r_i = {}^{M_{E_i}}/_{M_{A_i}} = {}^{153,62}/_{46,63} = 3,29$

$r_j = {}^{M_{E_i}}/_{M_{A_i}} = {}^{-133,34}/_{-89,01} = 1,50$

(-Y) yönlü deprem için kiriş kesitlerindeki etki / kapasite oranı:

$r_i = {}^{M_{E_i}}/_{M_{A_i}} = {}^{-153,62}/_{-87,40} = 1,76$

$r_j = {}^{M_{E_i}}/_{M_{A_i}} = {}^{133,34}/_{45,02} = 2,96$ olarak belirlenmiştir.

Belirlenen etki/kapasite oranlarına göre kirişlerin hangi hasar sınırında olduğunu belirlemek için DBYBHY, 7.5.2.5'de anlatıldığı üzere bu bölümden alınan Çizelge 5.12'deki hasar sınırları parametreleri bulunmalıdır. Çıkan ara değerler için enterpolasyon yapılır.

Çizelge 5.12 : Sünek kirişler için hasar sınırları tablosu (DBYBHY-07, Tablo 7.2)

Sünek Kirişler			**Hasar Sınırı**		
$\frac{\rho-\rho'}{\rho_b}$	Sargılama	$\frac{V_e}{b_w d f_{ctm}}$ (1)	**MN**	**GV**	**GÇ**
≤ 0.0	Var	≤ 0.65	3	7	10
≤ 0.0	Var	≥ 1.30	2.5	5	8
≥ 0.5	Var	≤ 0.65	3	5	7
≥ 0.5	Var	≥ 1.30	2.5	4	5
≤ 0.0	Yok	≤ 0.65	2.5	4	6
≤ 0.0	Yok	≥ 1.30	2	3	5
≥ 0.5	Yok	≤ 0.65	2	3	5
≥ 0.5	Yok	≥ 1.30	1.5	2.5	4

Öncelikle, projedeki tüm kiriş ve kolonlarda sarılma bölgesinde etriye sıklaştırması yapılmadığı ve etriye aralıklarının eleman boyunca 22 cm. aralıklı olduğu kabul edildiğinden, kirişte sargılama yoktur.

- (+Y) deprem yönünde kiriş i ucu için sınır parametleri hesabı;

Parametrelerdeki V_e için, "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." (DBYBHY-07, 7.5.2.2,a), ibaresi kontrol edilerek depremden hesaplanan kesme kuvvetinin, kesme tahkikinde hesaplanan V_e'den küçük olmadığı görüldüğünden hesaba aynı V_e ile devam edilmiştir.

$V_{i_(G+Q+Ey)}$ = 241,83 kN (SAP2000'den okunmuştur.) > V_e = 94,74 kN.

(+Y) yönlü deprem için hesap yapıldığından V_e için, kiriş i ucundaki M_{i_alt} ve j ucundaki $M_{j_üst}$ moment kapasiteleri kullanılarak hesap edilen kesme kuvveti kullanılmıştır.

$$\frac{V_e}{b_w.d.f_{ctm}} = \frac{94{,}74}{200x575x1{,}1068} \text{x}10^3 = 0{,}74$$

Çizelge 5.12'deki sınır değerlerinin K154 kirişi için bulunmasında, önce diğer parametreler sabit tutularak $\frac{V_e}{b_w.d.f_{ctm}}$ =0,74 için iki opsiyonlu sınır değerler bulunur (Çizelge 5.13).

Çizelge 5.13 : K154 kirişi, $V_e/(b_w.d.f_{ctm})$ parametresine göre enterpolasyon uygulanmış (+Y deprem yönü) sınır değerleri

Sünek Kirişler			**Hasar Sınırı**		
$\frac{\rho - \rho'}{\rho_b}$	**Sargılama**	$\frac{V_e}{b_w.d.f_{ctm}}$	**MN**	**GV**	**GC**
≤0,0	Yok	0,74	2,43	3,85	5,85
≥0,5	Yok	0,74	1,93	2,93	4,85

Son olarak, (+ Y) deprem yönü ile uyumlu kiriş donatı oranlarına göre i ucundaki,

$\rho = A_{s_çekme} / (b_w.d)$ = 308 / (200*x*575) = 0,002678 (Çekme donatısı oranı)

$\rho' = A_{s_basınç} / (b_w.d)$ = 842 / (200*x*575) = 0,007321 (Basınç donatısı oranı)

$\rho_b = 0{,}85 \,.\, k_1 \,.\, k_x \,.\, f_{cm} / f_{ym}$ (Dengeli donatı oranı)

TS-500, 7.1'e göre alınan değerler ve dengeli donatı hesabı,

k_1 = 0,85

$k_x = \varepsilon_{cu} / (\varepsilon_{cu} + \varepsilon_s)$

$\mathcal{E}_{cu}$= 0,003 (Betonun birim şekil değiştirmesi) – (DBYBHY-07, 7.4.11, b)

$\mathcal{E}_{s}$= 0,01 (Donatı birim şekil değiştirmesi) – (DBYBHY-07, 7.4.11, b)

k_x = 0,2308

ρ_b = 0,85 *x* 0,850,2308 *x* 10 / 220 ≈ 0,024029

$\frac{\rho-\rho'}{\rho_b}$ = - 0,19 bulunarak, hasar sınırları değerleri tekrar belirlenir (Çizelge 5.14).

($\frac{V_e}{b_w.d.f_{ctm}}$ = 0,74 ; Sargılama = Yok)

Çizelge 5.14 : K154 kirişi (+Y) deprem yönü i ucu hasar sınır değerleri

Sünek Kirişler			**Hasar Sınırı**		
$\frac{p-p'}{p_b}$	**Sargılama**	$\frac{V_e}{b_w.d.f_{ctm}}$	**MN**	**GV**	**GC**
≤0,0	Yok	0,74	2,43	3,85	5,85
-0,19	Yok	0,74	2,43	3,85	5,85

Son bulunan parametre 0,0 değerinden küçük olup, ara değer olarak çıkmadığından tekrar enterpolasyon yapılmamıştır, uygun sınırlar belirlenmiştir.

(+Y) yönlü depremde i ucu kapasite oranı r_i = 3,29 bulunup, bu değer Çizelge 4.14'teki MN ve GV sınır değerleri arasında olduğundan, kesitin 'Belirgin Hasar' bölgesinde olduğu tespit edilmiştir.

- (+Y) deprem yönünde kiriş j ucu için sınır parametleri hesabı;

$V_{j_(G+Q+Ey)}$ = 252,60 kN (SAP2000'den okunmuştur.) > V_e = 94,74 kN

$\frac{V_e}{b_w.d.f_{ctm}} = \frac{94,74}{200x575x1,1068}$ x10^3 = 0,74

$\rho = A_{s_çekme} / (b_w.d)$ = 842 / (200x575) = 0,007321 (Çekme donatısı oranı)

$\rho' = A_{s_basınç} / (b_w.d)$ = 308 / (200x575) = 0,002678 (Basınç donatısı oranı)

ρ_b = 0,85 x 0,850,2308 x 10 / 220 ≈ 0,024029 (Dengeli donatı oranı)

$\frac{\rho-\rho'}{\rho_b}$= 0,19 bulunarak, $\frac{V_e}{b_w.d.f_{ctm}}$= 0,74 olarak ilk enterpolasyon sonucunda bulunan değerler arasında, $\frac{\rho-\rho'}{\rho_b}$ için ikinci bir enterpolasyon yapılarak, kesit hasarlarını belirlemek için kullanılacak sınır değerleri elde edilmiştir. (Çizelge 5.15).

Çizelge 5.15 : K154 kirişi (+Y) deprem yönü j ucu hasar sınır değerleri

Sünek Kirişler			Hasar Sınırı		
$\frac{p-p'}{p_b}$	**Sargılama**	$\frac{V_e}{b_w.d.f_{cm}}$	**MN**	**GV**	**GC**
≤0,0	Yok	0,74	2,43	3,85	5,85
0,19	Yok	0,74	2,23	3,50	5,47
≥0,5	Yok	0,74	1,93	2,93	4,85

(+Y) yönlü depremde j ucu kapasite oranı r_j= 1,50 bulunup, bu değer Çizelge 5.15'deki MN sınır değerinin altında olduğundan, kesitin 'Minimum Hasar' bölgesinde olduğu tespit edilmiştir.

K 154 kirişinin (+Y) deprem etkisi altında oluşan hasar durumunu belirlemek için kirişin iki ucunda da çıkan sonuçlar kontrol edilir. Olumsuz etki oluşan uçtaki hasar, kirişin hasar bölgesi olarak alınarak, kirişin hasar bölgesi '**Belirgin Hasar Bölgesi**' olarak tanımlanır. Benzer şekilde tüm kirişlerin (+Y) depremi sonucundaki hasar durumları aşağıdaki Çizelge 5.16'da verilmiştir.

Çizelge 5.16 : (+Y) Depremi kirişlerin i ve j uçlarına göre etki / kapasite oranları, sınır değerleri ve hasar durumu

		V_e	V_r	$V_e \leq V_r$	$\frac{p-p'}{p_b}$	$\frac{V_e}{b_w.d.f_{ctm}}$	r	MN	GV	GÇ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
K143	**i**	107,43	111,32	S	-0,08	0,84	2,20	2,35	3,70	5,70	MH	MH
	j				0,12		1,23	2,23	3,50	5,47	MH	
K144	**i**	67,05	111,32	S	-0,14	0,00	1,23	2,50	4,00	6,00	MH	MH
	j				0,14		0,64	2,36	3,72	5,72	MH	
K145	**i**	104,14	111,32	S	-0,08	0,82	1,75	2,37	3,74	5,74	MH	MH
	j				0,19		1,87	2,18	3,40	5,35	MH	
K146	**i**	73,42	111,32	S	-0,23	0,58	1,82	2,50	4,00	6,00	MH	MH
	j				0,08		2,12	2,42	3,84	5,84	MH	
K147	**i**	63,39	111,32	S	-0,14	0,50	2,50	2,50	4,00	6,00	MH	MH
	j				0,19		1,71	2,31	3,61	5,61	MH	
K148	**i**	109,79	111,32	S	-0,08	0,86	1,59	2,34	3,67	5,67	MH	MH
	j				0,23		1,31	2,11	3,29	5,22	MH	
K149	**i**	130,70	111,32	G	-0,23	1,03	2,45	2,21	3,42	5,42	BH	G
	j				0,08		1,34	2,13	3,30	5,26	MH	
K150	**i**	149,67	111,32	G	-0,08	1,18	1,40	2,10	3,19	5,19	MH	G
	j				0,23		1,65	1,87	2,92	4,74	MH	
K151	**i**	121,72	111,32	G	-0,23	0,96	2,45	2,26	3,53	5,53	BH	G
	j				0,08		1,47	2,18	3,40	5,37	MH	
K152	**i**	149,45	111,32	G	-0,08	1,17	1,40	2,10	3,19	5,19	MH	G
	j				0,23		1,75	1,87	2,92	4,74	MH	

Çizelge 5.16 (Devam) : (+Y) Depremi kirişlerin i ve j uçlarına göre etki / kapasite oranları, sınır değerleri ve hasar durumu

		V_e	V_r	$V_e \leq V_r$	$\frac{p-p'}{p_b}$	$\frac{V_e}{b_w.d.f_{ctm}}$	r	MN	GV	GÇ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
K153	**i**	96,96	111,32	S	-0,23	0,76	2,58	2,41	3,83	5,83	BH	BH
	j				0,19		1,29	2,22	3,47	5,44	MH	
K154	**i**	94,74	111,32	S	-0,19	0,74	3,29	2,43	3,85	5,85	BH	BH
	j				0,19		1,50	2,23	3,50	5,47	MH	
K155	**i**	84,64	111,32	S	-0,16	0,66	2,29	2,49	3,98	5,98	MH	MH
	j				0,05		2,02	2,44	3,88	5,88	MH	
K156	**i**	75,90	111,32	S	-0,19	0,60	4,28	2,50	4,00	6,00	İH	İH
	j				0,08		3,23	2,42	3,84	5,84	BH	
K157	**i**	106,37	111,32	S	-0,08	0,84	3,27	2,36	3,71	5,71	BH	BH
	j				0,19		2,72	2,16	3,38	5,33	BH	
K158	**i**	107,20	111,32	S	-0,08	0,84	2,90	2,35	3,70	5,70	BH	BH
	j				0,19		1,60	2,16	3,37	5,32	MH	
K159	**i**	143,17	111,32	G	-0,08	1,12	1,55	2,13	3,27	5,27	MH	G
	j				0,08		1,89	2,05	3,17	5,11	MH	
K160	**i**	135,56	111,32	G	-0,08	1,07	1,75	2,18	3,36	5,36	MH	G
	j				0,19		1,87	1,99	3,10	4,98	MH	
K161	**i**	131,69	111,32	G	-0,08	1,03	1,75	2,20	3,41	5,41	MH	G
	j				0,19		1,87	2,01	3,14	5,02	MH	
K162	**i**	130,60	111,32	G	-0,08	1,03	1,75	2,21	3,42	5,42	MH	G
	j				0,19		1,87	2,02	3,15	5,03	MH	
K163	**i**	146,39	111,32	G	-0,08	1,15	1,75	2,12	3,23	5,23	MH	G
	j				0,19		1,87	1,92	2,99	4,84	MH	
K164	**i**	127,38	111,32	G	-0,08	1,00	1,75	2,23	3,46	5,46	MH	G
	j				0,19		1,87	2,04	3,18	5,07	MH	
K165	**i**	133,03	111,32	G	-0,08	1,05	1,75	2,20	3,39	5,39	MH	G
	j				0,19		1,87	2,00	3,12	5,01	MH	
K166	**i**	93,68	111,32	S	-0,45	0,74	5,26	2,43	3,87	5,87	İH	İH
	j				0,30		1,24	2,13	3,31	5,27	MH	
K167	**i**	120,34	111,32	G	-0,45	0,95	4,44	2,27	3,55	5,55	İH	G
	j				0,15		1,34	2,13	3,32	5,25	MH	
K168	**i**	152,15	111,32	G	-0,08	1,20	1,40	2,08	3,16	5,16	MH	G
	j				0,23		1,65	1,85	2,90	4,71	MH	
K169	**i**	100,19	111,32	S	-0,23	0,79	2,09	2,39	3,79	5,79	MH	BH
	j				0,08		3,23	2,31	3,64	5,63	BH	
K170	**i**	89,71	111,32	S	-0,19	0,70	3,40	2,46	3,92	5,92	BH	BH
	j				0,30		1,58	2,15	3,33	5,31	MH	
K171	**i**	92,29	111,32	S	-0,30	0,73	3,52	2,44	3,88	5,88	BH	BH
	j				0,19		1,50	2,25	3,52	5,50	MH	
K172	**i**	92,91	111,32	S	-0,19	0,73	1,83	2,44	3,88	5,88	MH	MH
	j				0,08		1,48	2,36	3,72	5,71	MH	

Çizelge 5.16 (Devam) : (+Y) Depremi kirişlerin i ve j uçlarına göre etki / kapasite oranları, sınır değerleri ve hasar durumu

		V_e	V_r	$V_e \leq V_r$	$\frac{p-p'}{p_b}$	$\frac{V_e}{b_w.d.f_{ctm}}$	r	MN	GV	GÇ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
K173	**i**	106,69	111,32	S	-0,08	0,84	1,38	2,36	3,71	5,71	MH	MH
	j				0,30		1,42	2,05	3,19	5,10	MH	
K174	**i**	83,21	111,32	S	-0,30	0,65	2,86	2,50	3,99	5,99	BH	BH
	j				0,23		1,45	2,27	3,54	5,54	MH	
K175	**i**	45,43	111,32	S	-0,08	0,06	0,33	2,50	4,00	6,00	MH	MH
	j				0,08		0,33	2,42	3,84	5,84	MH	
K176	**i**	44,15	111,32	S	-0,08	0,25	0,32	2,50	4,00	6,00	MH	MH
	j				0,08		0,25	2,42	3,84	5,84	MH	
K177	**i**	45,86	111,32	S	-0,08	0,32	0,18	2,50	4,00	6,00	MH	MH
	j				0,08		0,25	2,42	3,84	5,84	MH	

Yapılan analiz sonucu (-Y), (+X) ve (-X) deprem yükleri altında, kirişlerin i ve j uçları için etki/kapasite oranları belirlenmiş, kesit ve eleman hasar durumları için tüm hesaplamalar yapılmış, bulunan tüm sonuçlar aşağıdaki Çizelge 5.17 ve Ek A'da tüm deprem yönleri için ayrı ayrı verilmiştir.

Çizelge 5.17 : (+X) Depremi Kirişlerin i ve j uçlarına göre etki / kapasite oranları, sınır değerleri ve hasar durumu

		V_e	V_r	$V_e \leq V_r$	$\frac{p-p'}{p_b}$	$\frac{V_e}{b_w.d.f_{ctm}}$	r	MN	GV	GÇ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
K101	i	159,96	111,32	S	-0,08	1,26	1,66	2,03	3,07	5,07	MH	MH
	j				0,08		1,23	1,95	2,98	4,90	MH	
K102	i	159,47	111,32	G	0,00	0,72	1,00	2,45	3,90	5,90	MH	G
	j				0,15		0,40	2,30	3,62	5,61	MH	
K103	i	112,55	111,32	G	-0,08	0,88	2,73	2,32	3,64	5,64	BH	G
	j				0,03		3,40	2,29	3,60	5,59	BH	
K104	i	81,20	111,32	S	0,03	0,64	0,88	2,47	3,95	5,95	MH	MH
	j				0,08		0,81	2,42	3,84	5,84	MH	
K105	i	120,53	111,32	G	-0,15	0,95	1,31	2,27	3,54	5,54	MH	G
	j				0,00		3,66	2,27	3,54	5,54	İH	
K106	i	148,83	111,32	G	-0,08	1,17	1,59	2,10	3,20	5,20	MH	G
	j				0,15		1,07	1,95	3,02	4,89	MH	
K107	i	161,05	111,32	G	-0,08	1,27	1,55	2,03	3,05	5,05	MH	G
	j				0,23		1,34	1,80	2,81	4,60	MH	
K108	i	146,77	111,32	G	-0,23	1,15	1,75	2,11	3,23	5,23	MH	G
	j				0,08		1,47	2,03	3,13	5,06	MH	

Çizelge 5.17 (Devam) : (+X) Depremi Kirişlerin i ve j uçlarına göre etki / kapasite oranları, sınır değerleri ve hasar durumu

		V_e	V_r	$V_e \leq V_r$	$\frac{p-p'}{p_b}$	$\frac{V_e}{b_w.d.f_{ctm}}$	r	MN	GV	GÇ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
K109	i	106,46	111,32	S	-0,45	0,84	4,44	2,36	3,71	5,71	İH	İH
	j				0,15		1,89	2,20	3,45	5,40	MH	
K110	i	121,96	111,32	G	-0,01	0,96	2,45	2,26	3,53	5,53	BH	G
	j				-0,06		15,37	2,26	3,53	5,53	GD	
K111	i	167,04	111,32	G	-0,08	1,31	4,21	2,00	3,00	5,00	İH	G
	j				0,30		0,92	1,70	2,70	4,40	MH	
K112	i	122,89	111,32	G	-0,30	0,97	2,67	2,26	3,51	5,51	BH	G
	j				0,15		0,83	2,10	3,28	5,21	MH	
K113	i	111,60	130,68	S	-0,47	0,75	2,17	2,43	3,85	5,85	MH	MH
	j				0,47		0,62	1,96	2,99	4,92	MH	
K114	i	122,20	130,68	S	-0,47	0,82	2,29	2,37	3,74	5,74	MH	MH
	j				0,47		0,67	1,90	2,93	4,81	MH	
K115	i	118,65	111,32	G	-0,45	0,93	7,91	2,28	3,57	5,57	GD	G
	j				0,30		2,74	1,98	3,10	4,97	BH	
K116	i	92,74	111,32	S	-0,30	0,73	6,90	2,44	3,88	5,88	GD	GD
	j				-0,06		8,28	2,44	3,88	5,88	GD	
K117	i	168,34	111,32	G	-0,08	1,32	4,44	2,00	3,00	5,00	İH	G
	j				0,30		1,89	1,70	2,70	4,40	BH	
K118	i	122,63	111,32	G	-0,30	0,96	4,44	2,26	3,52	5,52	İH	G
	j				0,15		1,47	2,10	3,28	5,21	MH	
K119	i	168,35	111,32	G	-0,08	1,32	1,55	2,00	3,00	5,00	MH	G
	j				0,23		1,34	1,77	2,77	4,55	MH	
K120	i	151,93	111,32	G	-0,23	1,19	1,75	2,08	3,16	5,16	MH	G
	j				0,08		1,47	2,00	3,07	5,00	MH	
K121	i	148,26	111,32	G	-0,30	1,16	4,44	2,10	3,21	5,21	İH	G
	j				0,45		1,47	1,66	2,67	4,32	MH	
K122	i	144,46	111,32	G	-0,08	1,13	1,55	2,13	3,25	5,25	MH	G
	j				0,15		1,34	1,97	3,06	4,94	MH	
K123	i	154,69	111,32	G	0,00	1,22	4,44	2,07	3,13	5,13	İH	G
	j				0,15		2,08	1,92	2,97	4,84	BH	
K124	i	78,96	111,32	S	-0,08	0,62	1,45	2,50	4,00	6,00	MH	MH
	j				0,03		1,87	2,47	3,95	5,95	MH	
K125	i	84,51	111,32	S	0,03	0,66	1,47	2,46	3,93	5,93	MH	MH
	j				0,08		1,50	2,41	3,82	5,81	MH	
K126	i	123,73	111,32	G	-0,15	0,97	2,73	2,25	3,50	5,50	BH	G
	j				0,00		6,44	2,25	3,50	5,50	GD	
K127	i	95,76	111,32	S	-0,08	0,75	1,70	2,42	3,84	5,84	MH	BH
	j				0,25		2,25	2,17	3,38	5,34	BH	
K128	i	59,37	111,32	S	-0,25	0,47	6,25	2,50	4,00	6,00	GD	GD
	j				0,08		3,97	2,42	3,84	5,84	İH	

Çizelge 5.17 (Devam) : (+X) Depremi Kirişlerin i ve j uçlarına göre etki / kapasite oranları, sınır değerleri ve hasar durumu

		V_e	V_r	$V_e \leq V_r$	$\frac{p-p'}{p_b}$	$\frac{V_e}{b_w.d.f_{ctm}}$	r	MN	GV	GÇ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
K129	i	60,66	111,32	S	-0,08	0,48	1,87	2,50	4,00	6,00	MH	MH
	j				0,19		1,81	2,31	3,61	5,61	MH	
K130	i	48,81	111,32	S	-0,19	0,38	8,03	2,50	4,00	6,00	GD	GD
	j				0,08		5,42	2,42	3,84	5,84	İH	
K131	i	96,61	111,32	S	-0,15	0,76	4,07	2,42	3,83	5,83	İH	İH
	j				0,52		1,21	1,92	2,92	4,83	MH	
K132	i	471,34	111,32	G	-0,07	3,70	0,96	2,00	3,00	5,00	MH	G
	j				-0,36		2,32	2,00	3,00	5,00	BH	
K133	i	431,00	111,32	G	-0,07	0,06	0,13	2,50	4,00	6,00	MH	G
	j				-0,22		0,35	2,50	4,00	6,00	MH	
K134	i	202,76	111,32	G	-0,07	0,25	0,13	2,50	4,00	6,00	MH	G
	j				-0,22		0,26	2,50	4,00	6,00	MH	
K135	i	220,78	111,32	G	-0,07	0,32	0,07	2,50	4,00	6,00	MH	G
	j				-0,36		0,26	2,50	4,00	6,00	MH	
K136	i	353,31	111,32	G	-0,15	0,32	0,10	2,50	4,00	6,00	MH	G
	j				-0,29		0,26	2,50	4,00	6,00	MH	

5.3.7 Kolonların değerlendirilmesi

Kolon sonuçlarının incelenmesi aşamasında öncelikle yapılması gereken, hem kesme tahkikinde, hem de kesitlerin sünek çıkması halinde kolon kapasitelerinin belirlenmesinde kullanılmak üzere kolonların moment kapasitelerini belirlemektir.

5.3.7.1 Kolon moment kapasitelerinin belirlenmesi

Hesaplara örnek teşkil etmesi amacıyla seçilen S139 kolonu üzerinden yapılan tüm hesaplar aşağıda incelenecektir. Kolonların moment kapasitelerini belirlemek için kolon karşılıklı etki diyagramının çizilmesi gerekir. Bu diyagramın, DBYBHY-07, Bilgilendirme Eki 7A'da anlatılan şekilde çizilmesi amacıyla, bir excel programı olan 'Dikdörtgen Kolon Analizi' yazılımından yararlanılmıştır (Ersoy, U.). Diyagramın çizimi için programa girilen kolona ait bilgiler aşağıda sıralanmıştır:

S139 kolonu için; f_{cm} = 10 MPa

f_{ym} = 220 MPa

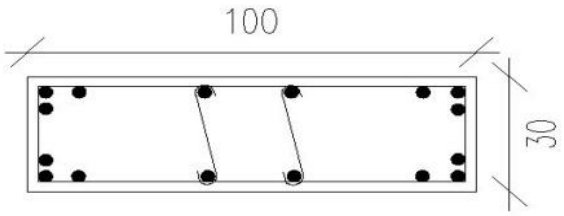
E_s = 200.000 MPa

$\gamma_{mc} = \gamma_{ms} = 1$

Planda Kolon Genişliği (b)= 300 mm

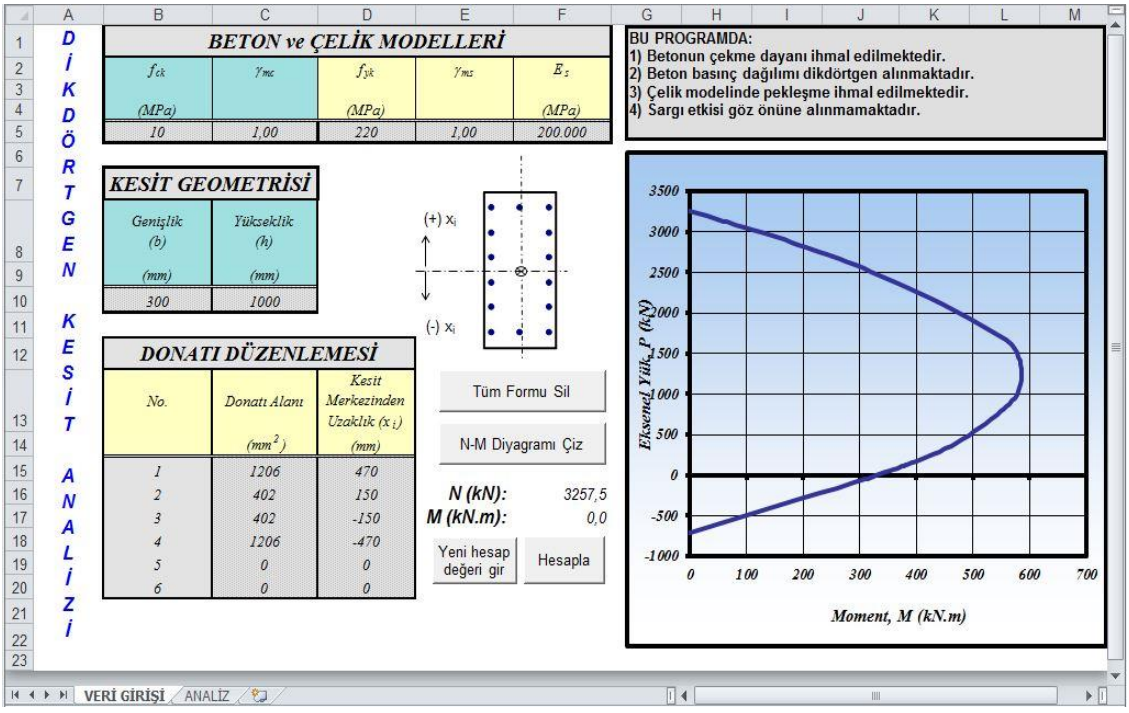
Planda Kolon yüksekliği (h)= 1000 mm

Donatı alanı= 3216 mm^2 (Programa girilmesi gereken donatılar arasındaki mesafe için, Şekilde 5.12'deki projeden alınan donatı düzeninden yararlanılmıştır.)

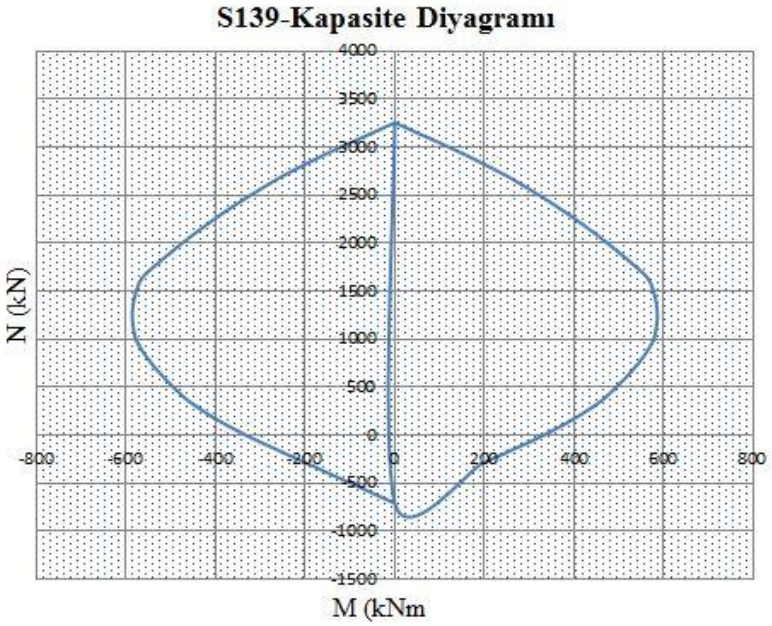


Şekil 5.12 :S139 kolonu donatı düzeni - 16 Ø 16

Tüm bilgiler yararlanılan programa Şekil 5.13'deki gibi girilmiş ve programın detaylı olarak verdiği moment 'M' ve normal kuvvet 'N' değerlerine göre moment kapasitesini belirlemek için kullanılacak olan ayrı bir diyagram çizdirilmiştir (Şekil 5.14).

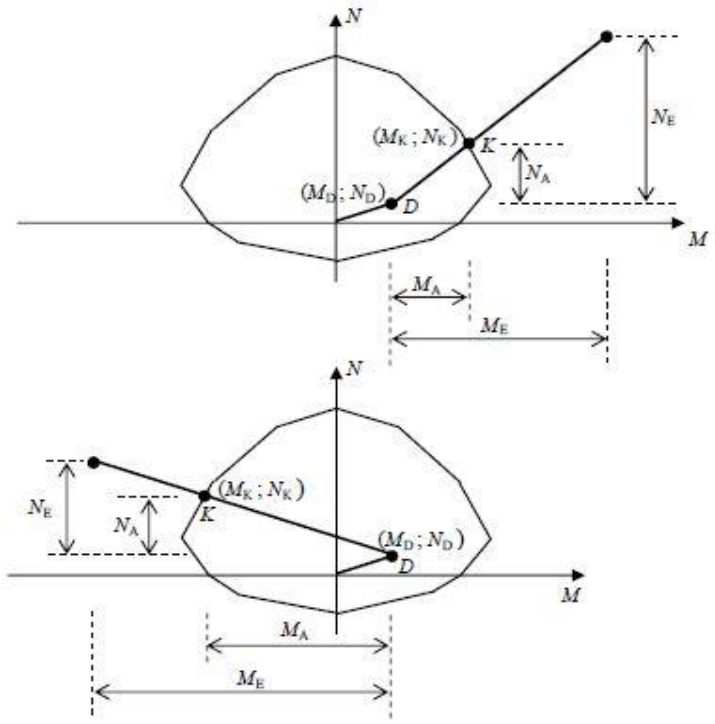


Şekil 5.13 :'Dikdortgen Kolon Analizi' programı ±X depremindeki kolon karşılıklı etki diyagramı çiziminde kullanılan ekran görüntüsü



Şekil 5.14 :S139 Kolonu M-N karşılıklı etkileşim diyagramı

Bölüm 2.5.1'de anlatılan şekilde DBYBHY-07, 7A.1'deki çözüm yolu izlenerek, gerekli olan düşey yüklerden meydana gelen M_D-N_D çifti ve R=1 alınarak deprem yönleri ile uyumlu olan M_E-N_E çifti bulunup, Şekil 5.15'teki gibi diyagram oluşturalarak kolonun kapasite M_K-N_K çifti elde edilir.



Şekil 5.15 : Moment ve normal kuvvet kapasitelerinin belirlenmesi (DBYBHY-07, Şekil 7A.1)

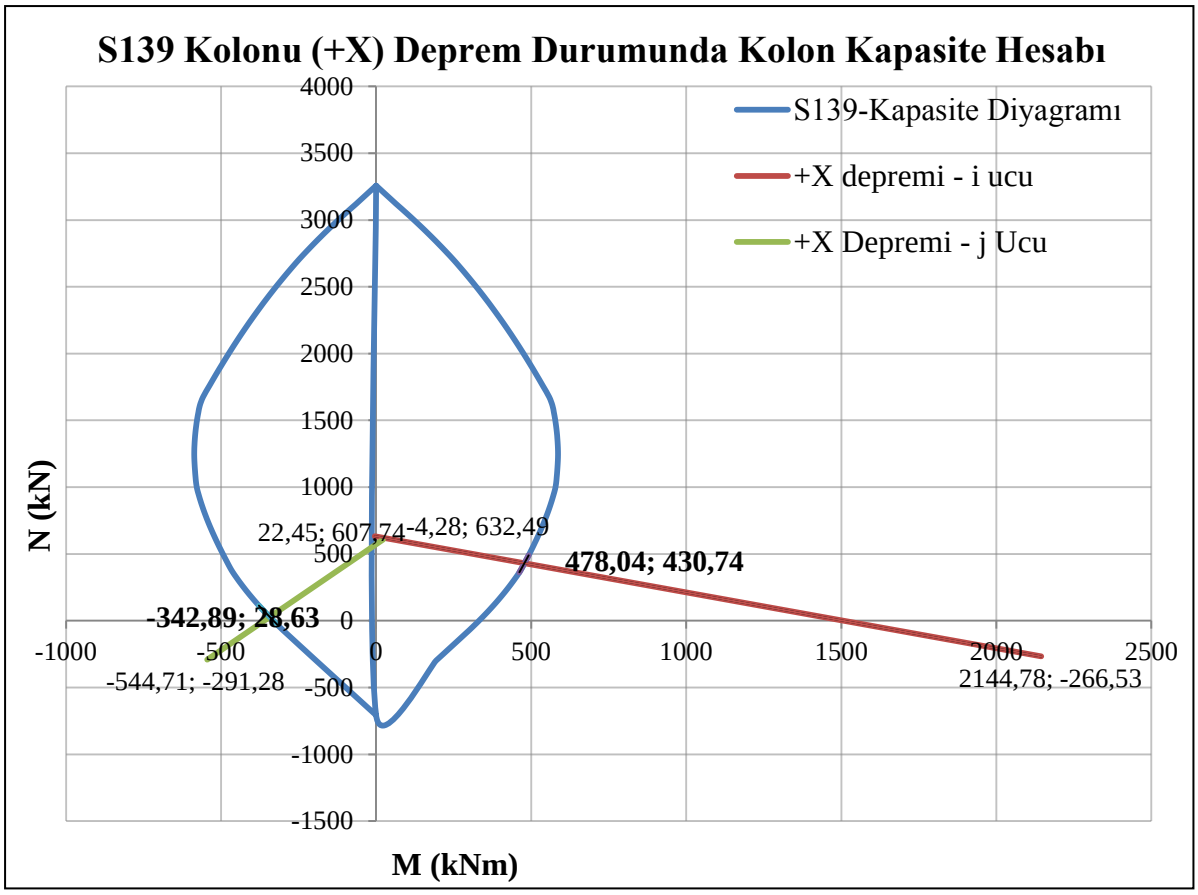
Şekil 5.15'te de görüldüğü gibi kolonun i ve j uçları için deprem etkisi altında oluşan momentler farklı yönde moment oluşturduğundan, iki uç için ayrı moment-normal kuvvet kapasiteleri elde edilir. Tüm kolonlarda bu hesaplar, kolonun iki ucu ve deprem yönleri ile doğrultuları birlikte incelenmek üzere 8 adet yapılmıştır. Örnekte (+X) - (-X) ve (+Y) – (-Y) deprem doğrultuları için S139 kolonunun iki ucuna ait hesaplar bulunmaktadır.

- Kolonun SAP 2000 analiz sonuçlarına göre programdan alınan değerler aşağıda Çizelge 5.18'de verilmiştir. Bunlar kolonun i ve j uçlarındaki, R=1 alınarak hesaplanan (+X) deprem yükleri altında oluşan x doğrultulu moment ve normal kuvvet değerleri ile G+0,3Q düşey yüklemesi altında x doğrultusunda oluşan moment ve normal kuvvet değerleridir.

Çizelge 5.18 : S139 Kolonun (+X) depremi moment-normal kuvvet değerleri

	Düşey Yükler Altında		**(+X) Deprem Yükleri Altında**	
	M_D(kN-m)	**N_D(kN)**	**M_E(kN-m)**	**N_E(kN)**
i ucu	-4,28	632,49	2149,06	-899,02
j ucu	22,45	607,74	-567,16	-899,02

Bulunan moment değerleri ile DBYBHY-07, 7A.1.1'deki yöntem doğrultusunda, i ucu (alt uç) için yapılan hesap Şekil 5.16 üzerinden anlatılacaktır. i ucu düşey yükler altındaki M_D-N_D değerleri olan (-4,28 ; 632,49) diyagramda işaretlenmiştir. Bu nokta ile deprem yükleri altında M_E-N_E değerlerinin (2149,06 ; -899,02) yatay ve düşey izdüşümleri vektörel olarak toplanmıştır. Bu işlem sonucu bulunan (2144,78 ; -266,53) noktası ve M_D-N_D noktasının birleştirilmesi ile diyagramda gözüken i ucuna ait kırmızı renkli doğru çizilmiştir. Bu doğru ile mavi renkli S139 kolonuna ait kapasite diyagramının kesiştiği nokta bulunarak, kesitin (+X) deprem yönü kapasitesi **M_{K_i} = 478,04** ve **N_{K_i} = 430,74** olarak elde edilmiştir. Aynı işlemler j ucu (üst uç) için tekrarlanıp, yeşil renkli doğru ile kolona ait mavi renkli kapasite diyagramı kesiştirildiğinde, j ucuna ait (+X) deprem yönü kapasitesi **M_{K_j} = -342,89** ve **N_{K_j} = 28,63** olarak bulunmuştur.



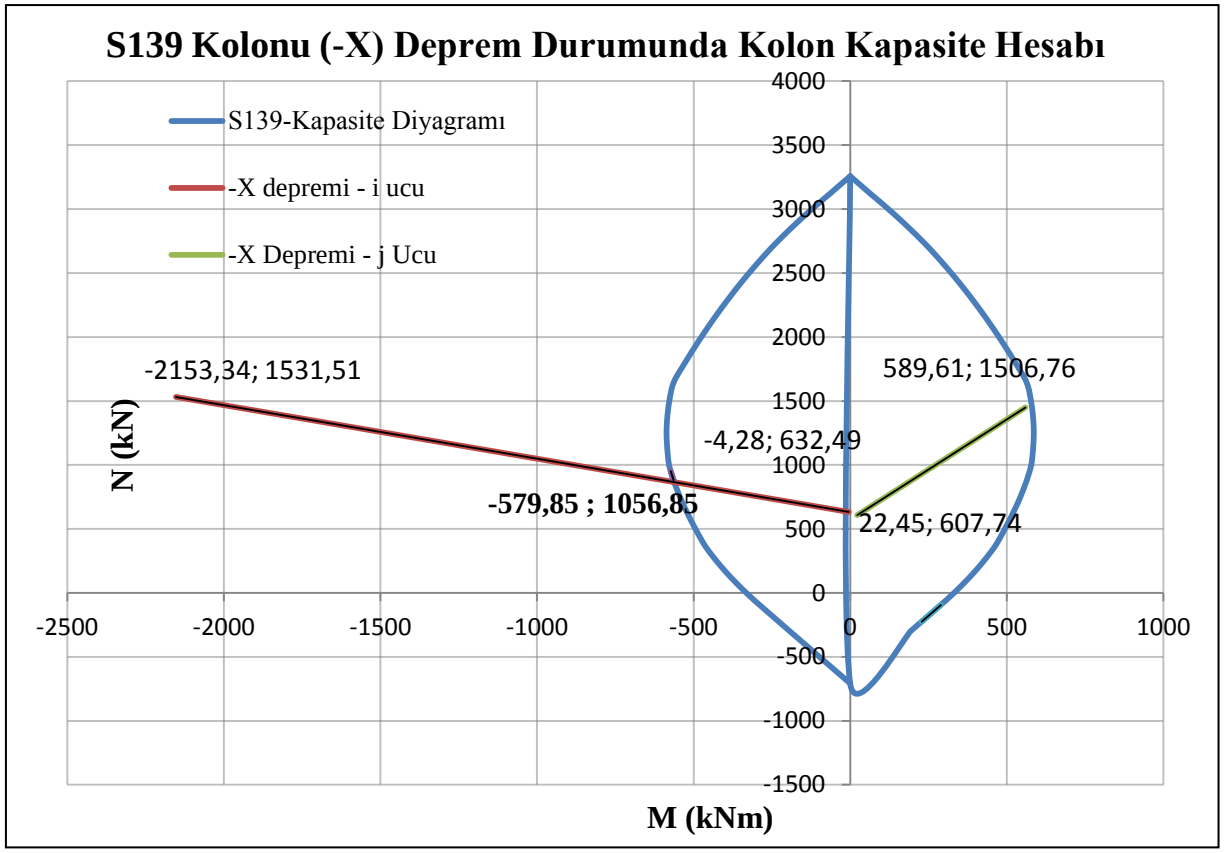
Şekil 5.16 :(+X) Deprem durumundaki S139 kolonu kapasite hesabı

- Aynı yöntem çerçevesinde yapılan hesaplar, S139 kolonu i ve j uçları için (-X) deprem yönünde tekrarlanmıştır. SAP 2000'den alınan gerekli moment değerleri Çizelge 5.19'da görülmektedir.

Çizelge 5.19 : S139 Kolonun (-X) depremi moment-normal kuvvet değerleri

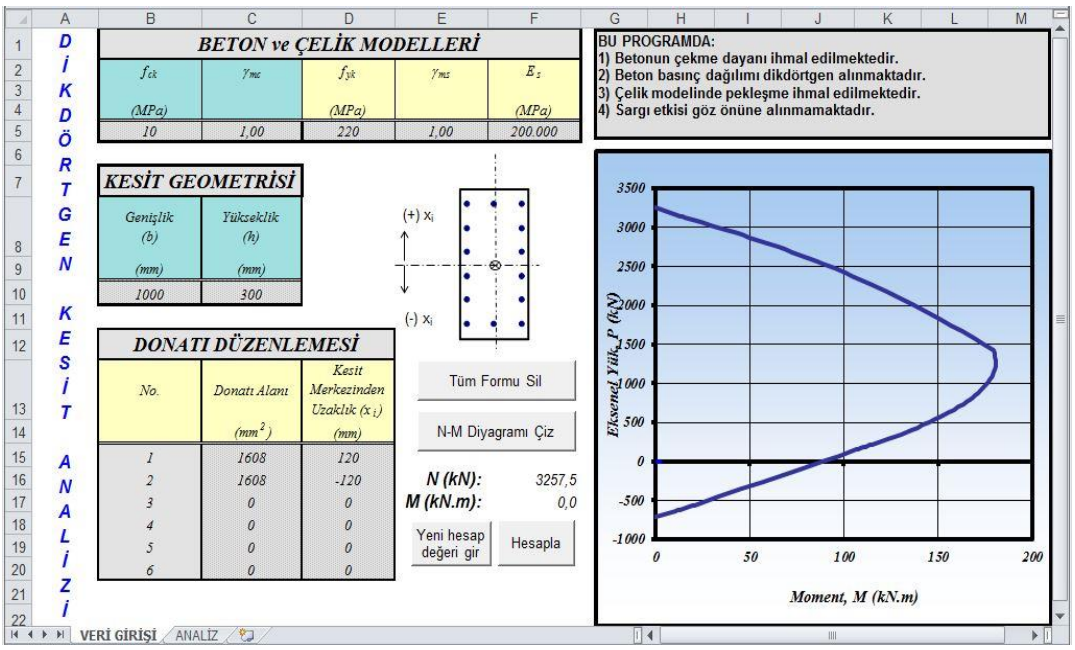
	Düşey Yükler Altında		**(-X) Deprem Yükleri Altında**	
	M_D(kN-m)	**N_D(kN)**	**M_E(kN-m)**	**N_E(kN)**
i ucu	-4,28	632,49	-2149,06	899,02
j ucu	22,45	607,74	567,16	899,02

M_D-N_D ve M_E-N_E değerleri kullanılarak bulunan S139 kolonunun (-X) depremi yönündeki i ve j uçlarına ait kapasite moment ve normal kuvvetleri, $\mathbf{M_{K_i}}$ **= -579,85** ve $\mathbf{N_{K_i}}$ **= 1056,85** olarak bulunmuştur (Şekil 5.17). j Ucu için yeşil renkli doğru, mavi renkli kapasite diyagramını kesmediğinden, bu ucun kapasiteye ulaşmadığı ve minimum hasar bölgesinde kaldığı kabul edilir (DBYBHY-07, 7A.2. Özel Durum).



Şekil 5.17 :(-X) Deprem durumundaki S139 kolonu kapasite hesabı

- S139 tüm kolon bilgileri, (±Y) doğrultusundaki deprem yükleri altında kolonun moment kapasite diyagramını oluşturmak için 'Dikdortgen Kolon Analizi' programına girilmiştir (Şekil 5.18).

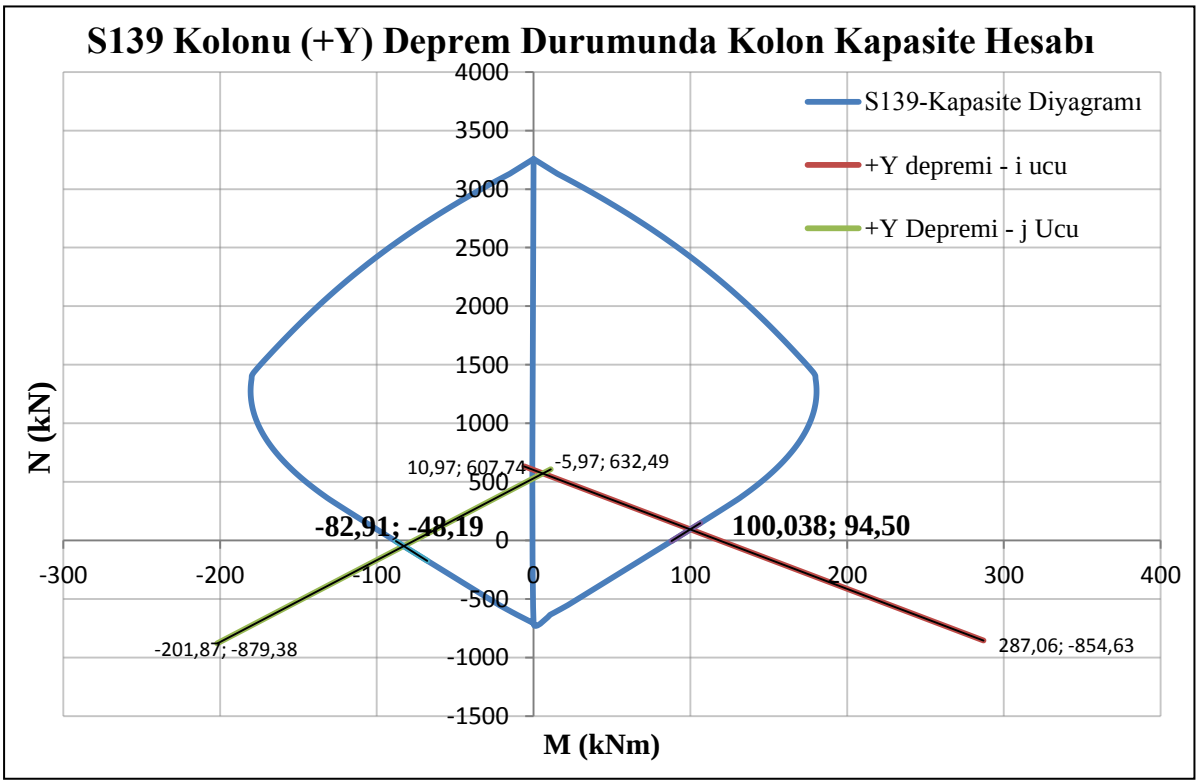


Şekil 5.18 :'Dikdortgen Kolon Analizi' programı ±Y depremindeki kolon karşılıklı etki diyagramı çiziminde kullanılan ekran görüntüsü

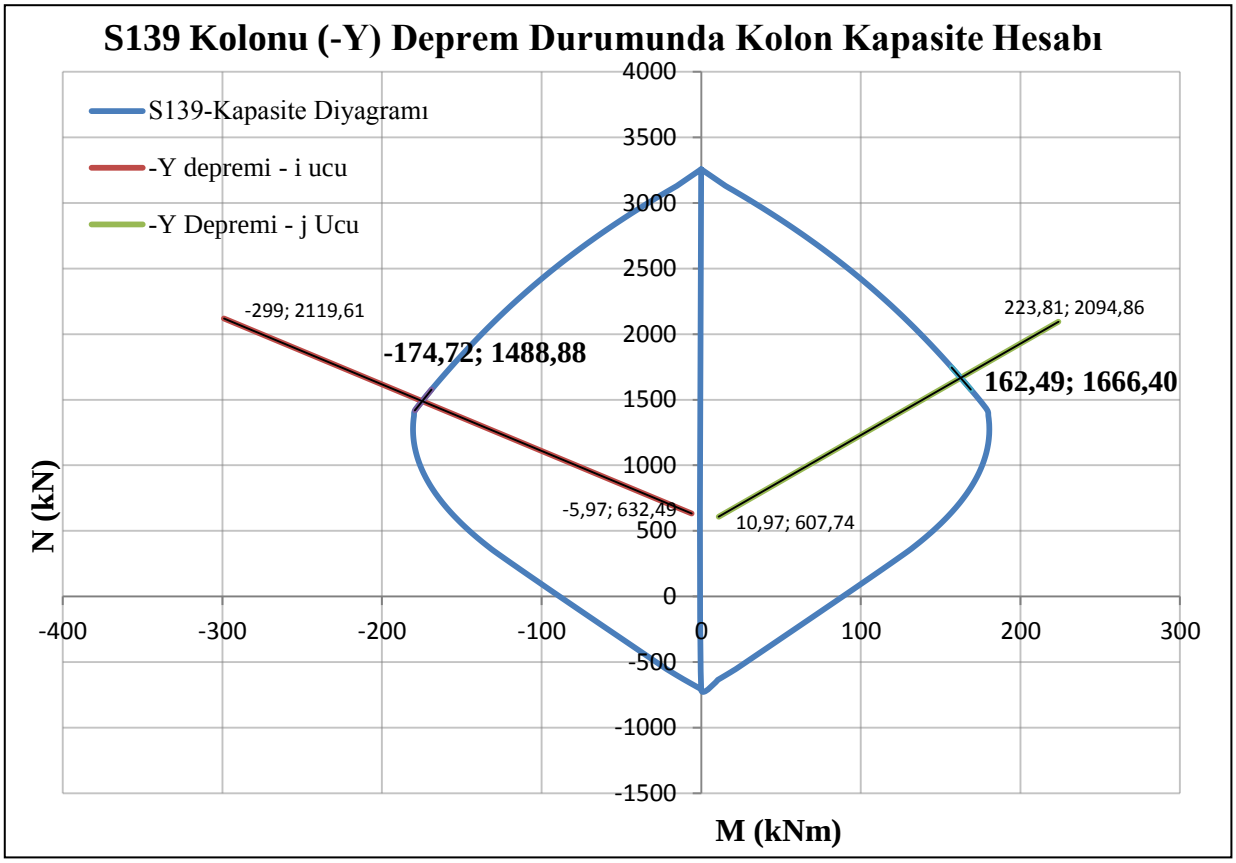
S139 kolonu i ve j uçlarına ait, (+Y) ve (-Y) deprem yönlerindeki hesaplarda kullanılan moment değerleri Çizelge 5.20'de verilmiştir. Bu moment değerleri kullanılarak kolonun Y doğrultusundaki karşılıklı etki diyagramı üzerindeki hesaplamaları Şekil 5.19 ve Şekil 5.20'dedir. Bu sonuçlara göre kolonun (+Y) yönündeki i ucuna ait kapasitesi $\mathbf{M_{K_i}}$ **= 100,038** ve $\mathbf{N_{K_i}}$ **= 94,50**; j ucuna ait kapasitesi $\mathbf{M_{K_j}}$ **= -82,91** ve $\mathbf{N_{K_j}}$ **= -48,19**; (-Y) yönündeki kapasiteleri ise $\mathbf{M_{K_i}}$ **= -174,72** ve $\mathbf{N_{K_i}}$ **= 1488,88** ile $\mathbf{M_{K_j}}$ **= 162,49**ve $\mathbf{N_{K_j}}$ **= 1666,40** olarak bulunmuştur. S139 kolonunun tüm deprem yönlerindeki iki ucuna ait kapasiteler Çizelge 5.21'de verilmiştir.

Çizelge 5.20 : S139 - (+Y) ve (-Y) Depremi moment-normal kuvvet değerleri

	Düşey Yükler Altında		**(+Y) Deprem Yükleri Altında**		**(-Y) Deprem Yükleri Altında**	
	M(kN-m)	**N(kN)**	**M(kN-m)**	**N(kN)**	**M(kN-m)**	**N(kN)**
i ucu	-5,97	632,49	293,03	-1487,12	-293,03	1487,12
j ucu	10,97	607,74	-212,84	-1487,12	212,84	1487,12



Şekil 5.19 :(+Y) Deprem durumundaki S139 kolonu kapasite hesabı



Şekil 5.20 :(-Y) Deprem durumundaki S139 kolonu kapasite hesabı

Çizelge 5.21 : S139 Kolonunun kapasite moment-normal kuvvet değerleri

+X Depremi		**-X Depremi**		**+Y Depremi**		**-Y Depremi**	
$\mathbf{M_{K_i}}$=	478,0368	$\mathbf{M_{K_i}}$=	-579,851	$\mathbf{M_{K_i}}$=	100,038	$\mathbf{M_{K_i}}$=	-174,716
$\mathbf{N_{K_i}}$=	430,7372	$\mathbf{N_{K_i}}$=	1056,853	$\mathbf{N_{K_i}}$=	94,49717	$\mathbf{N_{K_i}}$=	1488,876
$\mathbf{M_{K_i}}$=	-342,894	$\mathbf{M_{K_i}}$=	-	$\mathbf{M_{K_i}}$=	-82,9087	$\mathbf{M_{K_i}}$=	162,4886
$\mathbf{N_{K_i}}$=	28,62879	$\mathbf{N_{K_i}}$=	-	$\mathbf{N_{K_i}}$=	-48,1929	$\mathbf{N_{K_i}}$=	1666,398

5.3.7.2 Kesme tahkiki

Mod Birleştirme Yöntemine göre doğrusal elastik analizi yapılan binanın kolonlarını değerlendirmeden önce, kirişlerde olduğu gibi kesme kontrolü yapılır. Yönetmelik koşullarına bağlı olarak Bölüm 2.5.1'de anlatılan şekilde kolonların kırılma türünü belirlemek için, öncelikle DBYBHY-07, Bölüm 3.3.7'ye göre kesme kuvveti V_e hesaplanır. Daha sonra, belirlenen bilgi düzeyi kat sayısı ile çarpılan mevcut malzeme dayanımı kullanılarak TS-500'e göre kesme kapasitesi V_r hesaplanır. Bulunan değerlerden kesme kuvveti V_e'nin, kesme kapasitesi V_r'den fazla çıkması

durumunda, kesitin kapasiteden fazla kesme kuvveti alması sonucuna göre gevrek kırıldığı kabul edilir. Diğer koşulda işlemlere devam edilir.

V_e'nin hesabı Bölüm 2.5.1'deki Denklem **2.1** kullanılarak hesaplanır. Denklemdeki moment değerlerinin hesabında, DBYBHY-07' 3.3.7.2 maddesindeki ibare dikkate alınarak, kolonların kirişlerden daha güçlü olması koşulu irdelenmeden, kolonların moment kapasitesi olarak alınmış ve güvenli tarafta hesap yapılması sağlanmıştır.

- X doğrultusu için yapılan incelemede (+X) depreminin daha olumsuz sonuçlar oluşturduğu belirlendiğinden hesaplarda bu kapasiteler kullanılmıştır. Kiriş yükseklikleri 60 cm olduğundan, kolonun kiriş yüzleri arasında kalan serbest açıklığı, l_n = 3,3 – 0,6= 2,7 m. ise;

$$(478{,}04 + 342{,}89) = (820{,}93) > (579{,}85)$$

$$V_e = (478{,}04+342{,}89) / 2{,}7$$

$$V_e = 304{,}05 \text{ kN}$$

TS-500, Bölüm 8.1.4'e göre hesaplanacak olan kolon kesme kapasitesi V_r için gerekli bilgiler aşağıda sıralanmıştır. V_r'nin hesabında, belirlenen bilgi düzeyi katsayısının etkisi hesaba yansıtılmıştır (DBYBHY-07, 7.5.2.2, a).

b_w = 300 mm. (Kolonun y dorultusundaki boyutu)

d' = 25mm. (Pas payı)

d = 975 mm. (Kolon x doğrultusundaki faydalı uzunluğu)

f_{cm} = 10 MPa (Beton basınç dayanımı)

f_{ym} = 220 MPa (Boyuna donatının akma dayanımı)

f_{ywm} = 220 MPa (Enine donatının akma dayanımı)

f_{ctm} = 0,35 x $\sqrt{f_{cm}}$ = 1,1068 MPa (Beton çekme dayanımı)

X doğrultusundaki etriye kolu sayısı= 4

Etriye enkesit alanı= 50 mm^2. (φ8)

Etriye aralığı= 22 cm.

Bilgi düzeyi kat sayısı= 0,9 (Orta bilgi düzeyi)

$V_r = V_c + V_{ws}$

$V_c = 0{,}8 \cdot V_{cr}$ (Kesme dayanımına beton katkısı)

$V_{cr} = 0{,}65 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d$ (Kesitin kesmede çatlama dayanımı)

$V_c = 0{,}52 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d$

V_c = 0,52 x 1,1068 x 300 x 975 /10^3 = 168,34 kN

$V_{ws} = A_{sw}/s \cdot f_{ywm} \cdot d$ (Kesme dayanımına kesme donatısı katkısı)

V_{ws} = 0,9091 x 220 x 975 /10^3= 195

V_r= 168,34 + 195 =363,34

Vr= 363,34 x 0,9= V_r = 327,01 kN

$\boldsymbol{V_e \leq V_r}$

304,05 < 327,01 olduğundan, kolonun kesme tahkiki sonucu sünek olarak kırıldığı belirlenmiştir. Bölüm 2.5.1'de anlatılan şartlar sağlandığından S139 kolonunun x doğrultulu depremlerdeki davranışı 'Sünek (S)' olarak tanımlanıp, kapasite hesaplarına devam edilebilir.

- Y doğrultusu için yapılan incelemede (-Y) depreminin daha olumsuz sonuçlar oluşturduğu belirlendiğinden kesme tahkikinde bu kapasiteler kullanılmıştır.

(100,04 + 82,91) > (174,72 + 167,49)

V_e = (174,72+167,49) / 2,7

V_e = 124,89 kN

Y doğrultulu deprem için, TS-500, Bölüm 8.1.4'e göre hesaplanacak olan kolon kesme kapasitesi V_r için gerekli bilgiler aşağıda sıralanmıştır. V_r'nin hesabında, belirlenen bilgi düzeyi katsayısının etkisi hesaba yansıtılmıştır (DBYBHY-07, 7.5.2.2, a).

b_w = 1000 mm. (Kolonun x dorultusundaki boyutu)

d' = 25mm. (Pas payı)

d = 275 mm. (Kolonun y doğrultusundaki faydalı uzunluğu)

f_{cm} = 10 MPa , f_{ym} = 220 MPa , f_{ywm} = 220 MPa

f_{ctm} = 0,35 x $\sqrt{f_{cm}}$ = 1,1068 MPa

Y doğrultusundaki etriye kolu sayısı= 2

Etriye enkesit alanı= 50 mm^2. (φ8)

Etriye aralığı= 22 cm.

Bilgi düzeyi kat sayısı= 0,9 (Orta bilgi düzeyi)

V_c = 0,52 x 1,1068 x 1000 x 275 /10^3 = 158,27 kN

V_{ws} = 0,4545 x 220 x 275 /10^3= 27,5

V_r= 158,27 + 27,5 =185,77

V_r= 185,77 x 0,9= V_r = 167,19 kN

$\boldsymbol{V_e \leq V_r}$

124,89 < 167,19 olduğundan, kolonun y doğrultulu deprem etkisi altındaki kesme tahkiki sonucu sünek olarak kırıldığı belirlenmiştir. Bütün şartlar sağlandığından S139 kolonunun y doğrultulu depremlerdeki davranışı **'**Sünek (S)**'** olarak tanımlanıp, kapasite hesaplarına devam edilebilir.

5.3.7.3 Kolonlarda etki/kapasite oranının hesaplanması

Sünek olarak kırıldığı belirlenen kolonlarda bulunan etki/kapasite oranlarının hesabına, örnek olarak S139 kolonu incelenerek devam edilecektir. Etki/kapasite oranı, *r* , DBYBHY-07, Bilgilendirme Eki 7A'da açıklandığı üzere, kolonda deprem etkisi altında oluşan moment değerleri M_E'nin, yine deprem yönü ile uyumlu olarak bulunan artık moment kapasiteleri M_A ile oranı olarak hesaplanır.

Artık momenti belirlemek için, kesitte hesaplanan moment kapasitelerinden, kesitin düşey yükler altında oluşan moment değerleri çıkartılarak, deprem yüklerini karşılayacak olan kapasitesi bulunur.

$M_A = M_K - M_D$ denklemi ile daha önce verilmiş olan depremden oluşan momentler ve düşey yükler altında oluşan moment değerlerine göre hesaplanmış artık moment kapasiteleri Çizelge 5.22'de verilmiştir.

Çizelge 5.22 : S139 Kolonun kapasite artık moment-normal kuvvet değerleri

+X Depremi		**+Y Depremi**	
$\mathbf{M_{A_i}}$=	482,32	$\mathbf{M_{A_i}}$=	106,01
$\mathbf{M_{A_j}}$=	-365,34	$\mathbf{M_{A_j}}$=	-93,88
$\mathbf{N_{A_i}}$=	-201,75	$\mathbf{N_{A_i}}$=	-537,99
$\mathbf{N_{A_j}}$=	-579,11	$\mathbf{N_{A_j}}$=	-655,93

Çizelge 5.22 (Devam) : S139 Kolonun kapasite artık moment-normal kuvvet değerleri

-X Depremi		**-Y Depremi**	
$\mathbf{M_{A_i}}$=	-575,57	$\mathbf{M_{A_i}}$=	-168,75
$\mathbf{M_{A_j}}$=	-	$\mathbf{M_{A_j}}$=	151,52
$\mathbf{N_{A_i}}$=	424,36	$\mathbf{N_{A_i}}$=	856,39
$\mathbf{N_{A_j}}$=	-	$\mathbf{N_{A_j}}$=	1058,66

$r = M_E / M_A$ ve $r = N_E / N_A$ denklemleri ile bulunan etki / kapasite oranı, r için S139 kolonunun aldığı değerler tüm deprem yönlerine göre aşağıdaki Çizelge 5.23'te verilmiştir.

Çizelge 5.23 : S139 Kolonunun etki/kapasite oranı r değerleri

	+X Depremi			**+Y Depremi**	
i ucu	$r_i = M_{E_i} / M_{A_i}$	4,46	i ucu	$r_i = M_{E_i} / M_{A_i}$	2,76
	$r_i = N_{E_i} / N_{A_i}$	4,46		$r_i = N_{E_i} / N_{A_i}$	2,76
j ucu	$r_j = M_{E_j} / M_{A_j}$	1,55	j ucu	$r_j = M_{E_j} / M_{A_j}$	2,27
	$r_j = N_{E_j} / N_{A_j}$	1,55		$r_j = N_{E_j} / N_{A_j}$	2,27
	-X Depremi			**-Y Depremi**	
i ucu	$r_i = M_{E_i} / M_{A_i}$	3,73	i ucu	$r_i = M_{E_i} / M_{A_i}$	1,74
	$r_i = N_{E_i} / N_{A_i}$	3,73		$r_i = N_{E_i} / N_{A_i}$	1,74
j ucu	$r_j = M_{E_j} / M_{A_j}$	-	j ucu	$r_j = M_{E_j} / M_{A_j}$	1,40
	$r_j = N_{E_j} / N_{A_j}$	-		$r_j = N_{E_j} / N_{A_j}$	1,40

Belirlenen etki/kapasite oranlarına göre kolonların hangi hasar sınırında olduğunu belirlemek için DBYBHY, 7.5.2.5'de anlatıldığı üzere bu bölümden alınan aşağıdaki Çizelge 5.24'teki hasar sınırları parametreleri bulunmalıdır. Ara değer çıkması durumunda enterpolasyon yapılır.

Çizelge 5.24 : Kolonlar için hasar sınırları tablosu (DBYBHY-07, Tablo 7.3)

Sünek Kolonlar			**Hasar Sınırı**		
$\frac{N_K}{A_c f_{cm}}$ (1)	Sargılama	$\frac{V_e}{b_w d\, f_{ctm}}$ (2)	**MN**	**GV**	**GÇ**
≤ 0.1	Var	≤ 0.65	3	6	8
≤ 0.1	Var	≥ 1.30	2.5	5	6
≥ 0.4 ve ≤ 0.7	Var	≤ 0.65	2	4	6
≥ 0.4 ve ≤ 0.7	Var	≥ 1.30	1.5	2.5	3.5
≤ 0.1	Yok	≤ 0.65	2	3.5	5
≤ 0.1	Yok	≥ 1.30	1.5	2.5	3.5
≥ 0.4 ve ≤ 0.7	Yok	≤ 0.65	1.5	2	3
≥ 0.4 ve ≤ 0.7	Yok	≥ 1.30	1	1.5	2
≥ 0.7	–	–	1	1	1

Öncelikle, projedeki tüm kolonlarda sarılma bölgesinde etriye sıklaştırması yapılmadığı ve etriye aralıklarının eleman boyunca 22 cm. aralıklı olduğu kabul edildiğinden, kolonda sargılama 'Yok' olarak tanımlanan sınır değerleri incelenir.

- (+X) deprem yönünde kolon i ucu için sınır parametleri hesabı;

Parametrelerdeki V_e için, "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" (DBYBHY-07, 7.5.2.2,a), ibaresi kontrol edilerek depremden hesaplanan kesme kuvvetinin, kesme tahkikinde hesaplanan V_e'den küçük olmadığı görüldüğünden hesaba aynı V_e ile devam edilmiştir.

$V_{i_(G+Q+Ey)}$ = 771,34 kN (SAP2000'den okunmuştur.) > V_e = 304,05 kN.

$$\frac{V_e}{b_w.d.f_{ctm}} = \frac{304{,}05}{300\ x\ 975\ x\ 1{,}1068} \text{ x}103 = 0{,}9392 \approx 0{,}94$$

Yukarıdaki sınır değerlerinin S139 için belirlenmesi için, önce diğer parametreler sabit tutularak $\frac{V_e}{b_w.d.f_{ctm}}$ =0,94 için iki opsiyonlu sınır değerler bulunur (Çizelge 5.25).

Çizelge 5.25 : S139 Kolonu, $V_e/(b_w.d.f_{ctm})$ parametresine göre enterpolasyon uygulanmış (+X deprem yönü) sınır değerleri

Sünek Kolonlar			**Hasar Sınırı**		
$\frac{N_K}{A_C f_{cm}}$	**Sargılama**	$\frac{V_e}{b_w.d.f_{ctm}}$	**MN**	**GV**	**GC**
≤0,1	Yok	≤0,65	2	3,5	5
≤0,1	Yok	**0,94**	1,78	3,06	4,33
≤0,1	Yok	≥1,30	1,5	2,5	3,5
≥0,4 ve ≤0,7	Yok	≤0,65	1,5	2	3
≥0,4 ve ≤0,7	Yok	**0,94**	1,28	1,78	2,56
≥0,4 ve ≤0,7	Yok	≥1,30	1	1,5	2

İkinci parametre olarak i ucunda bulunan kapasite normal kuvveti değeri ile '$\frac{N_K}{A_c f_{cm}}$' hesabı yapılarak, S139 kolonu i ucuna ait hasar sınır değerleri, Çizelge 5.26'daki gibi belirlenir.

N_K= 430,74 kN

A_c= 1000*x*300 mm

f_{cm}= 10 mPa

$\frac{N_K}{A_c f_{cm}} = \frac{430,74}{300000x10} x10^3 = 0,1436 \approx 0,14$

Çizelge 5.26 : S139 Kolonu (+X) deprem yönü i ucu için hasar sınır değerleri

Sünek Kolonlar			Hasar Sınırı		
$\frac{N_K}{A_C f_{cm}}$	Sargılama	$\frac{V_e}{b_w . d . f_{ctm}}$	MN	GV	GC
≤0,1	Yok	0,94	1,78	3,06	4,33
0,14	Yok	0,94	**1,71**	**2,87**	**4,07**
≥0,4 ve ≤0,7	Yok	0,94	1,28	1,78	2,56

(+X) yönlü depremde kolonun alt ucundaki etki/kapasite oranı r_i= 4,46 çıktığından, bu değerin hasar sınırı GC=4,07'den büyük olduğu görülmüştür. S139 kolonu i ucu +X depremi altında '**Göçme Durumu**'ndadır.

- (+X) deprem yönünde kolon j ucu için sınır parametleri hesabı;

$\frac{V_e}{b_w . d . f_{ctm}} = \frac{304,05}{300 \; x \; 975 \; x \; 1,1068} x10^3 = 0,9392 \approx$ **0,94**

N_K= 28,63 kN

A_c= 1000*x*300 mm

f_{cm}= 10 MPa

$\frac{N_K}{A_c f_{cm}} = \frac{28,63}{300000 \; x \; 10} x10^3 =$ 0,009543 ≈ **0,010**, olarak hesaplanan sınır parametrelerine göre hasar sınırları Çizelge 5.27'deki gibi belirlenmiştir.

Çizelge 5.27 : S139 Kolonu (+X) deprem yönü j ucu için hasar sınır değerleri

Sünek Kolonlar			Hasar Sınırı		
$\frac{N_K}{A_C f_{cm}}$	Sargılama	$\frac{V_e}{b_w . d . f_{ctm}}$	MN	GV	GC
≤0,1	Yok	0,94	1,78	3,06	4,33
0,10	Yok	0,94	**1,78**	**3,06**	**4,33**
≥0,4 ve ≤0,7	Yok	0,94	1,28	1,78	2,56

(+X) yönlü depremde kolonun üst ucundaki etki/kapasite oranı r_j= 1,55 çıktığından, bu değerin hasar sınırı MN=1,78'in altında olduğu görülmüştür. S139 kolonu j ucu +X depremi altında '**Minimum Hasar'** bölgesindedir.

S139 kolonunun (+X) deprem etkisi altında oluşan hasarını belirlemek için iki ucu için çıkan sonuçlar kontrol edilir. Daha olumsuz etki oluşan uçtaki hasar, kolonun hasar bölgesi olarak kabul edilir. S139 kolonu (+X) yönünde **'Göçme Bölgesi'** ndedir.

- (-X) deprem yönünde kolon i ucuna ait, ilk parametre hesaplanırken, Çizelge 5.21'den kapasite momentlerine bakıldığında V_e= (579,85)/2,70 = 214,76 kN çıktığı görülür.

$$\frac{V_e}{b_w.d.f_{ctm}} = \frac{214{,}76}{300\ x\ 975\ x\ 1{,}1068} \text{x}10^3 = 0{,}6634 \approx \mathbf{0{,}67}$$

Yukarıdaki Çizelge 5.24'deki sınır değerlerinin S139 için belirlenmesi için, önce diğer parametreler sabit tutularak $\frac{V_e}{b_w.d.f_{ctm}}$ =0,67 için iki opsiyonlu sınır değerler bulunur (Çizelge 5.28).

Çizelge 5.28 : S139 Kolonu, $V_e/(b_w.d.f_{ctm})$ parametresine göre enterpolasyon uygulanmış (-X deprem yönü) sınır değerleri

Sünek Kolonlar			**Hasar Sınırı**		
$\frac{N_K}{A_C f_{cm}}$	**Sargılama**	$\frac{V_e}{b_w.d.f_{ctm}}$	**MN**	**GV**	**GC**
≤0,1	Yok	≤0,65	2	3,5	5
≤0,1	Yok	**0,67**	1,99	3,48	4,97
≤0,1	Yok	≥1,30	1,5	2,5	3,5
≥0,4 ve ≤0,7	Yok	≤0,65	1,5	2	3
≥0,4 ve ≤0,7	Yok	**0,67**	1,49	1,99	2,98
≥0,4 ve ≤0,7	Yok	≥1,30	1	1,5	2

İkinci parametre olarak i ucunda bulunan kapasite normal kuvveti değeri ile '$\frac{N_K}{A_c f_{cm}}$' hesabı yapılarak, S139 kolonu i ucuna ait hasar sınır değerleri, Çizelge 5.29'daki gibi belirlenir.

N_K= 1056,85 kN

$\frac{N_K}{A_c f_{cm}} = \frac{1056{,}85}{300000x10} x10^3 = 0{,}3524 \approx 0{,}35$

Çizelge 5.29 : S139 Kolonu (-X) deprem yönü i ucu için hasar sınır değerleri

Sünek Kolonlar			**Hasar Sınırı**		
$\frac{N_K}{A_C f_{cm}}$	**Sargılama**	$\frac{V_e}{b_w . d . f_{ctm}}$	**MN**	**GV**	**GC**
≤0,1	Yok	0,67	1,99	3,48	4,97
0,35	Yok	0,67	**1,57**	**2,23**	**3,30**
≥0,4 ve ≤0,7	Yok	0,67	1,49	1,99	2,98

(-X) yönlü depremde kolonun alt ucundaki etki/kapasite oranı r_i= 3,73 çıktığından, bu değerin hasar sınırı GC=3,30'dan büyük olduğu görülmüştür. S139 kolonu i ucu - X depremi altında '**Göçme Durumu**'ndadır. Kolonun j ucu, kapasite diyagramının içinde kaldığından 'Minimum Hasar' bölgesinde kabulu yapılır. Bu sebeple S139 kolonun – X deprem yükleri altında göçme durumunda olduğu sonucuna varılır.

- (+Y) deprem yönünde kolon hasar sınırlarına ait, ilk parametre hesaplanırken, Çizelge 5.21'den kapasite momentlerine bakıldığında +Y yönü için;

V_e= (100,04+82,91)/2,70 = 67,76 kN çıktığı görülür.

$\frac{V_e}{b_w . d . f_{ctm}} = \frac{67{,}76}{1000x275x1{,}1068} x10^3 = 0{,}2226 \approx$ **0,22**

Çizelge 5.30 : S139 Kolonu, $V_e/(b_w.d.f_{ctm})$ parametresine göre (+Y deprem yönü) sınır değerleri

Sünek Kolonlar			**Hasar Sınırı**		
$\frac{N_K}{A_C f_{cm}}$	**Sargılama**	$\frac{V_e}{b_w . d . f_{ctm}}$	**MN**	**GV**	**GC**
≤0,1	Yok	**0,22**≤0,65	2	3,5	5
≥0,4 ve ≤0,7	Yok	**0,22**≤0,65	1,5	2	3

N_K= 94,50 kN (Çizelge 5.21, (+Y) deprem yönü - kolon i ucu için)

$\frac{N_K}{A_C f_{cm}} = \frac{94{,}50}{300000x10} x10^3 = 0{,}0315 \approx 0{,}03$

Çizelge 5.31 : S139 Kolonu (+Y) deprem yönü i ucu için hasar sınır değerleri

Sünek Kolonlar			Hasar Sınırı		
$\frac{N_K}{A_C f_{cm}}$	Sargılama	$\frac{V_e}{b_w.d.f_{ctm}}$	MN	GV	GC
≤0,1	Yok	0,22	2	3,5	5
0,03	Yok	0,22	**2**	**3,5**	**5**

(+Y) yönlü depremde kolonun alt ucundaki etki/kapasite oranı r_i= 2,76 çıktığından, bu değerin hasar sınırı MN= 2 ile GV= 3,5 arasında olduğu görülmüştür. S139 kolonu i ucu +Y depremi altında '**Belirgin Hasar**' bölgesindedir.

j ucu için: N_K= -48,19 kN (Çizelge 5.21, (+Y) deprem yönü - kolon j ucu için)

$$\frac{N_K}{A_C f_{cm}} = \frac{-48{,}19}{300000\ x\ 10} x10^3 = -\ 0{,}0161 \approx -\ 0{,}02$$

Çizelge 5.32 : S139 Kolonu (+Y) deprem yönü j ucu için hasar sınır değerleri

Sünek Kolonlar			Hasar Sınırı		
$\frac{N_K}{A_C f_{cm}}$	Sargılama	$\frac{V_e}{b_w.d.f_{ctm}}$	MN	GV	GC
≤0,1	Yok	0,22	2	3,5	5
-0,02	Yok	0,22	**2**	**3,5**	**5**

(+Y) yönlü depremde kolonun üst ucundaki etki/kapasite oranı r_i= 2,27 çıktığından, S139 kolonu j ucu +Y depremi altında '**Belirgin Hasar**' bölgesindedir. Kolon iki ucu da belirgin hasar bölgesi çıkmıştır. S139 kolonu +Y deprem yönü değerlendirme sonucu '**Belirgin Hasar**'dır.

- (-Y) deprem yönünde kolon hasar sınırlarına ait ilk parametre için, Çizelge 5.21'den V_e= (174,72+162,49)/2,70 = 124,89 kN olarak hesaplanmıştır.

$$\frac{V_e}{b_w.d.f_{ctm}} = \frac{124{,}89}{1000x275x1{,}1068} x10^3 = 0{,}410326 \approx \mathbf{0{,}41}$$

Çizelge 5.33 : S139 Kolonu, $V_e/(b_w.d.f_{ctm})$ parametresine göre (-Y deprem yönü) sınır değerleri

Sünek Kolonlar			Hasar Sınırı		
$\frac{N_K}{A_C f_{cm}}$	Sargılama	$\frac{V_e}{b_w.d.f_{ctm}}$	MN	GV	GC
≤0,1	Yok	**0,41**≤0,65	2	3,5	5
≥0,4 ve ≤0,7	Yok	**0,41**≤0,65	1,5	2	3

N_K= 1488,88 kN (Çizelge 5.21, (-Y) deprem yönü-kolon i ucu için)

$\frac{N_K}{A_C f_{cm}} = \frac{1488{,}88}{300000x10} x10^3 = 0{,}4963 \approx 0{,}50$

Çizelge 5.34 : S139 Kolonu (-Y) deprem yönü i ucu için hasar sınır değerleri

Sünek Kolonlar			**Hasar Sınırı**		
$\frac{N_K}{A_C f_{cm}}$	**Sargılama**	$\frac{V_e}{b_w . d . f_{ctm}}$	**MN**	**GV**	**GC**
≥0,4 ve ≤0,7	Yok	0,41	1,5	2	3
0,50	Yok	0,41	**1,5**	**2**	**3**

(-Y) yönlü depremde kolonun alt ucundaki etki/kapasite oranı r_i= 1,74 çıktığından, bu değerin hasar sınırı MN= 1,5 ile GV= 2 arasında olduğu görülmüştür. S139 kolonu i ucu -Y depremi altında '**Belirgin Hasar**' bölgesindedir.

j ucu için: N_K= 1666,40 kN (Çizelge 5.21, (-Y) deprem yönü - kolon j ucu için)

$\frac{N_K}{A_C f_{cm}} = \frac{1666{,}40}{300000x10} x10^3 = 0{,}55547 \approx 0{,}56$

Çizelge 5.35 : S139 Kolonu (-Y) deprem yönü j ucu için hasar sınır değerleri

Sünek Kolonlar			**Hasar Sınırı**		
$\frac{N_K}{A_C f_{cm}}$	**Sargılama**	$\frac{V_e}{b_w . d . f_{ctm}}$	**MN**	**GV**	**GC**
≥0,4 ve ≤0,7	Yok	0,41	1,5	2	3
0,56	Yok	0,41	**1,5**	**2**	**3**

(-Y) yönlü depremde kolonun üst ucundaki etki/kapasite oranı r_i= 1,40 çıktığından, S139 kolonu j ucu -Y depremi altında hasar sınırları tablosunda görüldüğü şekilde MN=1,5 değerinin altında kalarak, '**Minimum Hasar**' bölgesinde çıkmıştır. Ancak kolonun alt ucu olan i ucu sonuçları daha olumsuz olup, olumsuz sonuç veren kesit hasar durumu, kolon hasar durumu olarak kabul edildiğinden, S139 kolonu -Y deprem yönü değerlendirme sonucu '**Belirgin Hasar**' bölgesidir.

Yukarıda detayları verilmiş olan inceleme sonucunda çıkan S139 kolonu kesitlerine göre tüm deprem yönlerine ait etki/kapasite oranları, hasar sınırları ve sonuçları aşağıda Çizelge 5.36'da verilmiştir. $'\frac{N_K}{A_C f_{cm}}'$ Parametresi için ≥0,7 koşulunun gerçekleştiği kolonlarda tüm hasar sınırları 1 olarak alınmıştır.

Çizelge 5.36 : S139 kesitlerine göre tüm deprem yönlerindeki hasar durumları

			V_e	$\frac{N_K}{A_C f_{cm}}$	$\frac{V_e}{b_w . d . f_{ctm}}$	r	MN	GV	GÇ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S139	i	+x	248,77	0,14	0,94	4,46	1,70	2,87	4,07	GD	**GD**
	j		248,77	0,01	0,94	1,55	1,78	3,06	4,33	MH	
S139	i	-x	214,76	0,35	0,66	3,73	1,57	2,23	3,30	GD	**GD**
	j		214,76	-	-	-	-	-	-	MH	
S139	i	+y	67,76	0,03	0,22	2,76	2,00	3,50	5,00	BH	BH
	j		67,76	-0,02	0,22	2,27	2,00	3,50	5,00	BH	
S139	i	-y	124,89	0,50	0,41	1,74	1,50	2,00	3,00	BH	BH
	j		124,89	0,56	0,41	1,40	1,50	2,00	3,00	MH	

Binanın 1. Kattaki tüm kolonları için yapılan hesaplar, (+X) deprem yönü ve (i-j) uçları için, etki/kapasite oranları, hasar sınırları, hasar durumlarını içeren Çizelge 5.37'de verilmiştir.

Çizelge 5.37 : 1.Kat kolonları (+X) deprem yönündeki hesap sonuçları

		V_e	V_r	$V_e \leq V_r$	$\frac{N_K}{A_C f_{cm}}$	$\frac{V_e}{b_w . d . f_{ctm}}$	r	MN	GV	GÇ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S101	i	135,47	486,33	S	-0,23	0,42	2,42	2,00	3,50	5,00	BH	İH
	j	135,47	486,33	S	-0,11	0,42	3,52	2,00	3,50	5,00	İH	
S102	i	-	171,85	S	-	-	-	-	-	-	MH	MH
	j	-	171,85	S	-	-	-	-	-	-	MH	
S103	i	197,53	203,84	S	0,33	0,66	1,23	1,61	2,35	3,46	MH	BH
	j	197,53	203,84	S	0,18	0,66	2,73	1,85	3,07	4,42	BH	
S104	i	99,39	203,84	S	-0,11	0,33	1,30	2,00	3,50	5,00	MH	MH
	j	99,39	203,84	S	-0,06	0,33	1,97	2,00	3,50	5,00	MH	
S105	i	-	171,85	S	-	-	-	-	-	-	MH	MH
	j	-	171,85	S	-	-	-	-	-	-	MH	
S106	i	249,26	486,33	S	0,00	0,77	0,00	1,91	3,32	4,73	MH	İH
	j	249,26	486,33	S	0,38	0,77	2,67	1,44	2,00	2,95	İH	
S107	i	-	152,95	S	-	-	-	-	-	-	MH	MH
	j	-	152,95	S	-	-	-	-	-	-	MH	
S108	i	-	152,95	S	-	-	-	-	-	-	MH	MH
	j	-	152,95	S	-	-	-	-	-	-	MH	
S109	i	-	167,19	S	-	-	-	-	-	-	MH	MH
	j	-	167,19	S	-	-	-	-	-	-	MH	
S110	i	290,83	486,33	S	-0,07	0,89	1,90	1,81	3,12	4,44	BH	BH
	j	290,83	486,33	S	0,04	0,89	2,75	1,81	3,12	4,44	BH	
S111	i	177,04	327,01	S	-	-	-	-	-	-	MH	MH
	j	177,04	327,01	S	0,40	0,55	1,48	1,50	2,00	3,00	MH	

Çizelge 5.37 (Devam) : 1.Kat kolonları (+X) deprem yönündeki hesap sonuçları

		V_e	V_r	$V_e \leq V_r$	$\frac{N_K}{A_C f_{cm}}$	$\frac{V_e}{b_w . d . f_{ctm}}$	r	MN	GV	GÇ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S112	i	265,36	327,01	S	0,06	0,82	1,26	1,87	3,24	4,61	MH	BH
	j	265,36	327,01	S	0,14	0,82	1,91	1,80	3,06	4,37	BH	
S113	i	245,92	327,01	S	0,80	0,76	1,67	1,00	1,00	1,00	GD	**GD**
	j	245,92	327,01	S	0,69	0,76	2,29	1,42	1,92	2,83	İH	
S114	i	224,79	327,01	S	0,02	0,69	1,78	1,97	3,43	4,90	MH	MH
	j	224,79	327,01	S	0,04	0,69	1,87	1,97	3,43	4,90	MH	
S115	i	351,89	327,01	**G**	0,36	1,09	1,32	1,23	1,82	2,56	BH	**G**
	j	351,89	327,01	**G**	0,36	1,09	1,16	1,23	1,82	2,56	MH	
S116	i	342,29	327,01	**G**	0,55	1,06	1,19	1,19	1,69	2,37	MH	**G**
	j	342,29	327,01	**G**	0,53	1,06	1,22	1,19	1,69	2,37	BH	
S117	i	277,56	327,01	S	0,14	0,86	1,91	1,78	3,01	4,29	BH	BH
	j	277,56	327,01	S	0,11	0,86	1,69	1,83	3,15	4,48	MH	
S118	i	284,40	327,01	S	0,64	0,88	2,00	1,32	1,82	2,65	İH	**GD**
	j	284,40	327,01	S	0,71	0,88	1,57	1,00	1,00	1,00	GD	
S119	i	67,55	152,95	S	0,12	0,25	1,35	1,97	3,41	4,88	MH	MH
	j	67,55	152,95	S	0,09	0,25	1,26	2,00	3,50	5,00	MH	
S120	i	0,00	152,95	S	-	-	-	-	-	-	MH	MH
	j	0,00	152,95	S	-	-	-	-	-	-	MH	
S121	i	430,80	486,33	S	0,22	1,33	2,00	1,31	2,11	2,92	BH	BH
	j	430,80	486,33	S	0,15	1,33	1,25	1,42	2,34	3,26	MH	
S122	i	249,23	486,33	S	0,42	0,77	1,88	1,41	1,91	2,82	BH	BH
	j	249,23	486,33	S	0,00	0,77	0,00	1,91	3,32	4,73	MH	
S123	i	232,01	486,33	S	0,25	0,71	2,46	1,70	2,68	3,88	BH	BH
	j	232,01	486,33	S	0,00	0,71	0,00	1,95	3,40	4,85	MH	
S124	i	249,65	486,33	S	0,37	0,77	2,42	1,46	2,06	3,02	İH	İH
	j	249,65	486,33	S	0,00	0,77	0,00	1,91	3,32	4,73	MH	
S125	i	35,07	152,95	S	0,12	0,13	1,58	1,97	3,40	4,86	MH	MH
	j	35,07	152,95	S	0,00	0,13	0,00	2,00	3,50	5,00	MH	
S126	i	73,13	152,95	S	0,16	0,27	1,96	1,90	3,21	4,62	BH	BH
	j	73,13	152,95	S	0,13	0,27	1,78	1,95	3,36	4,81	MH	
S127	i	91,10	152,95	S	0,40	0,33	1,40	1,50	2,00	3,00	MH	MH
	j	91,10	152,95	S	0,41	0,33	1,20	1,50	2,00	3,00	MH	
S128	i	258,26	327,01	S	0,54	0,80	2,91	1,39	1,89	2,77	GD	**GD**
	j	258,26	327,01	S	0,86	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	GD	
S129	i	208,11	327,01	S	0,14	0,64	3,39	1,94	3,32	4,76	İH	İH
	j	208,11	327,01	S	-0,08	0,64	1,15	2,00	3,50	5,00	MH	
S130	i	172,97	327,01	S	0,33	0,53	3,29	1,62	2,37	3,50	İH	İH
	j	172,97	327,01	S	0,00	0,53	0,00	2,00	3,50	5,00	MH	
S131	i	175,61	327,01	S	0,36	0,54	2,82	1,57	2,21	3,28	İH	İH
	j	175,61	327,01	S	0,00	0,54	0,00	2,00	3,50	5,00	MH	

Çizelge 5.37 (Devam) : 1.Kat kolonları (+X) deprem yönündeki hesap sonuçları

		V_e	V_r	$V_e \leq V_r$	$\frac{N_K}{A_C f_{cm}}$	$\frac{V_e}{b_w . d . f_{ctm}}$	r	MN	GV	GÇ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S132	i	155,81	327,01	S	0,20	0,48	3,58	1,83	3,00	4,34	İH	İH
	j	155,81	327,01	S	-	0,48	-	-	-	-	MH	
S133	i	227,68	327,01	S	0,56	0,70	3,94	1,46	1,96	2,92	GD	**GD**
	j	227,68	327,01	S	0,94	0,70	1,25	1,00	1,00	1,00	GD	
S134	i	172,37	327,01	S	0,31	0,53	3,76	1,65	2,46	3,61	GD	**GD**
	j	172,37	327,01	S	-	0,53	-	-	-	-	MH	
S135	i	-	171,85	S	-	-	-	-	-	-	MH	MH
	j	-	171,85	S	-	-	-	-	-	-	MH	
S136	i	91,00	152,95	S	0,39	0,33	1,70	1,52	2,07	3,09	BH	BH
	j	91,00	152,95	S	0,40	0,33	1,45	1,50	2,00	3,00	MH	
S137	i	82,80	152,95	S	0,22	0,30	1,79	1,79	2,88	4,17	MH	MH
	j	82,80	152,95	S	0,22	0,30	1,51	1,81	2,92	4,23	MH	
S138	i	-	167,19	S	-	-	-	-	-	-	MH	MH
	j	-	167,19	S	-	-	-	-	-	-	MH	
S139	i	304,05	327,01	S	0,14	0,94	4,46	1,70	2,87	4,07	GD	**GD**
	j	304,05	327,01	S	0,01	0,94	1,55	1,78	3,06	4,33	MH	
S140	i	83,85	152,95	S	0,24	0,31	2,21	1,77	2,82	4,10	BH	BH
	j	83,85	152,95	S	0,23	0,31	1,86	1,79	2,87	4,16	BH	
S141	i	192,63	203,84	S	0,14	0,64	5,22	1,94	3,31	4,74	GD	**GD**
	j	192,63	203,84	S	0,17	0,64	1,38	1,88	3,13	4,50	MH	
S142	i	90,25	203,84	S	0,11	0,30	5,39	1,99	3,46	4,94	GD	**GD**
	j	90,25	203,84	S	-	0,30	-	-	-	-	MH	
S143	i	83,18	152,95	S	0,23	0,30	2,12	1,79	2,86	4,14	BH	BH
	j	83,18	152,95	S	0,22	0,30	1,77	1,80	2,90	4,20	MH	
S144	i	329,51	327,01	**G**	0,37	1,02	4,05	1,27	1,85	2,63	GD	**G**
	j	329,51	327,01	**G**	0,63	1,02	1,19	1,22	1,72	2,43	MH	

Çizelgede etki/kapasite oranı-*r* sütununda değeri gözükmeyen kolonlar, deprem etkisi altındaki moment değerleri, o yöndeki kolon kapasite diyagramının içinde çıkan kolonlardır. Böyle sonuç çıkan kesitlerde hesaplara devam edilmeden, kesitin minimum hasar bölgesinde olduğu kabulü yapılır (DBYBHY-07, 7A.2). (+Y) deprem yönüne ait kolon sonuçları Çizelge 5.38, diğer yönler Ekler Çizelge A.9-A.10 ve bir üst kata ait kolonların + X ve +Y yön sonuçları Çizelge 5.39, Çizelge 5.40, diğer yönlere ait sonuçları yine eklerde Çizelge A.11-A.12'de verilmiştir.

Çizelge 5.38 : 1.Kat kolonları (+Y) deprem yönündeki hesap sonuçları

		V_e	V_r	$V_e \leq V_r$	$\frac{N_K}{A_C f_{cm}}$	$\frac{V_e}{b_w . d . f_{ctm}}$	r	MN	GV	GÇ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S101	i	46,11	171,85	S	0,41	0,15	1,19	1,50	2,00	3,00	MH	MH
	j	46,11	171,85	S	0,00	0,15	0,00	2,00	3,50	5	MH	
S102	i	480,73	486,33	S	0,25	1,48	3,77	1,25	2,01	2,76	GD	**GD**
	j	480,73	486,33	S	0,41	1,48	1,60	1,00	1,50	2,00	İH	
S103	i	115,15	486,33	S	0,00	0,35	7,28	2,00	3,50	5,00	GD	**GD**
	j	115,15	486,33	S	-0,11	0,35	3,19	2,00	3,50	5,00	BH	
S104	i	136,01	486,33	S	0,02	0,42	7,48	2,00	3,50	5,00	GD	**GD**
	j	136,01	486,33	S	-0,04	0,42	3,80	2,00	3,50	5,00	İH	
S105	i	329,69	486,33	S	0,06	1,01	5,22	1,72	2,94	4,16	GD	**GD**
	j	329,69	486,33	S	-0,01	1,01	2,88	1,72	2,94	4,16	BH	
S106	i	86,53	171,85	S	0,24	0,29	1,24	1,77	2,81	4,08	MH	MH
	j	86,53	171,85	S	0,22	0,29	1,39	1,79	2,88	4,17	MH	
S107	i	276,59	293,47	S	0,30	0,95	4,08	1,43	2,17	3,10	GD	**GD**
	j	276,59	293,47	S	0,46	0,95	1,33	1,27	1,77	2,54	BH	
S108	i	272,50	293,47	S	0,32	0,94	4,07	1,41	2,12	3,03	GD	**GD**
	j	272,50	293,47	S	0,55	0,94	1,26	1,28	1,78	2,56	MH	
S109	i	335,80	327,01	**G**	0,26	1,04	4,86	1,43	2,25	3,18	GD	**G**
	j	335,80	327,01	**G**	0,29	1,04	1,76	1,39	2,16	3,05	BH	
S110	i	86,53	171,85	S	0,24	0,29	1,97	1,77	2,81	4,08	BH	BH
	j	86,53	171,85	S	0,22	0,29	1,69	1,79	2,88	4,17	MH	
S111	i	100,90	167,19	S	0,26	0,33	2,46	1,73	2,70	3,93	BH	BH
	j	100,90	167,19	S	0,27	0,33	2,22	1,72	2,67	3,89	BH	
S112	i	101,88	167,19	S	0,27	0,33	2,45	1,72	2,65	3,87	BH	BH
	j	101,88	167,19	S	0,28	0,33	2,19	1,70	2,61	3,81	BH	
S113	i	101,88	167,19	S	0,27	0,33	2,78	1,72	2,65	3,87	İH	İH
	j	101,88	167,19	S	0,28	0,33	2,33	1,70	2,61	3,81	BH	
S114	i	100,90	167,19	S	0,26	0,33	2,22	1,73	2,70	3,93	BH	BH
	j	100,90	167,19	S	0,27	0,33	1,96	1,72	2,67	3,89	BH	
S115	i	100,90	167,19	S	0,26	0,33	2,32	1,73	2,70	3,93	BH	BH
	j	100,90	167,19	S	0,27	0,33	1,86	1,72	2,67	3,89	BH	
S116	i	100,90	167,19	S	0,26	0,33	2,34	1,73	2,70	3,93	BH	BH
	j	100,90	167,19	S	0,27	0,33	2,06	1,72	2,67	3,89	BH	
S117	i	100,90	167,19	S	0,26	0,33	2,36	1,73	2,70	3,93	BH	BH
	j	100,90	167,19	S	0,27	0,33	1,95	1,72	2,67	3,89	BH	
S118	i	100,90	167,19	S	0,26	0,33	2,83	1,73	2,70	3,93	İH	İH
	j	100,90	167,19	S	0,27	0,33	2,42	1,72	2,67	3,89	BH	
S119	i	228,39	293,47	S	0,25	0,79	5,02	1,65	2,60	3,75	GD	**GD**
	j	228,39	293,47	S	0,07	0,79	1,77	1,90	3,29	4,69	MH	
S120	i	209,11	293,47	S	0,20	0,72	5,30	1,78	2,92	4,20	GD	**GD**
	j	209,11	293,47	S	0,02	0,72	2,00	1,95	3,39	4,84	BH	

Çizelge 5.38 (Devam) : 1.Kat kolonları (+Y) deprem yönündeki hesap sonuçları

		V_e	V_r	$V_e \leq V_r$	$\frac{N_K}{A_C f_{cm}}$	$\frac{V_e}{b_w . d . f_{ctm}}$	r	MN	GV	GÇ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S121	i	86,53	171,85	S	0,24	0,29	2,13	1,77	2,81	4,08	BH	BH
	j	86,53	171,85	S	0,22	0,29	1,96	1,79	2,88	4,17	BH	
S122	i	86,73	171,85	S	0,24	0,29	2,23	1,76	2,79	4,05	BH	BH
	j	86,73	171,85	S	0,23	0,29	2,06	1,79	2,86	4,15	BH	
S123	i	91,89	171,85	S	0,39	0,31	1,99	1,51	2,03	3,03	BH	BH
	j	91,89	171,85	S	0,39	0,31	1,82	1,51	2,03	3,04	BH	
S124	i	91,99	171,85	S	0,40	0,31	2,09	1,50	2,00	3,00	İH	İH
	j	91,99	171,85	S	0,40	0,31	1,91	1,50	2,00	3,00	BH	
S125	i	227,64	293,47	S	0,25	0,78	4,65	1,65	2,59	3,74	GD	**GD**
	j	227,64	293,47	S	0,06	0,78	1,27	1,90	3,29	4,69	MH	
S126	i	248,52	293,47	S	0,47	0,86	4,85	1,34	1,84	2,68	GD	**GD**
	j	248,52	293,47	S	0,69	0,86	1,46	1,34	1,84	2,68	BH	
S127	i	252,83	293,47	S	0,42	0,87	4,50	1,33	1,83	2,66	GD	**GD**
	j	252,83	293,47	S	0,68	0,87	1,44	1,33	1,83	2,66	BH	
S128	i	103,52	167,19	S	0,51	0,34	2,75	1,50	2,00	3,00	İH	İH
	j	103,52	167,19	S	0,52	0,34	2,35	1,50	2,00	3,00	İH	
S129	i	98,91	167,19	S	0,41	0,32	2,05	1,50	2,00	3,00	İH	İH
	j	98,91	167,19	S	0,39	0,32	2,20	1,51	2,03	3,05	İH	
S130	i	85,73	167,19	S	0,63	0,28	2,63	1,50	2,00	3,00	İH	İH
	j	85,73	167,19	S	0,67	0,28	2,26	1,50	2,00	3,00	İH	
S131	i	109,14	167,19	S	0,43	0,36	2,12	1,50	2,00	3,00	İH	İH
	j	109,14	167,19	S	0,45	0,36	1,86	1,50	2,00	3,00	BH	
S132	i	90,88	167,19	S	0,19	0,30	2,72	1,84	3,03	4,38	BH	BH
	j	90,88	167,19	S	0,18	0,30	2,50	1,87	3,11	4,48	BH	
S133	i	90,88	167,19	S	0,19	0,30	3,30	1,84	3,03	4,38	İH	İH
	j	90,88	167,19	S	0,18	0,30	2,92	1,87	3,11	4,48	BH	
S134	i	90,88	167,19	S	0,19	0,30	2,77	1,84	3,03	4,38	BH	BH
	j	90,88	167,19	S	0,18	0,30	2,44	1,87	3,11	4,48	BH	
S135	i	249,69	486,33	S	0,37	0,77	4,16	1,46	2,05	3,01	GD	**GD**
	j	249,69	486,33	S	0,00	0,77	0,00	1,91	3,32	4,73	MH	
S136	i	176,58	293,47	S	0,12	0,61	4,98	1,97	3,41	4,89	GD	**GD**
	j	176,58	293,47	S	-0,04	0,61	2,20	2,00	3,50	5,00	BH	
S137	i	183,56	293,47	S	0,12	0,63	5,16	1,96	3,38	4,84	GD	**GD**
	j	183,56	293,47	S	-0,02	0,63	2,20	2,00	3,50	5,00	BH	
S138	i	168,47	327,01	S	0,28	0,52	4,37	1,70	2,61	3,82	GD	**GD**
	j	168,47	327,01	S	0,00	0,52	0,00	2,00	3,50	5,00	MH	
S139	i	67,76	167,19	S	0,03	0,22	2,76	2,00	3,50	5,00	BH	BH
	j	67,76	167,19	S	-0,02	0,22	2,27	2,00	3,50	5,00	BH	

Çizelge 5.38 (Devam) : 1.Kat kolonları (+Y) deprem yönündeki hesap sonuçları

		V_e	V_r	$V_e \leq V_r$	$\frac{N_K}{A_C f_{cm}}$	$\frac{V_e}{b_w . d . f_{ctm}}$	r	MN	GV	GÇ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S140	i	154,51	293,47	S	0,10	0,53	4,93	2,00	3,49	4,99	İH	İH
	j	154,51	293,47	S	-0,09	0,53	2,16	2,00	3,50	5,00	BH	
S141	i	115,05	486,33	S	0,04	0,35	7,52	2,00	3,50	5,00	GD	**GD**
	j	115,05	486,33	S	-0,13	0,35	2,49	2,00	3,50	5,00	BH	
S142	i	101,85	486,33	S	0,04	0,31	6,39	2,00	3,50	5,00	GD	**GD**
	j	101,85	486,33	S	-0,17	0,31	1,88	2,00	3,50	5,00	MH	
S143	i	151,84	293,47	S	0,08	0,52	5,62	2,00	3,50	5,00	GD	**GD**
	j	151,84	293,47	S	-0,08	0,52	2,87	2,00	3,50	5,00	BH	
S144	i	90,88	167,19	S	0,19	0,30	2,33	1,84	3,03	4,38	BH	BH
	j	90,88	167,19	S	0,18	0,30	1,77	1,87	3,11	4,48	MH	

Çizelgelerde, kolonlarda yapılan kırılma kontrolü sonuçları da görülmektedir. Gevrek kırıldığı belirlenen kolonlar, eleman hasarı sonuçlarında 'Gevrek' olarak tanımlanmaktadır. Yeterli kesit boyutları ve etriye aralıklarına sahip oldukları takdirde kolon kesme kapasitelerinin fazla değerlerde çıkması, kolonun sünek kırılması halinde ise, etki/kapasitesi oranlarına göre kesit hasar durumları da çizelgede yer almaktadır. Ancak bu kolonlar, gevrek kırılmış kolonlar olarak tanımlanıp, bina hasar durumu değerlendirmesi yapılmıştır.

Çizelge 5.39 : 2.Kat kolonları (+X) deprem yönündeki hesap sonuçları

		V_e	V_r	$V_e \leq V_r$	$\frac{N_K}{A_C f_{cm}}$	$\frac{V_e}{b_w . d . f_{ctm}}$	r	MN	GV	GÇ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S201	i	317,89	486,33	S	0,11	0,98	4,32	1,73	2,95	4,17	GD	**GD**
	j	317,89	486,33	S	-0,15	0,98	1,01	1,75	3,00	4,24	MH	
S202	i	105,65	171,85	S	0,37	0,35	1,88	1,55	2,16	3,22	BH	BH
	j	105,65	171,85	S	0,35	0,35	2,01	1,58	2,25	3,34	BH	
S203	i	162,16	203,84	S	0,08	0,54	4,72	2,00	3,50	5,00	İH	İH
	j	162,16	203,84	S	0,01	0,54	1,14	2,00	3,50	5,00	MH	
S204	i	86,89	203,84	S	0,09	0,29	4,10	2,00	3,50	5,00	İH	İH
	j	86,89	203,84	S	0,00	0,29	0,00	2,00	3,50	5,00	MH	
S205	i	80,74	171,85	S	0,08	0,27	2,40	2,00	3,50	5,00	BH	BH
	j	80,74	171,85	S	0,07	0,27	2,42	2,00	3,50	5,00	BH	
S206	i	288,96	486,33	S	0,35	0,89	3,08	1,40	2,02	2,92	GD	**GD**
	j	288,96	486,33	S	0,00	0,89	0,00	1,82	3,13	4,45	MH	
S207	i	85,84	152,95	S	0,26	0,31	2,46	1,73	2,68	3,91	BH	BH
	j	85,84	152,95	S	0,27	0,31	2,24	1,72	2,67	3,90	BH	

Çizelge 5.39 (Devam) : 2.Kat kolonları (+X) deprem yönündeki hesap sonuçları

		V_e	V_r	$V_e \leq V_r$	$\frac{N_K}{A_C f_{cm}}$	$\frac{V_e}{b_w . d . f_{ctm}}$	r	MN	GV	GÇ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S208	i	76,92	152,95	S	0,10	0,28	3,06	1,99	3,48	4,98	BH	BH
	j	76,92	152,95	S	0,09	0,28	2,89	2,00	3,50	5,00	BH	
S209	i	107,90	167,19	S	0,21	0,35	2,67	1,82	2,97	4,30	BH	BH
	j	107,90	167,19	S	0,20	0,35	2,63	1,84	3,01	4,34	BH	
S210	i	249,71	486,33	S	0,06	0,77	3,33	1,91	3,32	4,73	İH	İH
	j	249,71	486,33	S	-0,17	0,77	1,55	1,91	3,32	4,73	MH	
S211	i	196,45	327,01	S	0,29	0,61	3,18	1,69	2,57	3,77	İH	İH
	j	196,45	327,01	S	0,00	0,61	0,00	2,00	3,50	5,00	MH	
S212	i	256,25	327,01	S	0,15	0,79	3,21	1,81	3,07	4,38	İH	İH
	j	256,25	327,01	S	0,03	0,79	1,27	1,89	3,28	4,67	MH	
S213	i	271,02	327,01	S	0,51	0,84	2,96	1,36	1,86	2,71	GD	**GD**
	j	271,02	327,01	S	0,84	0,84	1,18	1,00	1,00	1,00	GD	
S214	i	259,39	327,01	S	0,10	0,80	3,14	1,88	3,27	4,65	BH	BH
	j	259,39	327,01	S	-0,02	0,80	1,55	1,88	3,27	4,65	MH	
S215	i	335,82	327,01	**G**	0,27	1,04	3,32	1,42	2,24	3,16	GD	**G**
	j	335,82	327,01	**G**	0,28	1,04	1,68	1,41	2,20	3,10	BH	
S216	i	201,77	327,01	S	0,33	0,62	2,57	1,61	2,33	3,44	İH	İH
	j	201,77	327,01	S	0,00	0,62	0,00	2,00	3,50	5,00	MH	
S217	i	142,57	327,01	S	0,14	0,44	2,25	1,94	3,31	4,75	BH	BH
	j	142,57	327,01	S	0,00	0,44	0,00	2,00	3,50	5,00	MH	
S218	i	283,08	327,01	S	0,51	0,87	2,23	1,33	1,83	2,65	İH	**GD**
	j	283,08	327,01	S	0,79	0,87	1,00	1,00	1,00	1,00	GD	
S219	i	79,68	152,95	S	0,20	0,29	3,16	1,84	3,02	4,36	İH	İH
	j	79,68	152,95	S	0,19	0,29	3,03	1,86	3,07	4,43	BH	
S220	i	88,23	152,95	S	0,31	0,32	2,46	1,65	2,44	3,59	İH	İH
	j	88,23	152,95	S	0,31	0,32	2,35	1,65	2,46	3,62	BH	
S221	i	214,85	486,33	S	0,18	0,66	2,12	1,86	3,09	4,44	BH	BH
	j	214,85	486,33	S	0,00	0,66	0,00	1,99	3,48	4,98	MH	
S222	i	250,99	486,33	S	0,34	0,77	2,09	1,50	2,17	3,17	BH	BH
	j	250,99	486,33	S	0,00	0,77	0,00	1,91	3,31	4,72	MH	
S223	i	214,38	486,33	S	0,17	0,66	1,67	1,88	3,14	4,52	MH	MH
	j	214,38	486,33	S	0,00	0,66	0,00	1,99	3,49	4,98	MH	
S224	i	245,47	486,33	S	0,32	0,76	1,71	1,55	2,29	3,34	BH	BH
	j	245,47	486,33	S	0,00	0,76	0,00	1,92	3,34	4,76	MH	
S225	i	74,97	152,95	S	0,12	0,27	1,96	1,96	3,39	4,86	MH	MH
	j	74,97	152,95	S	0,19	0,27	1,66	1,84	3,03	4,38	MH	
S226	i	80,63	152,95	S	0,20	0,29	3,23	1,83	2,98	4,31	İH	İH
	j	80,63	152,95	S	0,19	0,29	3,18	1,84	3,03	4,37	İH	
S227	i	87,19	152,95	S	0,29	0,32	2,51	1,68	2,55	3,73	BH	BH
	j	87,19	152,95	S	0,29	0,32	2,45	1,69	2,57	3,77	BH	
S228	i	304,20	327,01	S	0,55	0,94	1,59	1,28	1,78	2,55	BH	BH
	j	304,20	327,01	S	0,70	0,94	1,00	1,28	1,78	2,55	MH	

Çizelge 5.39 (Devam) : 2.Kat kolonları (+X) deprem yönündeki hesap sonuçları

		V_e	V_r	$V_e \leq V_r$	$\frac{N_K}{A_C f_{cm}}$	$\frac{V_e}{b_w . d . f_{ctm}}$	r	MN	GV	GÇ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S229	i	234,99	327,01	S	0,07	0,73	2,07	1,94	3,38	4,82	BH	BH
	j	234,99	327,01	S	0,03	0,73	1,65	1,94	3,38	4,82	MH	
S230	i	318,61	327,01	S	0,22	0,98	2,51	1,54	2,47	3,51	İH	İH
	j	318,61	327,01	S	0,21	0,98	2,06	1,56	2,52	3,58	BH	
S231	i	352,03	327,01	**G**	0,34	1,09	1,60	1,26	1,88	2,63	BH	**G**
	j	352,03	327,01	**G**	0,40	1,09	1,12	1,17	1,67	2,34	MH	
S232	i	274,09	327,01	S	0,12	0,85	1,87	1,81	3,09	4,40	BH	BH
	j	274,09	327,01	S	0,09	0,85	1,49	1,85	3,20	4,55	MH	
S233	i	285,25	327,01	S	0,63	0,88	1,72	1,32	1,82	2,64	BH	**GD**
	j	285,25	327,01	S	0,71	0,88	1,34	1,00	1,00	1,00	GD	
S234	i	316,07	327,01	S	0,22	0,98	1,83	1,54	2,48	3,53	BH	BH
	j	316,07	327,01	S	0,20	0,98	1,34	1,59	2,59	3,68	MH	
S235	i	68,94	171,85	S	0,07	0,23	2,17	2,00	3,50	5,00	BH	BH
	j	68,94	171,85	S	0,07	0,23	2,19	2,00	3,50	5,00	BH	
S236	i	86,08	152,95	S	0,27	0,31	2,63	1,72	2,65	3,87	BH	BH
	j	86,08	152,95	S	0,26	0,31	2,58	1,73	2,68	3,91	BH	
S237	i	80,40	152,95	S	0,20	0,29	2,58	1,83	3,00	4,33	BH	BH
	j	80,40	152,95	S	0,19	0,29	2,55	1,85	3,04	4,38	BH	
S238	i	91,23	167,19	S	0,19	0,30	2,92	1,85	3,05	4,40	BH	BH
	j	91,23	167,19	S	0,18	0,30	2,99	1,86	3,08	4,44	BH	
S239	i	211,14	327,01	S	0,04	0,65	1,90	2,00	3,50	4,99	MH	MH
	j	211,14	327,01	S	-0,01	0,65	1,40	2,00	3,50	4,99	MH	
S240	i	81,14	152,95	S	0,21	0,30	3,08	1,82	2,96	4,28	İH	İH
	j	81,14	152,95	S	0,20	0,30	3,00	1,83	3,00	4,33	İH	
S241	i	189,88	203,84	S	0,13	0,64	2,08	1,95	3,35	4,80	BH	BH
	j	189,88	203,84	S	0,13	0,64	1,61	1,95	3,34	4,78	MH	
S242	i	164,98	203,84	S	0,07	0,55	2,25	2,00	3,50	5,00	BH	BH
	j	164,98	203,84	S	0,05	0,55	1,69	2,00	3,50	5,00	MH	
S243	i	80,68	152,95	S	0,20	0,29	2,78	1,83	2,99	4,32	BH	BH
	j	80,68	152,95	S	0,19	0,29	2,89	1,84	3,03	4,37	BH	
S244	i	177,34	327,01	S	0,45	0,55	1,49	1,50	2,00	3,00	MH	MH
	j	177,34	327,01	S	0,00	0,55	0,00	2,00	3,50	5,00	MH	

Çizelge 5.40 : 2. Kat kolonları (+Y) deprem yönündeki hesap sonuçları

		V_e	V_r	$V_e \leq V_r$	$\frac{N_K}{A_C f_{cm}}$	$\frac{V_e}{b_w . d . f_{ctm}}$	r	MN	GV	GÇ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S201	i	103,02	171,85	S	0,29	0,34	1,89	1,68	2,54	3,72	BH	BH
	j	103,02	171,85	S	0,28	0,34	1,98	1,70	2,60	3,80	BH	
S202	i	525,28	486,33	**G**	0,47	1,62	2,80	1,00	1,50	2,00	GD	**G**
	j	525,28	486,33	**G**	0,66	1,62	1,67	1,00	1,50	2,00	İH	

Çizelge 5.40 (Devam) : 2. Kat kolonları (+Y) deprem yönündeki hesap sonuçları

		V_e	V_r	$V_e \leq V_r$	$\frac{N_K}{A_C f_{cm}}$	$\frac{V_e}{b_w . d . f_{ctm}}$	r	MN	GV	GÇ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S203	i	144,73	486,33	S	0,00	0,45	2,95	2,00	3,50	5,00	BH	BH
	j	144,73	486,33	S	0,54	0,45	1,17	1,50	2,00	3,00	MH	
S204	i	192,46	486,33	S	0,30	0,59	2,38	1,66	2,49	3,66	BH	BH
	j	192,46	486,33	S	0,42	0,59	1,44	1,50	2,00	3,00	MH	
S205	i	529,30	486,33	**G**	0,44	1,63	3,08	1,00	1,50	2,00	GD	**G**
	j	529,30	486,33	**G**	0,65	1,63	1,68	1,00	1,50	2,00	İH	
S206	i	101,71	171,85	S	0,25	0,34	2,09	1,75	2,75	4,01	BH	BH
	j	101,71	171,85	S	0,27	0,34	1,28	1,72	2,65	3,86	MH	
S207	i	265,89	293,47	S	0,26	0,92	2,28	1,53	2,40	3,42	BH	BH
	j	265,89	293,47	S	0,28	0,92	1,77	1,50	2,32	3,32	BH	
S208	i	313,64	293,47	**G**	0,28	1,08	2,35	1,37	2,13	3,00	İH	**G**
	j	313,64	293,47	**G**	0,31	1,08	1,79	1,32	2,03	2,85	BH	
S209	i	339,05	327,01	**G**	0,17	1,05	2,88	1,58	2,61	3,69	İH	**G**
	j	339,05	327,01	**G**	0,13	1,05	1,69	1,64	2,76	3,90	BH	
S210	i	86,53	171,85	S	0,24	0,29	2,64	1,77	2,81	4,08	BH	BH
	j	86,53	171,85	S	0,22	0,29	2,63	1,79	2,88	4,17	BH	
S211	i	110,81	167,19	S	0,22	0,36	3,73	1,80	2,89	4,18	İH	İH
	j	110,81	167,19	S	0,22	0,36	3,72	1,81	2,92	4,23	İH	
S212	i	95,87	167,19	S	0,22	0,31	3,87	1,80	2,89	4,19	İH	İH
	j	95,87	167,19	S	0,21	0,31	3,92	1,81	2,93	4,24	İH	
S213	i	107,53	167,19	S	0,35	0,35	3,45	1,58	2,25	3,33	GD	**GD**
	j	107,53	167,19	S	0,35	0,35	3,21	1,59	2,26	3,35	İH	
S214	i	94,24	167,19	S	0,13	0,31	3,98	1,94	3,33	4,78	İH	İH
	j	94,24	167,19	S	0,13	0,31	3,99	1,96	3,37	4,83	İH	
S215	i	73,47	167,19	S	0,09	0,24	4,21	2,00	3,50	5,00	İH	İH
	j	73,47	167,19	S	0,09	0,24	4,22	2,00	3,50	5,00	İH	
S216	i	94,22	167,19	S	0,13	0,31	4,28	1,95	3,34	4,78	İH	İH
	j	94,22	167,19	S	0,13	0,31	4,29	1,96	3,37	4,83	İH	
S217	i	104,55	167,19	S	0,31	0,34	3,04	1,66	2,47	3,63	İH	İH
	j	104,55	167,19	S	0,30	0,34	3,01	1,67	2,50	3,67	İH	
S218	i	91,41	167,19	S	0,19	0,30	4,10	1,84	3,03	4,37	İH	İH
	j	91,41	167,19	S	0,18	0,30	3,79	1,86	3,09	4,46	İH	
S219	i	224,70	293,47	S	0,15	0,77	2,63	1,82	3,07	4,38	BH	BH
	j	224,70	293,47	S	0,12	0,77	2,15	1,88	3,23	4,60	BH	
S220	i	211,57	293,47	S	0,12	0,73	2,97	1,91	3,30	4,71	BH	BH
	j	211,57	293,47	S	0,08	0,73	2,42	1,94	3,38	4,82	BH	
S221	i	86,53	171,85	S	0,24	0,29	3,24	1,77	2,81	4,08	İH	İH
	j	86,53	171,85	S	0,22	0,29	3,20	1,79	2,88	4,17	İH	
S222	i	86,73	171,85	S	0,24	0,29	3,41	1,76	2,79	4,05	İH	İH
	j	86,73	171,85	S	0,23	0,29	3,38	1,79	2,86	4,15	İH	
S223	i	90,24	171,85	S	0,31	0,30	2,98	1,66	2,47	3,62	İH	İH
	j	90,24	171,85	S	0,30	0,30	2,96	1,67	2,50	3,67	İH	

Çizelge 5.40 (Devam) : 2. Kat kolonları (+Y) deprem yönündeki hesap sonuçları

		V_e	V_r	$V_e \leq V_r$	$\frac{N_K}{A_C f_{cm}}$	$\frac{V_e}{b_w . d . f_{ctm}}$	r	MN	GV	GÇ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S224	i	90,26	171,85	S	0,31	0,30	3,17	1,65	2,46	3,61	İH	İH
	j	90,26	171,85	S	0,30	0,30	3,14	1,66	2,49	3,66	İH	
S225	i	220,40	293,47	S	0,14	0,76	1,92	1,85	3,14	4,49	BH	BH
	j	220,40	293,47	S	0,10	0,76	1,54	1,91	3,32	4,73	MH	
S226	i	277,65	293,47	S	0,47	0,96	2,09	1,26	1,76	2,53	İH	İH
	j	277,65	293,47	S	0,51	0,96	1,66	1,26	1,76	2,53	BH	
S227	i	280,64	293,47	S	0,42	0,97	2,32	1,26	1,76	2,51	İH	İH
	j	280,64	293,47	S	0,46	0,97	1,81	1,26	1,76	2,51	İH	
S228	i	98,89	167,19	S	0,38	0,32	4,20	1,53	2,10	3,13	GD	**GD**
	j	98,89	167,19	S	0,40	0,32	3,20	1,50	2,00	3,00	GD	
S229	i	103,43	167,19	S	0,29	0,34	3,05	1,68	2,54	3,72	İH	İH
	j	103,43	167,19	S	0,29	0,34	3,03	1,69	2,57	3,76	İH	
S230	i	107,99	167,19	S	0,47	0,35	2,78	1,50	2,00	3,00	İH	İH
	j	107,99	167,19	S	0,47	0,35	2,72	1,50	2,00	3,00	İH	
S231	i	104,11	167,19	S	0,30	0,34	3,21	1,67	2,50	3,66	İH	İH
	j	104,11	167,19	S	0,29	0,34	3,19	1,68	2,53	3,70	İH	
S232	i	90,14	167,19	S	0,18	0,30	4,12	1,86	3,08	4,44	İH	İH
	j	90,14	167,19	S	0,18	0,30	4,15	1,87	3,11	4,48	İH	
S233	i	97,30	167,19	S	0,24	0,32	4,13	1,77	2,82	4,10	GD	**GD**
	j	97,30	167,19	S	0,22	0,32	3,79	1,80	2,89	4,19	İH	
S234	i	97,35	167,19	S	0,23	0,32	3,59	1,78	2,84	4,12	İH	İH
	j	97,35	167,19	S	0,23	0,32	3,57	1,79	2,87	4,16	İH	
S235	i	248,29	486,33	S	0,45	0,76	1,10	1,41	1,91	2,83	MH	MH
	j	248,29	486,33	S	0,00	0,76	0,00	1,91	3,33	4,74	MH	
S236	i	181,73	293,47	S	0,05	0,63	2,83	2,00	3,50	5,00	BH	BH
	j	181,73	293,47	S	0,03	0,63	2,48	2,00	3,50	5,00	BH	
S237	i	185,79	293,47	S	0,06	0,64	3,02	2,00	3,50	5,00	BH	BH
	j	185,79	293,47	S	0,03	0,64	2,59	2,00	3,50	5,00	BH	
S238	i	348,37	327,01	**G**	0,32	1,08	2,16	1,30	1,97	2,77	İH	**G**
	j	348,37	327,01	**G**	0,31	1,08	2,30	1,32	2,02	2,85	İH	
S239	i	61,22	167,19	S	0,04	0,20	2,90	2,00	3,50	5,00	BH	BH
	j	61,22	167,19	S	0,03	0,20	2,91	2,00	3,50	5,00	BH	
S240	i	135,62	293,47	S	-0,02	0,47	2,62	2,00	3,50	5,00	BH	BH
	j	135,62	293,47	S	-0,05	0,47	2,34	2,00	3,50	5,00	BH	
S241	i	44,93	486,33	S	-0,18	0,14	2,02	2,00	3,50	5,00	BH	BH
	j	44,93	486,33	S	-0,17	0,14	2,15	2,00	3,50	5,00	BH	
S242	i	43,06	486,33	S	-0,17	0,13	1,77	2,00	3,50	5,00	MH	MH
	j	43,06	486,33	S	-0,17	0,13	1,82	2,00	3,50	5,00	MH	
S243	i	148,60	293,47	S	0,00	0,51	3,61	2,00	3,50	5,00	İH	İH
	j	148,60	293,47	S	-0,03	0,51	3,23	2,00	3,50	5,00	BH	
S244	i	80,28	167,19	S	0,14	0,26	2,19	1,93	3,28	4,71	BH	BH
	j	80,28	167,19	S	0,10	0,26	1,38	2,00	3,49	4,99	MH	

5.3.8 Perdelerin değerlendirilmesi

SAP 2000 programında shell (kabuk) eleman olarak modellenmiş olup sonlu elemanlara bölünerek analize etkisi yansıtılan perdelerin sonuçları incelenirken DBYBHY-07, 7.5.2.2, b maddesine dikkat edilir. Kolon ve kirişlerde olduğu gibi öncelikle perdelerin kırılma türü belirlenir. Sünek olduğu belirlenen perdelerin, kolonlarda yapılan yöntemle deprem hasar durumu tespit edilir.

Şekil 5.2'deki çizimde görüldüğü üzere, projenin 1.Katındaki (bodrum kat) tek cephesinde (A ve B aksları) x doğrultusu boyunca uzanan ve bu cephedeki toprak etkisini tutmaya yönelik tasarlanan perdeler, Bölüm 2.5.3'te anlatıldığı üzere yönetmelik ilgili maddesince Denklem 2.5'e göre sünek eleman olarak sayılamamaktadır.

$$H_w = 3{,}3 \text{ m}$$

P1_ $\ell_w = 4{,}90$ m. $\quad 3{,}3 / 4{,}90 = 0{,}67 < 2{,}0$

P2_ $\ell_w = 2{,}95$ m. $\quad 3{,}3 / 2{,}95 = 1{,}12 < 2{,}0$

P3_ $\ell_w = 3{,}85$ m. $\quad 3{,}3 / 3{,}85 = 0{,}86 < 2{,}0$

P4_ $\ell_w = 3{,}00$ m. $\quad 3{,}3 / 3{,}00 = 1{,}1 < 2{,}0$

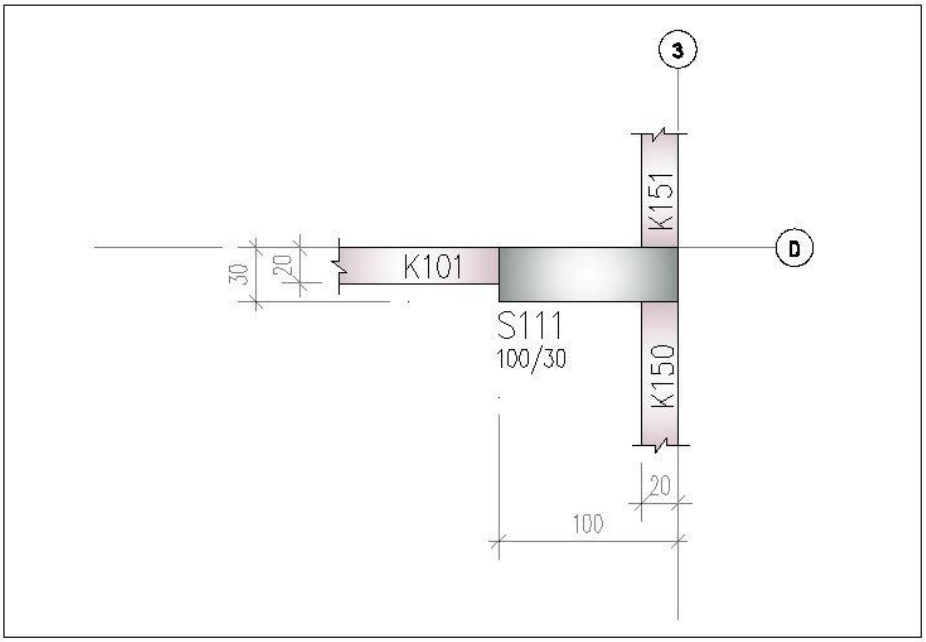
P5_ $\ell_w = 2{,}90$ m. $\quad 3{,}3 / 2{,}90 = 1{,}14 < 2{,}0$

5.3.9 Birleşim bölgelerinin kontrolü

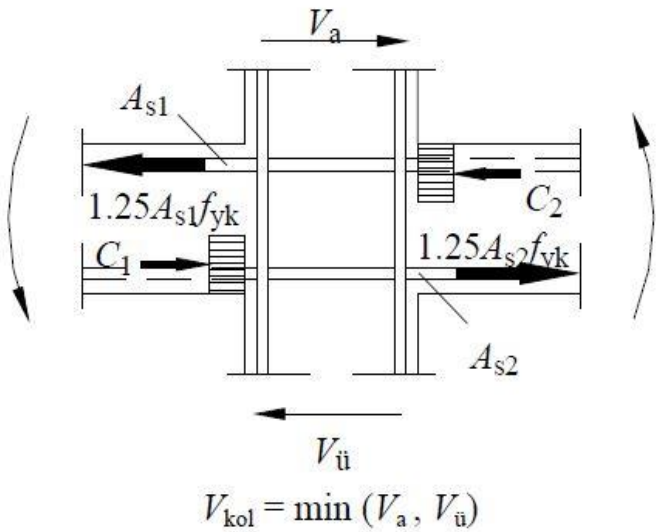
Birleşim bölgelerindeki kesme kontrolü, DBYBHY-07, Bölüm 3.5.2'ye uygun biçimde yapılmıştır. Bu maddede geçen aşağıdaki Denklem 5.2 ile hesaplanan V_e değerinin, DBYBHY-07, 3.5.2.2'deki sınırları aşmaması gereklidir. Projedeki birleşim bölgelerinde sıklaştırma yapılmadığı görüldüğünden, DBYBHY-07, 3.5.2.3, a'ya göre birleşim kuşatılmamış birleşim kabul edilmiş ve bu sınır değerlerinden $V_e \leq 0{,}45.b_j.h.f_{cd}$ kesme kapasitesi hesabı seçilmiştir. Kontroller bu koşullara göre yapılmıştır. Denklem 5.2'deki V_{kol} için (düğüm noktasının üstünde ve altında hesaplanan V_e kolon kesme kuvvetlerinin küçük olanı), kolon kesme tahkiki bölümünde, kolon kapasitelerine göre pekleşme göz önüne alınmadan hesaplanan V_e kullanılmıştır. Sınır koşulu kesme kapasitesi hesabındaki f_{cd}, bilgi düzeyi katsayısı ile uyumlu mevcut malzeme dayanımıdır (DBYBHY-07, 7.5.2.6).

$$V_e = 1{,}25 \, . \, f_{yk} \, . \, (A_{s1} + A_{s2}) - V_{kol} \qquad \textbf{(5.2)}$$

Hesaplara örnek teşkil etmesi için üç tarafından kiriş ile birleşimi olan S111 kolonu üst ucundaki birleşim noktası seçilmiştir (Şekil 5.21).



Şekil 5.21 :S111 kolonu ve kirişlerin birleşimi



Şekil 5.22 : Birleşim bölgeleri kontrolü (DBYBHY-07, Şekil 3.10)

(+X) deprem yönündeki V_e , Şekil 5.22'deki birleşim bölgesi +X hesap yönlerine göre bulunursa;

A_{s1}= K101_A_s_üst = 1633 mm^2 (Kolon-kiriş düğüm noktasının bir tarafında, kirişin negatif momentini karşılamak için üste konulan çekme donatısının toplam alanı)

A_{s2}= 0 (Bu tarafta kiriş yok) (Kolon-kiriş düğüm noktasının A_{s1}'e göre öbür tarafında, kirişin pozitif momentini karşılamak için alta konulan çekme donatısının toplam alanı)

V_a= S211_V_{alt}= 196,45 kN

$V_{ü}$= S111_$V_{üst}$= 177,04 kN

V_{kol}= min (V_a, $V_{ü}$) = 177,04 kN

V_e = 1,25 *x* 220 *x* (1633+0) /10^3 – 177,04

V_e = 272,04 kN

$V_e \leq 0{,}45 \,.\, b_j \,.\, h \,.\, f_{cd}$

b_j = 200 mm. (Kirişin x doğrultusundaki ekseni ile yakın olan kolon kenarına olan uzaklığın iki katı)

h = 1000 mm. (Kolonun x doğrultusundaki en kesit boyutu)

f_{cd} = 10 MPa *x* 0,9 = 9 MPa (Orta Bilgi Düzeyi Katsayısı =0,9)

0,45 *x* 200 *x* 1000 *x* 9 /10^3 = 810 kN.

272,04 ≤ **810** olarak gerekli şart sağlandığından, S111 kolonu üst ucu birleşim bölgesi kontrolü sonucunda, (+X) deprem yönünde '**Sünek**' olarak hasar gördüğü belirlenmiştir.

(-X) deprem yönü için birleşim bölgesi kontrolü;

A_{s1}= K101_A_s_alt = 1407 mm^2

A_{s2}= 0 (Bu tarafta kiriş yok)

V_a= S211_V_{alt}= 329,13 kN

$V_{ü}$= S111_$V_{üst}$= 299,87 kN

V_{kol}= min (V_a, $V_{ü}$) = 299,87 kN

V_e = 1,25 *x* 220 *x* (1407+0) /10^3 – 299,87

V_e = 87,06 kN

$V_e \leq 0{,}45 \,.\, b_j \,.\, h \,.\, f_{cd}$

87,06 ≤ 810 olarak gerekli şart sağlandığından, S111 kolonu üst ucu birleşim bölgesi kontrolü sonucunda, (-X) deprem yönünde '**Sünek**' olarak hasar gördüğü belirlenmiştir.

(+Y) deprem yönü için birleşim bölgesi kontrolü;

A_{s1}= K150_A_s_üst = 1432 mm^2

A_{s2}= K151_A_s_alt = 804 mm^2

V_a= S211_V_{alt}= 110,81 kN

$V_{ü}$= S111_$V_{üst}$= 100,90 kN

V_{kol}= min (V_a, $V_{ü}$) = 100,90 kN

V_e = 1,25 *x* 220 *x* (1432+804) /10^3 – 100,90

V_e = 514 kN

$V_e \leq 0{,}45 \,.\, b_j \,.\, h \,.\, f_{cd}$

b_j = 200 mm. (Kirişin y doğrultusundaki ekseni ile yakın olan kolon kenarına olan uzaklığın iki katı)

h = 300 mm. (Kolonun y doğrultusundaki en kesit boyutu)

f_{cd} = 10 MPa x 0,9 = 9 MPa (Orta Bilgi Düzeyi Katsayısı =0,9)

0,45 *x* 200 *x* 300 *x* 9 /10^3 = 243 kN.

514 > **243** olarak gerekli şart sağlanmadığından, S111 kolonu üst ucu birleşim bölgesi kontrolü sonucunda, (+Y) deprem yönünde '**Gevrek**' olarak hasar gördüğü belirlenmiştir.

(-Y) deprem yönü için birleşim bölgesi kontrolü;

A_{s1}= K101_A_s_alt = 804 mm^2

A_{s2}= K151_A_s_üst = 1432 mm^2

V_a= S211_V_{alt}= 115,41 kN

$V_{ü}$= S111_$V_{üst}$= 105,42 kN

V_{kol}= min (V_a, $V_{ü}$) = 105,42 kN

V_e = 1,25 *x* 220 *x* (804+1432) /10^3 – 105,42

V_e = 509,48 kN

$V_e \leq 0{,}45 \,.\, b_j \,.\, h \,.\, f_{cd}$

509,48 > 243 olarak gerekli şart sağlanmadığından, S111 kolonu üst ucu birleşim bölgesi kontrolü sonucunda, (-Y) deprem yönünde '**Gevrek**' olarak hasar gördüğü belirlenmiştir.

S111 üst ucundaki birleşim bölgesi kontrolündeki gibi, projedeki bir yönde diğer yöne göre daha uzun olan kolonların, uzun boyutlu kenarından birleşen kirişlerin, kolona ortasından değil de kenarına yakın bir şekilde birleşmesi sebebiyle bu yöndeki kapasiteleri az çıkmaktadır. Aşağıdaki Çizelge 5.41 ve Çizelge 5.42'de tüm 1. kat kolonlarının üst uç birleşim bölgelerinin deprem yönlerine göre kontrol edilen hesap sonuçları yer almaktadır. Kontrol edilen birleşim bölgesi olan +0,7 kotunda, S101-S102-S103-S104-S105-S106 kolonlarına x doğrultusunda birleşen kiriş olmadığından (perde mevcut), bu kolonlar (+X) ve (-X) yönlerindeki hesap tablolarında bulunmamaktadır.

Çizelge 5.41 : X doğrultulu depremlere göre kolon üst uçları birleşim bölgeleri kontrolü

	+ X Deprem Doğrultusunda			**-X Deprem Doğrultusunda**		
Birleşim Yeri	**Ve**	**$0{,}45.b_j.h.f_{cd}$**	**Kırılma Türü**	**Ve**	**$0{,}45.b_j.h.f_{cd}$**	**Kırılma Türü**
S107	501,05	243,00	Gevrek	452,65	243,00	Gevrek
S108	452,65	243,00	Gevrek	501,05	243,00	Gevrek
S109	378,40	243,00	Gevrek	338,80	243,00	Gevrek
S110	137,22	972,00	Sünek	93,93	972,00	Sünek
S111	272,04	810,00	Sünek	87,06	810,00	Sünek
S112	130,68	810,00	Sünek	278,37	810,00	Sünek
S113	645,36	810,00	Sünek	651,95	810,00	Sünek
S114	162,14	810,00	Sünek	245,98	810,00	Sünek
S115	500,18	810,00	Sünek	516,56	810,00	Sünek
S116	247,31	810,00	Sünek	154,31	810,00	Sünek
S117	-32,02	810,00	Sünek	272,31	810,00	Sünek
S118	497,65	810,00	Sünek	513,09	810,00	Sünek
S119	492,08	243,00	Gevrek	409,62	243,00	Gevrek
S120	449,08	243,00	Gevrek	376,87	243,00	Gevrek
S121	-104,30	972,00	Sünek	278,52	972,00	Sünek
S122	277,67	972,00	Sünek	-106,24	972,00	Sünek
S123	-103,83	972,00	Sünek	279,04	972,00	Sünek
S124	281,43	972,00	Sünek	-94,98	972,00	Sünek
S125	75,48	243,00	Sünek	363,12	243,00	Gevrek

Çizelge 5.41 (Devam) : X doğrultulu depremlere göre kolon üst uçları birleşim bölgeleri kontrolü

	+ X Deprem Doğrultusunda			-X Deprem Doğrultusunda		
Birleşim Yeri	**Ve**	**$0,45.b_j.h.f_{cd}$**	**Kırılma Türü**	**Ve**	**$0,45.b_j.h.f_{cd}$**	**Kırılma Türü**
S126	375,95	243,00	Gevrek	371,99	243,00	Gevrek
S127	361,89	243,00	Gevrek	370,54	243,00	Gevrek
S128	522,47	810,00	Sünek	492,61	810,00	Sünek
S129	178,82	810,00	Sünek	272,06	810,00	Sünek
S130	663,03	810,00	Sünek	667,04	810,00	Sünek
S131	273,47	810,00	Sünek	166,32	810,00	Sünek
S132	231,12	810,00	Sünek	273,37	810,00	Sünek
S133	663,60	810,00	Sünek	653,42	810,00	Sünek
S134	276,71	810,00	Sünek	-64,50	810,00	Sünek
S135	110,55	202,50	Sünek	338,53	202,50	Gevrek
S136	414,97	243,00	Gevrek	385,90	243,00	Gevrek
S137	372,25	243,00	Gevrek	417,00	243,00	Gevrek
S138	378,40	243,00	Gevrek	338,80	243,00	Gevrek
S139	94,66	810,00	Sünek	192,24	810,00	Sünek
S140	277,46	243,00	Gevrek	286,16	243,00	Gevrek
S141	211,07	6872,85	Sünek	236,27	6872,85	Sünek
S142	226,00	6872,85	Sünek	221,61	6872,85	Sünek
S143	176,72	243,00	Sünek	224,76	243,00	Sünek
S144	548,11	810,00	Sünek	266,49	810,00	Sünek

Çizelge 5.42 : Y doğrultulu depremlere göre kolon üst uçları birleşim bölgeleri kontrolü

	+ Y Deprem Doğrultusunda			-Y Deprem Doğrultusunda		
Birleşim Yeri	**V_e**	**$0,45.b_j.h.f_{cd}$**	**Kırılma Türü**	**V_e**	**$0,45.b_j.h.f_{cd}$**	**Kırılma Türü**
S101	185,44	202,5	Sünek	30,9	202,5	Sünek
S102	-31,655	972	Sünek	90,155	972	Sünek
S105	119,385	972	Sünek	297,565	972	Sünek
S106	170,87	202,5	Sünek	-5,72	202,5	Sünek
S107	-93,19	729	Sünek	5,13	729	Sünek
S108	69,6	729	Sünek	89,83	729	Sünek
S109	91	810	Sünek	406,08	810	Sünek
S110	102,67	202,5	Sünek	37,72	202,5	Sünek
S111	514	243	Gevrek	509,48	243	Gevrek
S112	519,03	243	Gevrek	520,1	243	Gevrek
S113	299,07	243	Gevrek	304,61	243	Gevrek
S114	273,71	243	Gevrek	373,08	243	Gevrek
S115	258,18	1215	Sünek	293,06	1215	Sünek

Çizelge 5.42 (Devam) : Y doğrultulu depremlere göre kolon üst uçları birleşim bölgeleri kontrolü

	+ Y Deprem Doğrultusunda			-Y Deprem Doğrultusunda		
Birleşim Yeri	**V_e**	**$0{,}45.b_j.h.f_{cd}$**	**Kırılma Türü**	**V_e**	**$0{,}45.b_j.h.f_{cd}$**	**Kırılma Türü**
S116	579,53	243	Gevrek	483,63	243	Gevrek
S117	436,45	243	Gevrek	470,01	243	Gevrek
S118	478,94	243	Gevrek	464,93	243	Gevrek
S119	217,5	729	Sünek	245,88	729	Sünek
S120	233,09	729	Sünek	222,74	729	Sünek
S121	255,57	202,5	Gevrek	225,36	202,5	Gevrek
S122	587,02	202,5	Gevrek	496,93	202,5	Gevrek
S123	226,01	202,5	Gevrek	230,84	202,5	Gevrek
S124	583,49	202,5	Gevrek	503,59	202,5	Gevrek
S125	111,25	729	Sünek	123,25	729	Sünek
S126	255,83	729	Sünek	215,73	729	Sünek
S127	251,52	729	Sünek	194,71	729	Sünek
S128	386,76	243	Gevrek	392,91	243	Gevrek
S129	464,29	243	Gevrek	484,92	243	Gevrek
S130	252,795	1215	Sünek	212,795	1215	Sünek
S131	569,64	243	Gevrek	512,85	243	Gevrek
S132	469,485	243	Gevrek	569,095	243	Gevrek
S133	310,07	243	Gevrek	292,95	243	Gevrek
S134	524,02	243	Gevrek	508,77	243	Gevrek
S135	200,785	972	Sünek	315,135	972	Sünek
S136	265,62	729	Sünek	247,12	729	Sünek
S137	146,09	729	Sünek	131,52	729	Sünek
S138	218,455	1215	Sünek	172,495	1215	Sünek
S139	215,155	243	Sünek	231,025	243	Sünek
S140	251,305	729	Sünek	215,835	729	Sünek
S141	286,72	6872,85	Sünek	294,02	6872,85	Sünek
S142	288,59	6872,85	Sünek	393,8	6872,85	Sünek
S143	-38,05	729	Sünek	208,135	729	Sünek
S144	4,42	243	Sünek	128,22	243	Sünek

5.3.10 Göreli Kat Ötelemeleri Kontrolü

Göreli kat ötelemeleri kontrolü, DBYBHY-07, 7.5.3'e göre yapılır. Daha önce deprem yükleri altındaki kapasiteleri belirlenmiş olan kolonların, bu kontrole göre daha elverişsiz hasar bölgesinde oldukları belirlendiği takdirde, bu hasar bölgeleri kolonun hasar bölgesi kabul edilir. Karşılaştırmanın yapılması için yönetmelikte istenen şekilde, her iki deprem doğrultusu için tüm kolonların göreli kat ötelemesi değerleri hesaplanır ve aşağıdaki Çizelge 5.43'ten kontrol edilir.

Çizelge 5.43 : Göreli kat ötelemesi sınırları (DBYBHY-07, Tablo 7.6)

Göreli Kat Ötelemesi Oranı	Hasar Sınırı		
	MN	GV	GÇ
δ_{ji} / h_{ji}	0.01	0.03	0.04

Bir kolonun göreli kat ötelemesi, deprem doğrultularına göre farklı değerler alabilir. Bu sebeple, hesap yapılırken farklı deprem etkileri altında, kolonun maksimum yer değiştirme yaptığı yönde alt ucu ile üst ucu arasındaki fark (δ_{ji}) ile kolonun yüksekliğinin (h_{ji}) oranı belirlenir. 1. ve 2. Kat kolonlarının, X ve Y doğrultularındaki depremler için hesaplanan göreli kat ötelemesi sonuçları aşağıda çizelgelerde verilmektedir. Çizelgelerde 'Belirgin Hasar Bölgesi'nde sonuçlanan kolonlardan, Bölüm 4.2.7.3'e göre 'Minimum Hasar Bölgesi'nde olanlar (X doğrultusunda S239-S244, Y doğrultusunda S206-S215-S235-S239-S240-S241-S242), bu kontrolde daha elverişsiz sonuçlandığından 'Belirgin Hasar' almış olarak kabul edilir.

Çizelge 5.44 : 1. Kat kolonları göreli kat ötelemeleri kontrolü sonuçları

	X Depremi Doğrultusu				Y Depremi Doğrultusu			
	d_{max}	**δ_{max}**	**δ_{ji}/h_{ji}**	**Hasar Bölgesi**	**d_{max}**	**δ_{max}**	**δ_{ji}/h_{ji}**	**Hasar Bölgesi**
S101	0,011374	0,011374	0,00345	MH	0,022705	0,022705	0,00688	MH
S102	0,006039	0,006039	0,00183	MH	0,023205	0,023205	0,00703	MH
S103	0,003331	0,003331	0,00101	MH	0,023551	0,023551	0,00714	MH
S104	0,002966	0,002966	0,00090	MH	0,02395	0,02395	0,00726	MH
S105	0,00546	0,00546	0,00165	MH	0,02436	0,02436	0,00738	MH
S106	0,009421	0,009421	0,00285	MH	0,024922	0,024922	0,00755	MH
S107	0,004756	0,004756	0,00144	MH	0,023352	0,023352	0,00708	MH
S108	0,004367	0,004367	0,00132	MH	0,024178	0,024178	0,00733	MH
S109	0,004367	0,004367	0,00132	MH	0,023746	0,023746	0,00720	MH
S110	0,011374	0,011374	0,00345	MH	0,022705	0,022705	0,00688	MH
S111	0,006039	0,006039	0,00183	MH	0,023205	0,023205	0,00703	MH
S112	0,005797	0,005797	0,00176	MH	0,02436	0,02436	0,00738	MH
S113	0,009421	0,009421	0,00285	MH	0,024922	0,024922	0,00755	MH
S114	0,00731	0,00731	0,00222	MH	0,023352	0,023352	0,00708	MH
S115	0,00731	0,00731	0,00222	MH	0,023746	0,023746	0,00720	MH
S116	0,00731	0,00731	0,00222	MH	0,024178	0,024178	0,00733	MH
S117	0,011231	0,011231	0,00340	MH	0,022716	0,022716	0,00688	MH
S118	0,009421	0,009421	0,00285	MH	0,024922	0,024922	0,00755	MH

Çizelge 5.44 (Devam) : 1. Kat kolonları göreli kat ötelemeleri kontrolü sonuçları

	X Depremi Doğrultusu				Y Depremi Doğrultusu			
	d_{max}	δ_{max}	δ_{ji}/h_{ji}	Hasar Bölgesi	d_{max}	δ_{max}	δ_{ji}/h_{ji}	Hasar Bölgesi
S119	0,009176	0,009176	0,00278	MH	0,023205	0,023205	0,00703	MH
S120	0,009176	0,009176	0,00278	MH	0,02436	0,02436	0,00738	MH
S121	0,010187	0,010187	0,00309	MH	0,023352	0,023352	0,00708	MH
S122	0,010187	0,010187	0,00309	MH	0,024178	0,024178	0,00733	MH
S123	0,012653	0,012653	0,00383	MH	0,023352	0,023352	0,00708	MH
S124	0,012653	0,012653	0,00383	MH	0,024178	0,024178	0,00733	MH
S125	0,013671	0,013671	0,00414	MH	0,022716	0,022716	0,00688	MH
S126	0,013671	0,013671	0,00414	MH	0,023205	0,023205	0,00703	MH
S127	0,013671	0,013671	0,00414	MH	0,02436	0,02436	0,00738	MH
S128	0,013671	0,013671	0,00414	MH	0,024922	0,024922	0,00755	MH
S129	0,015565	0,015565	0,00472	MH	0,023352	0,023352	0,00708	MH
S130	0,015565	0,015565	0,00472	MH	0,023746	0,023746	0,00720	MH
S131	0,015565	0,015565	0,00472	MH	0,024178	0,024178	0,00733	MH
S132	0,016877	0,016877	0,00511	MH	0,02436	0,02436	0,00738	MH
S133	0,016877	0,016877	0,00511	MH	0,024922	0,024922	0,00755	MH
S134	0,017364	0,017364	0,00526	MH	0,023205	0,023205	0,00703	MH
S135	0,017364	0,017364	0,00526	MH	0,022736	0,022736	0,00689	MH
S136	0,018629	0,018629	0,00565	MH	0,023352	0,023352	0,00708	MH
S137	0,018629	0,018629	0,00565	MH	0,024178	0,024178	0,00733	MH
S138	0,018629	0,018629	0,00565	MH	0,023746	0,023746	0,00720	MH
S139	0,022428	0,022428	0,00680	MH	0,022736	0,022736	0,00689	MH
S140	0,022428	0,022428	0,00680	MH	0,023205	0,023205	0,00703	MH
S141	0,021928	0,021928	0,00664	MH	0,023587	0,023587	0,00715	MH
S142	0,021928	0,021928	0,00664	MH	0,02391	0,02391	0,00725	MH
S143	0,021989	0,021989	0,00666	MH	0,02436	0,02436	0,00738	MH
S144	0,021941	0,021941	0,00665	MH	0,024922	0,024922	0,00755	MH

Çizelge 5.45 : 2. Kat kolonları göreli kat ötelemeleri kontrolü sonuçları

	X Depremi Doğrultusu				Y Depremi Doğrultusu			
	d_{max}	δ_{max}	δ_{Ji}/h_{Ji}	Hasar Bölgesi	d_{max}	δ_{max}	δ_{Ji}/h_{Ji}	Hasar Bölgesi
S201	0,029473	0,026404	0,00926	MH	0,052662	0,029957	0,01051	BH
S202	0,028693	0,026826	0,00941	MH	0,054155	0,03095	0,01086	BH
S203	0,028756	0,026927	0,00945	MH	0,055222	0,031671	0,01111	BH
S204	0,028945	0,027206	0,00955	MH	0,056478	0,032528	0,01141	BH
S205	0,028878	0,027111	0,00951	MH	0,057786	0,033426	0,01173	BH
S206	0,028994	0,027273	0,00957	MH	0,059592	0,03467	0,01216	BH
S207	0,02737	0,023003	0,00807	MH	0,054605	0,031253	0,01097	BH
S208	0,02737	0,023003	0,00807	MH	0,057202	0,033024	0,01159	BH

Çizelge 5.45 (Devam) : 2. Kat kolonları göreli kat ötelemeleri kontrolü sonuçları

	X Depremi Doğrultusu				Y Depremi Doğrultusu			
	d_{max}	δ_{max}	δ_{ji}/h_{ji}	Hasar Bölgesi	d_{max}	δ_{max}	δ_{ji}/h_{ji}	Hasar Bölgesi
S209	0,02737	0,023003	0,00807	MH	0,055834	0,032088	0,01126	BH
S210	0,029473	0,021698	0,00761	MH	0,052662	0,029957	0,01051	BH
S211	0,027495	0,021698	0,00761	MH	0,054155	0,03095	0,01086	BH
S212	0,027495	0,021698	0,00761	MH	0,057786	0,033426	0,01173	BH
S213	0,027495	0,021698	0,00761	MH	0,059592	0,03467	0,01216	BH
S214	0,028135	0,020825	0,00731	MH	0,054605	0,031253	0,01097	BH
S215	0,028135	0,020825	0,00731	MH	0,055834	0,032088	0,01126	BH
S216	0,028135	0,020825	0,00731	MH	0,057202	0,033024	0,01159	BH
S217	0,029568	0,020392	0,00716	MH	0,052696	0,02998	0,01052	BH
S218	0,029568	0,020392	0,00716	MH	0,059592	0,03467	0,01216	BH
S219	0,029568	0,020392	0,00716	MH	0,054155	0,03095	0,01086	BH
S220	0,029568	0,020392	0,00716	MH	0,057786	0,033426	0,01173	BH
S221	0,030604	0,020417	0,00716	MH	0,054605	0,031253	0,01097	BH
S222	0,030604	0,020417	0,00716	MH	0,057202	0,033024	0,01159	BH
S223	0,033766	0,021113	0,00741	MH	0,054605	0,031253	0,01097	BH
S224	0,033766	0,021113	0,00741	MH	0,057202	0,033024	0,01159	BH
S225	0,03529	0,021619	0,00759	MH	0,052696	0,02998	0,01052	BH
S226	0,03529	0,021619	0,00759	MH	0,054155	0,03095	0,01086	BH
S227	0,03529	0,021619	0,00759	MH	0,057786	0,033426	0,01173	BH
S228	0,03529	0,021619	0,00759	MH	0,059592	0,03467	0,01216	BH
S229	0,038393	0,022828	0,00801	MH	0,054605	0,031253	0,01097	BH
S230	0,038393	0,022828	0,00801	MH	0,055834	0,032088	0,01126	BH
S231	0,038393	0,022828	0,00801	MH	0,057202	0,033024	0,01159	BH
S232	0,040713	0,023836	0,00836	MH	0,057786	0,033426	0,01173	BH
S233	0,040713	0,023836	0,00836	MH	0,059592	0,03467	0,01216	BH
S234	0,041602	0,024238	0,00850	MH	0,054155	0,03095	0,01086	BH
S235	0,041602	0,024238	0,00850	MH	0,052754	0,030018	0,01053	BH
S236	0,043981	0,025352	0,00890	MH	0,054605	0,031253	0,01097	BH
S237	0,043981	0,025352	0,00890	MH	0,057202	0,033024	0,01159	BH
S238	0,043981	0,025352	0,00890	MH	0,055834	0,032088	0,01126	BH
S239	0,051578	0,02915	0,01023	BH	0,052754	0,030018	0,01053	BH
S240	0,051578	0,02915	0,01023	BH	0,054155	0,03095	0,01086	BH
S241	0,050547	0,028619	0,01004	BH	0,055337	0,03175	0,01114	BH
S242	0,050547	0,028619	0,01004	BH	0,056352	0,032442	0,01138	BH
S243	0,050672	0,028683	0,01006	BH	0,057786	0,033426	0,01173	BH
S244	0,050572	0,028631	0,01005	BH	0,059592	0,03467	0,01216	BH

5.3.11 Bina performansının belirlenmesi

Doğrusal elastik hesap yöntemlerinden biri olan mod birleştirme yöntemine göre analizi yapılan yapının elemanlarında oluşan hasar yüzdelerine göre bina performansı belirlenir. Tüm deprem yönlerine göre kirişlerde oluşan hasarlar Çizelge 5.46'da verilmiştir.

Çizelge 5.46 : Kirişlerin toplam hasar oranları

	+ X Depremi		- X Depremi		+ Y Depremi		- Y Depremi	
	Adet	**Oran**	**Adet**	**Oran**	**Adet**	**Oran**	**Adet**	**Oran**
Minimum hasar bölgesi	7	19,44%	6	16,67%	12	34,29%	12	34,29%
Belirgin hasar bölgesi	1	2,78%	2	5,56%	8	22,86%	8	22,86%
İleri hasar bölgesi	2	5,56%	3	8,33%	2	5,71%	2	5,71%
Göçme bölgesi	3	8,33%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Gevrek	23	63,89%	25	69,44%	13	37,14%	13	37,14%
Toplam eleman sayısı	36	100,00%	36	100,00%	35	100,00%	35	100,00%

Kolonların hasar yüzdeleri hesaplanırken, kirişlerdeki gibi adetlerine değil, kesme kuvvetlerine dikkat edilir. Aynı hasar bölgesindeki kolonların, hasar tespiti yapılan deprem durumundaki kesme kuvvetleri toplanarak o katın toplam kesme kuvvetine oranı hesaplanır. 1. Kattaki tüm kolonların deprem yönlerine göre kesme kuvvetleri ve hasar bölgeleri Çizelge 5.47'de yer almaktadır.

Çizelge 5.47 : 1. Kat kolonları kesme kuvvetleri

	+X Depremi Etkisinde		-X Depremi Etkisinde		+Y Depremi Etkisinde		-Y Depremi Etkisinde	
	Eleman Hasarı	**Kesme Kuvvetleri**	**Eleman Hasarı**	**Kesme Kuvvetleri**	**Eleman Hasarı**	**Kesme Kuvvetleri**	**Eleman Hasarı**	**Kesme Kuvvetleri**
S101	İH	490,633	GD	490,633	MH	94,143	MH	94,143
S102	MH	16,657	MH	16,657	GD	1256,026	GD	1256,026
S103	BH	259,553	BH	259,553	GD	456,324	GD	456,324
S104	MH	69,246	MH	69,246	GD	571,597	GD	571,597
S105	MH	14,562	MH	14,562	GD	1306,677	GD	1306,677
S106	İH	198,506	İH	198,506	MH	87,501	MH	87,501
S107	MH	30,221	MH	30,221	GD	747,479	GD	747,479
S108	MH	27,636	MH	27,636	GD	727,323	GD	727,323
S109	MH	28,211	MH	28,211	G	1111,059	GD	1111,059
S110	BH	519,03	GD	519,03	BH	161,879	BH	161,879
S111	MH	343,722	BH	343,722	BH	238,297	BH	238,297

Çizelge 5.47 (Devam) : 1. Kat kolonları kesme kuvvetleri

	+X Depremi Etkisinde		-X Depremi Etkisinde		+Y Depremi Etkisinde		-Y Depremi Etkisinde	
	Eleman Hasarı	**Kesme Kuvvetleri**	**Eleman Hasarı**	**Kesme Kuvvetleri**	**Eleman Hasarı**	**Kesme Kuvvetleri**	**Eleman Hasarı**	**Kesme Kuvvetleri**
S112	BH	331,017	MH	331,017	BH	238,761	BH	238,761
S113	GD	390,275	BH	390,275	İH	267,065	İH	267,065
S114	MH	298,739	G	298,739	BH	212,314	BH	212,314
S115	G	339,874	G	339,874	BH	212,346	BH	212,346
S116	G	304,937	MH	304,937	BH	222,671	BH	222,671
S117	BH	332,795	G	332,795	BH	217,28	BH	217,28
S118	GD	352,811	BH	352,811	İH	261,38	İH	261,38
S119	MH	83,845	MH	83,845	GD	836,428	GD	836,428
S120	MH	82,122	MH	82,122	GD	829,803	GD	829,803
S121	BH	489,638	BH	489,638	BH	177,571	BH	177,571
S122	BH	495,058	BH	495,058	BH	186,371	İH	186,371
S123	BH	585,275	İH	585,275	BH	176,956	BH	176,956
S124	İH	593,498	BH	593,498	İH	185,776	BH	185,776
S125	MH	103,325	MH	103,325	GD	743,757	GD	743,757
S126	BH	128,766	BH	128,766	GD	841,855	GD	841,855
S127	MH	119,494	MH	119,494	GD	796,223	GD	796,223
S128	GD	513,321	İH	513,321	İH	269,899	İH	269,899
S129	İH	562,909	İH	562,909	İH	211,28	BH	211,28
S130	İH	720,534	İH	720,534	İH	213,167	İH	213,167
S131	İH	564,103	İH	564,103	İH	218,878	BH	218,878
S132	İH	662,586	İH	662,586	BH	236,035	İH	236,035
S133	GD	729,971	GD	729,971	İH	275,971	İH	275,971
S134	GD	712,765	GD	712,765	BH	236,255	İH	236,255
S135	MH	115,359	MH	115,359	GD	1165,263	GD	1165,263
S136	BH	141,001	BH	141,001	GD	704,519	GD	704,519
S137	MH	138,822	BH	138,822	GD	718,978	GD	718,978
S138	MH	164,457	MH	164,457	GD	897,631	GD	897,631
S139	GD	779,437	GD	779,437	BH	153,921	BH	153,921
S140	BH	164,956	BH	164,956	İH	654,39	GD	654,39
S141	GD	380,411	GD	380,411	GD	520,887	GD	520,887
S142	GD	434,077	GD	434,077	GD	344,229	GD	344,229
S143	BH	164,746	BH	164,746	GD	740,54	GD	740,54
S144	G	851,235	GD	851,235	BH	199,042	BH	199,042
Toplam Kesme Kuvveti		**14830,136**		**14830,136**		**20925,747**		**20925,747**

Kolonların deprem yönlerine göre kesme kuvvetleri ve göreli kat ötelemesi kontrolü de dikkate alınarak daha elverişsiz duruma geçen kolonlar dahil 2. kattaki tüm kolonların hasar bölgeleri Çizelge 5.48'de yer almaktadır.

Çizelge 5.48 : 2. Kat kolonları kesme kuvvetleri

	+X Depremi Etkisinde		-X Depremi Etkisinde		+Y Depremi Etkisinde		-Y Depremi Etkisinde	
	Eleman Hasarı	**Kesme Kuvvetleri**	**Eleman Hasarı**	**Kesme Kuvvetleri**	**Eleman Hasarı**	**Kesme Kuvvetleri**	**Eleman Hasarı**	**Kesme Kuvvetleri**
S201	GD	1000,117	İH	1000,117	BH	185,416	BH	185,416
S202	BH	200,612	BH	200,612	G	1140,609	İH	1140,609
S203	İH	504,406	GD	504,406	BH	386,176	BH	386,176
S204	İH	444,451	BH	444,451	BH	404,13	BH	404,13
S205	BH	199,647	BH	199,647	G	1207,63	İH	1207,63
S206	GD	929,62	İH	929,62	BH	157,906	BH	157,906
S207	BH	229,342	BH	229,342	BH	618,436	BH	618,436
S208	BH	232,629	BH	232,629	G	638,864	BH	638,864
S209	BH	281,119	BH	281,119	G	766,337	G	766,337
S210	İH	890,06	GD	890,06	BH	273,648	İH	273,648
S211	İH	742,43	G	742,43	İH	418,396	İH	418,396
S212	İH	726,942	İH	726,942	İH	441,311	İH	441,311
S213	GD	705,826	İH	705,826	GD	426,62	İH	426,62
S214	BH	658,484	İH	658,484	İH	377,355	İH	377,355
S215	G	955,672	İH	955,672	İH	359,977	BH	359,977
S216	İH	666,336	BH	666,336	İH	404,75	İH	404,75
S217	BH	494,948	İH	494,948	İH	361,419	İH	361,419
S218	GD	552,712	BH	552,712	İH	417,359	GD	417,359
S219	İH	257,909	İH	257,909	BH	627,865	İH	627,865
S220	İH	251,274	BH	251,274	BH	669,552	İH	669,552
S221	BH	738,798	BH	738,798	İH	322,853	İH	322,853
S222	BH	740,539	BH	740,539	İH	341,436	GD	341,436
S223	MH	629,923	BH	629,923	İH	316,987	İH	316,987
S224	BH	633,82	MH	633,82	İH	335,967	İH	335,967
S225	MH	197,498	İH	197,498	BH	458,6	BH	458,6
S226	İH	263,281	İH	263,281	İH	601,865	BH	601,865
S227	BH	255,257	BH	255,257	İH	673,948	BH	673,948
S228	BH	463,416	BH	463,416	GD	427,892	İH	427,892
S229	BH	526,695	G	526,695	İH	370,377	İH	370,377
S230	İH	832,667	G	832,667	İH	351,684	İH	351,684
S231	GV	530,296	BH	530,296	İH	393,408	İH	393,408
S232	BH	558,401	GV	558,401	İH	425,995	İH	425,995
S233	GD	513,551	BH	513,551	GD	438,656	GD	438,656

Çizelge 5.48 (Devam) : 2. Kat kolonları kesme kuvvetleri

	+X Depremi Etkisinde		-X Depremi Etkisinde		+Y Depremi Etkisinde		-Y Depremi Etkisinde	
	Eleman Hasarı	**Kesme Kuvvetleri**	**Eleman Hasarı**	**Kesme Kuvvetleri**	**Eleman Hasarı**	**Kesme Kuvvetleri**	**Eleman Hasarı**	**Kesme Kuvvetleri**
S234	BH	521,623	MH	521,623	İH	400,516	İH	400,516
S235	BH	213,128	İH	213,128	BH	460,561	BH	460,561
S236	BH	248,484	MH	248,484	BH	577,649	İH	577,649
S237	BH	246,003	BH	246,003	BH	625,508	İH	625,508
S238	BH	309,928	BH	309,928	G	915,597	BH	915,597
S239	BH	406,316	BH	406,316	BH	243,147	BH	243,147
S240	İH	263,06	BH	263,06	BH	433,713	BH	433,713
S241	BH	204,122	BH	204,122	BH	452,556	BH	452,556
S242	BH	340,756	BH	340,756	BH	271,637	BH	271,637
S243	BH	265,845	İH	265,845	İH	654,58	İH	654,58
S244	BH	466,946	BH	466,946	BH	190,652	BH	190,652
Toplam Kesme Kuvveti		**21294,89**		**21294,89**		**20969,54**		**20969,54**

Çizelge 5.49 : 1. Kat kolonları hasar yüzdeleri

	1. Kat Kolonları	**Adet**	**Oran**	**Kesme Kuv.**	**Oran**
+X Depremi Etkisinde	**Minimum hasar bölgesi**	15	34,09%	1636,42	11,03%
	Belirgin hasar bölgesi	11	25,00%	3611,84	24,35%
	İleri hasar bölgesi	7	15,91%	3792,77	25,57%
	Göçme bölgesi	8	18,18%	4293,07	28,95%
	Gevrek	3	6,82%	1496,05	10,09%
	Toplam	44	100,00%	14830,14	100,00%
	1. Kat Kolonları	**Adet**	**Oran**	**Kesme Kuv.**	**Oran**
-X Depremi Etkisinde	**Minimum hasar bölgesi**	14	31,82%	1491,09	10,05%
	Belirgin hasar bölgesi	12	27,27%	3662,85	24,70%
	İleri hasar bölgesi	7	15,91%	3807,23	25,67%
	Göçme bölgesi	8	18,18%	4897,56	33,02%
	Gevrek	3	6,82%	971,41	6,55%
	Toplam eleman sayısı	44	100,00%	14830,14	100,00%

Çizelge 5.49 (Devam) : 1. Kat kolonları hasar yüzdeleri

+Y Depremi Etkisinde	1. Kat Kolonları	Adet	Oran	Kesme Kuv.	Oran
	Minimum hasar bölgesi	2	4,55%	181,64	0,87%
	Belirgin hasar bölgesi	14	31,82%	2869,70	13,71%
	İleri hasar bölgesi	9	20,45%	2557,81	12,22%
	Göçme bölgesi	18	40,91%	14205,54	67,89%
	Gevrek	1	2,27%	1111,06	5,31%
	Toplam eleman sayısı	44	100,00%	20925,75	100,00%
-Y Depremi Etkisinde	**1. Kat Kolonları**	**Adet**	**Oran**	**Kesme Kuv.**	**Oran**
	Minimum hasar bölgesi	2	4,55%	181,64	0,87%
	Belirgin hasar bölgesi	14	31,82%	2826,97	13,51%
	İleri hasar bölgesi	8	18,18%	1946,14	9,30%
	Göçme bölgesi	20	45,45%	15970,99	76,32%
	Gevrek	0	0,00%	0,00	0,00%
	Toplam eleman sayısı	44	100,00%	20925,75	100,00%

Çizelge 5.50 : 2. Kat kolonları hasar yüzdeleri

+X Depremi Etkisinde	2. Kat Kolonları	Adet	Oran	Kesme Kuv.	Oran
	Minimum hasar bölgesi	2	4,55%	827,42	3,89%
	Belirgin hasar bölgesi	24	54,55%	9436,86	44,32%
	İleri hasar bölgesi	11	25,00%	5842,82	27,44%
	Göçme bölgesi	5	11,36%	3701,83	17,38%
	Gevrek	2	4,55%	1485,97	6,98%
	Toplam eleman sayısı	44	100,00%	21294,89	100,00%
-X Depremi Etkisinde	**2. Kat Kolonları**	**Adet**	**Oran**	**Kesme Kuv.**	**Oran**
	Minimum hasar bölgesi	3	6,82%	1403,93	6,59%
	Belirgin hasar bölgesi	23	52,27%	9167,03	43,05%
	İleri hasar bölgesi	12	27,27%	6669,27	31,32%
	Göçme bölgesi	2	4,55%	1394,47	6,55%
	Gevrek	4	9,09%	2660,19	12,49%
	Toplam eleman sayısı	44	100,00%	21294,89	100,00%

Çizelge 5.50 (Devam) : 2. Kat kolonları hasar yüzdeleri

	2. Kat Kolonları	Adet	Oran	Kesme Kuv.	Oran
+Y Depremi Etkisinde	**Minimum hasar bölgesi**	0	0,00%	0,00	0,00%
	Belirgin hasar bölgesi	17	38,64%	7037,15	33,56%
	İleri hasar bölgesi	19	43,18%	7970,18	38,01%
	Göçme bölgesi	3	6,82%	1293,17	6,17%
	Gevrek	5	11,36%	4669,04	22,27%
	Toplam eleman sayısı	44	100,00%	20969,54	100,00%
	2. Kat Kolonları	**Adet**	**Oran**	**Kesme Kuv.**	**Oran**
-Y Depremi Etkisinde	**Minimum hasar bölgesi**	0	0,00%	0,00	0,00%
	Belirgin hasar bölgesi	17	38,64%	7453,18	35,54%
	İleri hasar bölgesi	23	52,27%	11552,57	55,09%
	Göçme bölgesi	3	6,82%	1197,45	5,71%
	Gevrek	1	2,27%	766,34	3,65%
	Toplam eleman sayısı	44	100,00%	20969,54	100,00%

1999 Düzce Depremi'nde göçmüş olan yapının, yapılan analiz sonucunda da göçme bölgesinde çıkması, DBYBHY-07-Bölüm 7.3'teki şartlar doğrultusunda, Bölüm 2.7'de anlatılan 'Göçme Öncesi Performans Düzeyi' koşullarını sağlayamadığı anlamına gelmektedir. Bu sebeple yapının kontrolünün yapıldığı DBYBHY-07, 7.7.4, göçme öncesi performans düzeyi şartlarına göre, gevrek olarak hasar gördüğü belirlenen tüm elemanların göçme bölgesinde olduğu kabulü yapılır.

Kirişlerin sağlaması gereken sınır koşul, en fazla %20 kadarının göçme bölgesine geçebilmesidir. Bu şartın tüm deprem yönlerine göre sağlanması gerekir. Yukarıdaki Çizelge 5.46'dan bakılacak olursa, hesaplar sonucunda göçme bölgesinde çıkan kirişler %20'nin altındadır. Ancak gevrek çıkanların da göçme bölgesinde kabul edilmesinden dolayı tüm deprem yönlerinde sınır koşul aşılmıştır. DBYBHY-07, 7.7.4, a maddesine göre kirişlerde göçme öncesi performans düzeyi şartı sağlanmamıştır.

Kolonların tümünün Minimum, Belirgin ya da İleri Hasar Bölgesinde olması gerekmektedir. Deprem yönlerine göre yapılan analizlerde, iki ucunda da minimum hasar sınırı aşılan kolonların toplam kesme kuvvetine, tüm kat kolonlarının toplam kesme kuveti oranı %30'u geçmemelidir. Bu oran hesaplanırken, alt ve uç birleşim

bölgelerinde ‘Kolonların Kirişlerden Daha Güçlü Olması’ koşulunu sağlayan kolonlar dahil edilmez. Ancak, kolonların deprem yönlerine göre analiz sonuçlarını gösteren yukarıdaki çizelgelerden görüldüğü üzere, gevrek kolonların da göçme bölgesi hasar durumundaki kolonları dahil edilmesiyle birlikte bunların toplam kesme kuvveti oranı oldukça yüksek çıkmaktadır. Özellikle 1. Kat kolonlarının Y doğrultusundaki depremlerde %70 mertebelerini aştığı görülmektedir. Bu sebeple kolonların ayrı ayrı uç kesitlerine göre hasar ve kolonların kirişlerden güçlü olma koşulu incelemesi yapılmamıştır. Göçme bölgesi kolonlarının bulunması ve oranının da oldukça yüksek olması sebebi ile kolonlarda da DBYBHY-07’ 7.7.4, b, ‘Göçme Öncesi Performans Düzeyi’ şartları sağlanmamıştır.

Tüm deprem yönlerine göre gereken şartlar sağlanamadığından, yapının ‘**Göçme Durumu**’nda olduğu sonucuna varılır.

5.4 Riskli Yapıların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar ile İnceleme

Bu bölümde SAP 2000’de modellenen yapının, Riskli Binaların Tespit Edilmesine İlişkin Esaslara yönelik incelenmesi sonucu kontrol edilecektir. Bölüm 5.3 sonucu elde edilen netice doğrultusunda, yapının ‘Riskli’ çıkması beklenmektedir.

5.4.1 Yapı bilgileri ve SAP 2000 modeli

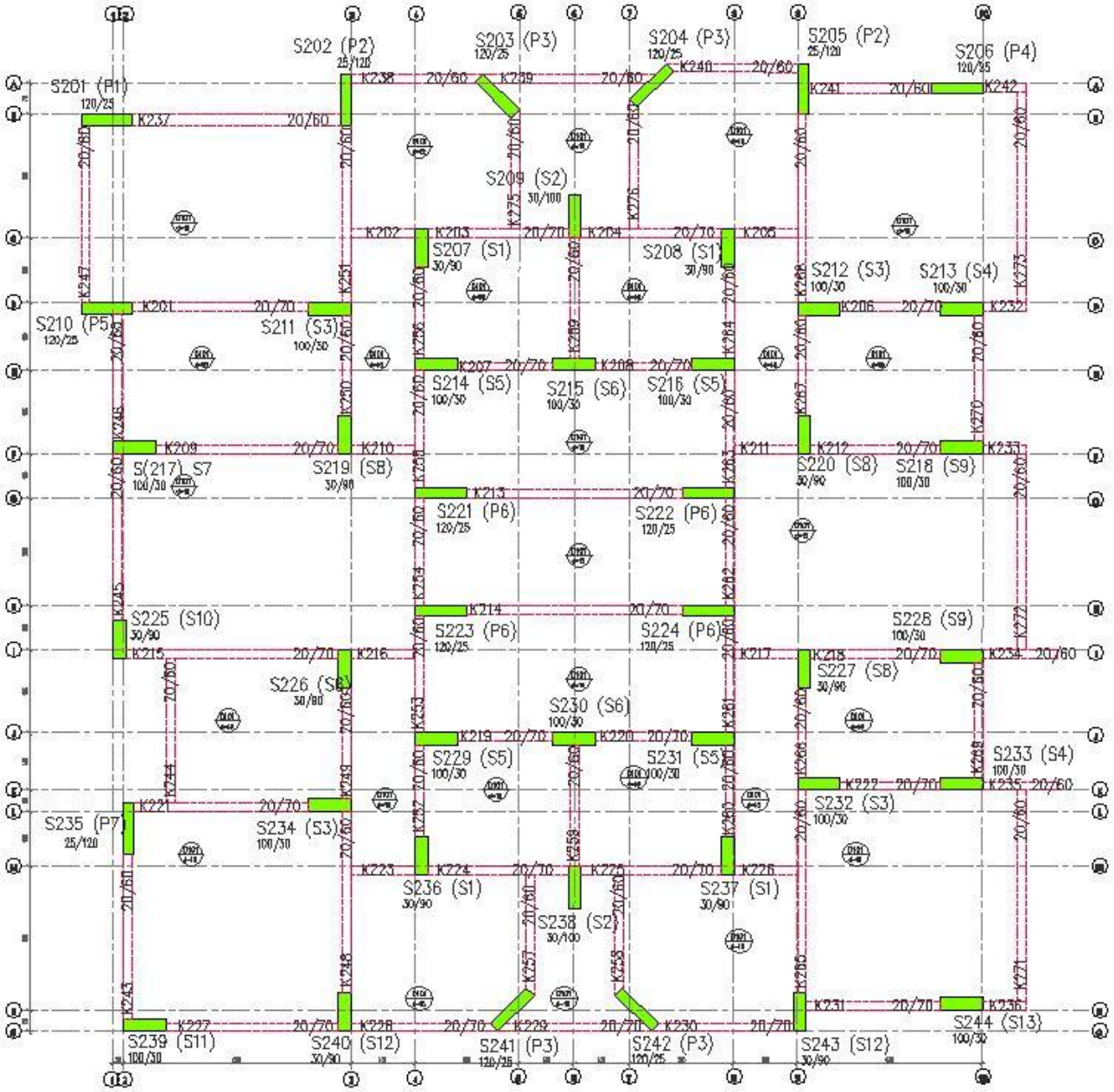
Hesaplarda kullanılacak olan bilgi düzeyi, mevcut bilgilerin kapsamı değerlendirilerek, RBTE(2013), 3.1.3’e göre “Asgari Bilgi Düzeyi” seçilmiştir. Binanın mimari ve statik projeleri mevcut. Fakat, binanın projeye uygun yapılıp yapılmadığı yerinde kontrol edilemediğinden bu düzeyin seçilmesi uygun görülmüştür. Bilgi düzeyi katsayısı 0,9 olarak hesaba yansıtılmıştır. Beton dayanımı, 10MPa, zemin sınıfı Z3 olmak üzere gerekli tüm bilgiler Çizelge 5.1’de görüldüğü gibi alınmıştır. Ancak, hesaplarda kullanılan ve RBTE(2013), Bölüm 3.4.5’e göre yeniden hesaplanan beton elastisite modülü ve rijitlik azaltma katsayıları şu şekildedir;

Beton elastisite modülü, $E_{cm}= 5000(f_{cm})^{0,5}= 5000\sqrt{10}$ = 15811,388 MPa

Kirişler ve perdelerdeki rijitlik azaltma katsayısı, $(EI)_e= 0,30(E_{cm}I)_0$

Kolonlardaki rijitlik azaltma katsayısı, $(EI)_e= 0,50(E_{cm}I)_0$.

RBTE(2013)'e göre yapı modelini oluşturmak için öncelikle, deprem etkileri altında en olumsuz sonuçların alınacağı düşünülen bir kritik kat belirlenir ve bu kat, yapı kat sayısı ve kat yüksekliklerine göre çoğaltılır. İncelenen yapı modelinde kullanılacak kritik kat, aynı zamanda projede zemin kat olarak gözüken 2. kat olarak kabul edilmiştir. Kritik katın kalıp planı aşağıda Şekil 5.23'te verilmiştir.



Şekil 5.23 : Kritik kat kalıp planı

Kritik kat seçiminde, RBTE(2013), 3.1.1 kuralları dikkate alınmıştır. 1. Katın (projede bodrum kat), tek cephesinden de olsa perde ile yanal ötelenmesi tutulmuş olduğundan, bir üst kat olan ve mimari projede bir kısmında dükkan olarak tasarlandığı tespit edilen ikinci kat kritik olarak seçilmiştir. Düzce depremi

sonrasında da görüldüğü üzere, ülkemizdeki bina yoğunluğunun büyük bir kısmını oluşturan giriş katında dükkan bulunan binalar, deprem etkileri sonucunda büyük hasar almaktadır. İncelenen bina projesinde de görüldüğü gibi, dükkan bulunan kısımlarda, kolonlar arasındaki duvarların eksikliği bu kattaki deprem yüklerine karşı olan dayanımı azaltmaktadır (İnel ve diğ., 2007).

Modelde kritik kat, aynı şekilde kat yüksekliklerine göre kopyalanmıştır. Fakat, RBTE, 3.1.1'e göre taşıyıcı elemanlardaki farklılıkların modele yansıtılması gerektiğinden, sadece 1. katta bulunan 20 cm. kalınlığındaki perdeler de modele eklenmiştir. İlave olarak, en üst kata 0.75 kN/m^2 kar yükü etkitilmiştir. Oluşturulan modele ait kütleler katlara göre Çizelge 5.51'de görülmektedir.

Çizelge 5.51 : RBTE yöntemine göre oluşturulan yapı modeline ait kütleler

Toplam	G+0,3Q	**34975,3 kN**			
	G+Q	38831,7 kN			
	G	33322,6 kN			
	Q	5509,12 kN			
6.Kat	G+0,3Q	**4305,33 kN**	**3.Kat**	G+0,3Q	**6051,37 kN**
	G+Q	5088,26 kN		G+Q	6666,06 kN
	G	3969,8 kN		G	5787,93 kN
	Q	1118,46 kN		Q	878,132 kN
5.Kat	G+0,3Q	**6051,37 kN**	**2.Kat**	G+0,3Q	**6051,37 kN**
	G+Q	6666,06 kN		G+Q	6666,06 kN
	G	5787,93 kN		G	5787,93 kN
	Q	878,132 kN		Q	878,132 kN
4.Kat	G+0,3Q	**6051,37 kN**	**1.Kat**	G+0,3Q	**6464,53 kN**
	G+Q	6666,06 kN		G+Q	7079,23 kN
	G	5787,93 kN		G	6201,09 kN
	Q	878,132 kN		Q	878,132 kN

Kütlelerde, DBYBHY yöntemindeki kütleler ile karşılaştırıldığında artış olduğu gözlenmiştir. Bunun nedeni, ikinci katın kopyalanması sebebi ile kolon kesitlerinde üst katlarda azalma olmaması ve yine bu kattaki bazı döşeme fazlalıklarının üst katlara da eklenmiş olmasıdır.

5.4.2 Modal analiz ve periyodların belirlenmesi

Yöntemde istenen şekilde rijitlik azaltma katsayılarının kolon, kiriş ve perdelere girilmesinden sonra, yapının titreşim periyodlarını bulmak üzere modal analiz

yapılmıştır. Modal analiz sonucu oluşan 20 moda ait yapı periyot ve frekansları Çizelge 5.52'de görülmektedir.

Çizelge 5.52 : Yapının modlara göre periyot ve frekansları (RBTE-2013)

Yükleme Tipi	Mod Sayısı	Periyot	Frekans
-	-	sn	1/sn
MODAL	1	0,987191	1,013
MODAL	2	0,943201	1,0602
MODAL	3	0,746751	1,3391
MODAL	4	0,304009	3,2894
MODAL	5	0,285677	3,5005
MODAL	6	0,227296	4,3996
MODAL	7	0,165232	6,0521
MODAL	8	0,152307	6,5657
MODAL	9	0,121739	8,2143
MODAL	10	0,114116	8,7631
MODAL	11	0,107246	9,3243
MODAL	12	0,102521	9,7541
MODAL	13	0,089647	11,155
MODAL	14	0,082398	12,136
MODAL	15	0,077146	12,962
MODAL	16	0,07148	13,99
MODAL	17	0,063357	15,784
MODAL	18	0,048116	20,783
MODAL	19	0,036671	27,269
MODAL	20	0,026008	38,449

Yapının periyotları incelendiğinde, Bölüm 5.3.3'teki sonuçlara benzer şekilde 1. moddaki kütle katılım yüzdesi y yönünde fazla olduğundan 1. periyot y yönünde 0,98719 ve 2. moddaki kütle katılım oranı x yönünde fazla olduğundan, 2. periyodun da x yönünde 0,94320 olduğu kabul edilerek deprem hesabı yapılmıştır.

5.4.3 Eşdeğer deprem yükü yöntemi ve uygulanabilirliği

5.4.3.1 Eşdeğer deprem yüklerinin hesabı

RBTE(2013), Bölüm 3.4.1 ve Bölüm 3.5.1 maddelerinde belirtilen şartlara uyularak eşdeğer deprem yükü hesabında I=1, R_a=1 ve λ= 0,85 alınmıştır.

X yönlü eşdeğer deprem yükü hesabı;

X yönü titreşim periyodu, T_x=0,94320 sn

Etkin yer ivme katsayısı, A_o=0,4

Spektrum karakteristik periyotları T_a=0,15sn T_b=0,60 sn (Z3 zemin sınıfı)

$T_x > T_b$ olduğundan,

$$S(T_x) = 2{,}5\left(\frac{T_b}{T_x}\right)^{0,8} = 2{,}5\left(\frac{0{,}60}{0{,}94320}\right)^{0,8} = 1{,}7409$$

$$A(T) = A_0 \,.\, I \,.\, S(T_x) = 0{,}4 \text{ x } 1 \text{ x } 1{,}7409 = 0{,}6964$$

$$V_{tx} = \frac{\lambda \, W \, A(T_x)}{R} = \frac{0{,}85 \; x \; 34975{,}338 \; x \; 0{,}6964}{1} = 20702{,}310 \text{ kN}$$

$\Delta F_{NX} = 0{,}0075 \,.\, N \,.\, V_{tx}$ = 0,0075 *x* 6 *x* 20702,310 = 931,60 kN (N=6, Kat Sayısı)

X doğrultusunda bulunan eşdeğer deprem yükünün kütlelere göre katlara dağılımı Çizelge 5.53'da verilmiştir.

Çizelge 5.53 : X Doğrultusundaki eşdeğer deprem yükleri (RBTE-2013)

Kat	**h (m)**	**H_i (m)**	**W_i (kN)**	**W_i x H_i**	$\frac{W_i H_i}{\sum W_i H_i}$	**(V-ΔF_N) x** $\frac{W_i H_i}{\sum W_i H_i}$	**ΔF_N (kN)**	**F_i (kN)**
6	2,85	14,95	4305,33	64364,73	0,25	5158,77	931,60	6090,37
5	2,85	12,1	6051,37	73221,55	0,28	5868,64		5868,64
4	2,85	9,25	6051,37	55975,15	0,22	4486,35		4486,35
3	2,85	6,4	6051,37	38728,75	0,15	3104,07		3104,07
2	2,85	3,55	6051,37	21482,36	0,08	1721,79		1721,79
1	3,3	0,7	6464,53	4525,17	0,02	362,69		362,69
Toplam			**34975,34**	**258297,71**		**20702,31**	**931,60**	**21633,91**

Y yönlü eşdeğer deprem yükü hesabı;

Y yönü titreşim periyodu, T_y=0,98719 sn

Etkin yer ivme katsayısı, A_o=0,4

Spektrum karakteristik periyotları T_a=0,15sn T_b=0,60 sn

$T_y > T_b$ olduğundan

$$S(T_y) = 2{,}5\left(\frac{T_b}{T_y}\right)^{0,8} = 2{,}5\left(\frac{0{,}60}{0{,}98719}\right)^{0,8} = 1{,}67857$$

$$A(T) = A_0 \,.\, I \,.\, S(T_x) = 0{,}4 \; x \; 1 \; x \; 1{,}67857 = 0{,}67143$$

$$V_{tx} = \frac{\lambda \, W \, A(T_x)}{R} = \frac{0{,}85 \; x \; 34975{,}338 \; x \; 0{,}67143}{1} = 19960{,}952 \text{ kN}$$

$\Delta F_{NX} = 0{,}0075 \cdot N \cdot V_{tx}$ = 0,0075 x 6 x 19960,952 = 898,24kN (N=6, Kat Sayısı)

Y doğrultusunda bulunan eşdeğer deprem yükünün kütlelere göre katlara dağılımı Çizelge 5.54'de verilmiştir.

Çizelge 5.54 : Y Doğrultusundaki eşdeğer deprem yükleri (RBTE-2013)

Kat	h (m)	H_i (m)	W_i (kN)	$W_i \times H_i$	$\frac{W_i H_i}{\sum W_i H_i}$	$(V-\Delta F_N) \times \frac{W_i H_i}{\sum W_i H_i}$	ΔF_N (kN)	F_i (kN)
6	2,85	14,95	4305,33	64364,73	0,25	4974,03	898,24	5872,28
5	2,85	12,1	6051,37	73221,55	0,28	5658,48		5658,48
4	2,85	9,25	6051,37	55975,15	0,22	4325,70		4325,70
3	2,85	6,4	6051,37	38728,75	0,15	2992,91		2992,91
2	2,85	3,55	6051,37	21482,36	0,08	1660,13		1660,13
1	3,3	0,7	6464,53	4525,17	0,02	349,70		349,70
Toplam			**34975,34**	**258297,71**		**19960,95**	**898,24**	**20859,19**

5.4.3.2 Dolgu duvar etkisi kontrolü

Riskli Binaların Tespit Edilmesi İlişkin Esaslar, Madde 3.5.2'ye göre gerekli şartlar sağlandığı takdirde deprem yüklerinde %25 azaltma yapılabilmektedir. Bu şartlara göre inceleme yapılan kritik katta, $\sum A_{kn}/A_p \geq 0{,}002.N$ ve $\delta_{max}/h < 0{,}015$ olmalıdır. Şartlar deprem yönlerine göre x ve y için ayrı ayrı kontrol edilmiştir. A_{kn} hesabına katılan duvarların kapı, pencere boşluk oranlarının %5'i geçmemesine ve köşegen uzunluklarının kalınlığa oranının 40'tan küçük olmasına dikkat edilmiştir.

X yönü kontrolünde,

$\sum A_{kn}$, iki kolon arasında bulunan x doğrultulu toplam duvar alanı= 4,12 m^2

A_p = 445 m^2 olmak üzere

4,12/445 ≥ 0,002 *x* 6

0,00926 < 0,012 olduğundan x yönünde gerekli şart sağlanmamıştır.

Y yönü kontrolünde,

$\sum A_{kn}$, iki kolon arasında bulunan y doğrultulu toplam duvar alanı= 5,31 m^2

A_p = 445 m^2 olmak üzere

5,31/445 ≥ 0,002 *x* 6

0,0119 < 0,012 olduğundan y yönünde gerekli şart sağlanmamıştır.

Kritik kat olarak seçilen katta, mevcut mimari projeye bakıldığında dükkanlar bulunmaktadır. Bu sebeple, üst katlarda bulunmasına rağmen eksik olan duvarlar olduğundan, toplam duvar alanı hesabında yetersiz sonuç alınmıştır. Deprem yüklerinde RBTE, Madde 3.5.2'deki azaltma yapılmamıştır.

5.4.3.3 Yöntemin uygulanabilirlik kontrolü

Eşdeğer deprem yükü yönteminin binaya uygulanabilmesi için gerekli şartlar, RBTE(2013), 3.5.1'e göre kontrol edildiğinde, bina kat sayısı 8'i ve toplam yüksekliği 25'i aşmadığından bu şartların sağlandığı görülmüştür. Ancak, deprem doğrultularına göre her katta hesaplanan ve $\eta_{bi} < 1.4$ şartını sağlaması gereken burulma düzensizliği kat sayısının, x depremi doğrultusunda 1. katta yeterli olmadığı görülmüştür. Bu sebeple analiz Mod Birleştirme Yöntemine göre yapılmıştır. Tüm katlara ait eşdeğer deprem yükleri sonucu oluşan burulma düzensizliği katsayıları Çizelge 5.55 ve Çizelge 5.56'da verilmiştir.

Çizelge 5.55 : X doğrultusundaki burulma düzenliği katsayıları (RBTE-2013)

Kat	(Δ_i)max	(Δ_i)min	(Δ_i)ort	η_{bi}
6	0,0079	0,0064	0,00715	**1,1048951**
5	0,0176	0,0153	0,01645	**1,069909**
4	0,0271	0,0247	0,0259	**1,046332**
3	0,0313	0,0301	0,0307	**1,019544**
2	0,0357	0,0225	0,0291	**1,2268041**
1	0,0303	0,0031	0,0167	**1,8143713**

Çizelge 5.56 : Y doğrultusundaki burulma düzenliği katsayıları (RBTE-2013)

Kat	(Δ_i)max	(Δ_i)min	(Δ_i)ort	η_{bi}
6	0,0065	0,0064	0,00645	**1,008**
5	0,0181	0,0164	0,01725	**1,049**
4	0,0299	0,0267	0,0283	**1,057**
3	0,0379	0,0336	0,03575	**1,060**
2	0,039	0,0352	0,0371	**1,051**
1	0,0295	0,0269	0,0282	**1,046**

5.4.4 Mod birleştirme yöntemi

Mod birleştirme yöntemi ile hesap için, Bölüm 5.2.5 ile aynı işlemler yapılmıştır. Hesapta kullanılacak olan ivme spektrumu Çizelge 5.14'teki veriler halinde programa fonksiyon olarak tanıtılmıştır. Deprem yüklerinin hesabında RBTE(2013),

Madde 3.5.1'e göre R_a=1 olarak alınmıştır. Büyütme çarpanı (*scale factor*) da aynı şekilde,

$$\frac{g.A_0.I}{R_a(T)} = \frac{9{,}84\ x\ .0{,}4\ x\ 1}{1} = 3{,}924$$ değeri olarak programa girilmiştir.

5.4.5 Risk değerlendirmesi

RBTE(2013) yöntemine göre, risk değerlendirmesi yalnızca kritik kat olarak belirlenen kattaki kolon ve perdelerin detaylı olarak incelenmesi ile yapılır. Örnek yapı için belirlenen kritik katta perde bulunmadığından, kolonların incelenmesine ait hesaplar yapılmıştır.

5.4.5.1 Kolonların incelenmesi

Değerlendirme yapılırken, RBTE(2013), Madde 3.5.4 ve Madde 3.5.5'e göre öncelikle V_e/V_r oranları belirlenen kritik kattaki 44 adet kolonun süneklik ve gevreklik düzeyine göre hangi gruba dahil olduğu ilgili tablodan belirlenmiştir (RBTE(2013)-Tablo 2).

V_e hesabı, Bölüm 5.3.7.2'deki hesaplara benzer şekilde Denklem 2.1 ile yapılmıştır. Kolonlara ait karşılıklı etki diyagramı üzerinden, '*G+0,3Q+E/6*' yükleme kombinasyonundan elde edilen N_K eksenel kuvvetine karşılık gelen M_K değeri okunarak, kolon alt ve üst moment kapasitesi olarak belirlenir (RBTE, 3.5.6). V_e hesabında, mevcut malzeme dayanımları dikkate alınmıştır.

V_r hesabı ise mevcut malzeme dayanımı ve bilgi düzeyi katsayısı (Asgari Bilgi Düzeyi-0,9) dikkate alınarak, TS500 kuralları doğrultusunda yapılmıştır (RBTE, 3.4.4).

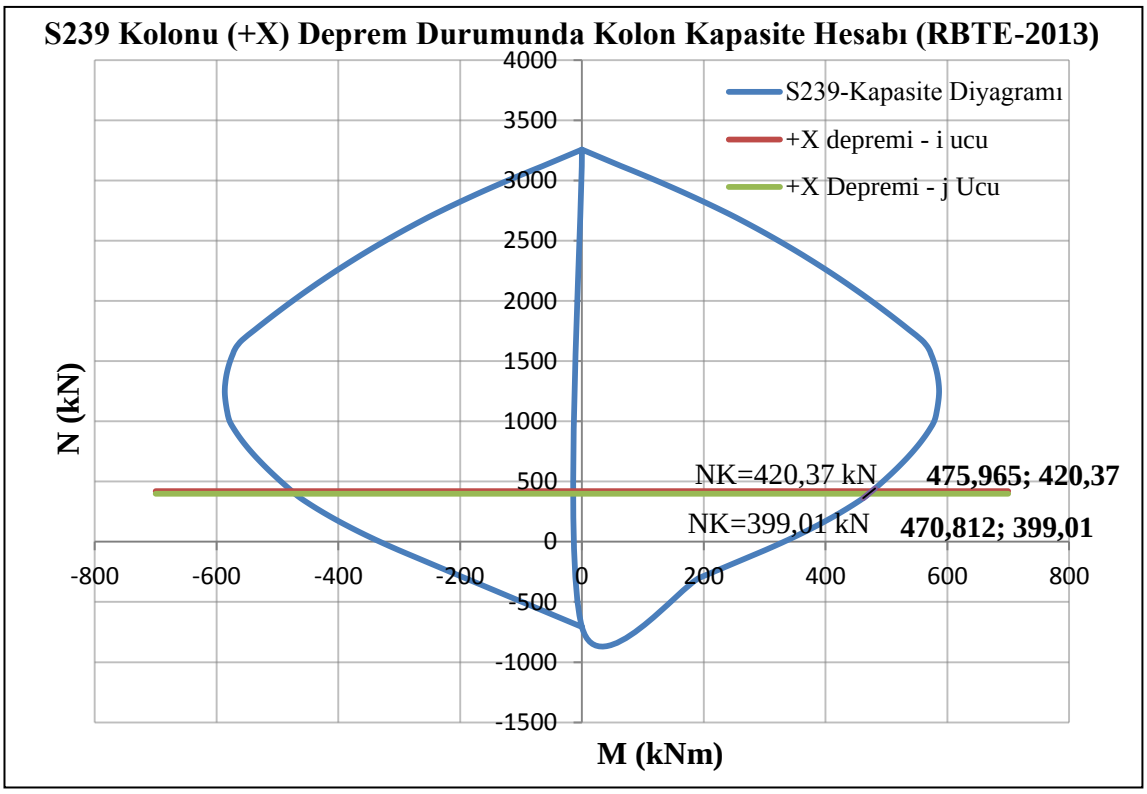
Projede, kolonlarda etriye sıklaştırılması görülmemesi ve tüm etriye aralıklarının 22 cm. olması nedeniyle, *'$V_e/V_r \leq 0{,}7$'* şartı sağlansa dahi, hiçbir kolonun 'A-Eğilme Göçmesi' grubunda olmayacağı görülmüştür (RBTE, Tablo 2). V_e/V_r hesabı tüm kolonlarda, ±X ve ±Y deprem yönleri için 4 defa yapılmış, B ya da C olarak değişen grupları belirlenerek incelemeye devam edilmiştir. Örnek teşkil etmesi amacı ile, S239 kolonu için +X deprem yönüne ait hesaplar detaylı olarak verilmiştir.

S239 kolonunun, '*G+0,3Q+Ex/6'* yüklemesinden elde edilen N_K değerleri ile belirlenen M_K moment kapasiteleri hesabı aşağıda Şekil 5.24'te bulunmaktadır.

Karşılıklı etki diyagramları ‘Dikdörtgen Kolon Analizi’ yazılımından elde edilmiştir (Ersoy, t.y.).

N_K_*i ucu*= 420,37 kN (SAP2000’den alınmıştır.)

N_K_*j ucu*= 399,01 kN (SAP2000’den alınmıştır.)



Şekil 5.24 :(+X) Deprem durumundaki S239 kolonu kapasite hesabı

l_n= 2,85 – 0,6= 2,25 m. (0,6 m.= Kiriş yüksekliği)

V_e= (475,965 + 470,812) / 2,25

V_e= 420,79 kN

Ancak, RBTE, 3.5.4 maddesindeki kontrole göre, kolonda ‘*G+0,3Q+Ex/2’* yüklemesi altında oluşan kesme kuvvetlerine bakıldığında, moment kapasitelerinden hesap edilen V_e ‘den küçük oldukları görüldüğünden işlemlerde V_e değeri olarak bu kuvvetler kullanılacaktır.

$V_e = V_{G+0,3Q+Ex/2}$= 198,4 kN.

TS-500, Bölüm 8.1.4’e göre hesaplanacak olan kolon kesme kapasitesi V_r için gerekli bilgiler aşağıda sıralanmıştır.

b_w = 300 mm. (Kolon y dorultusundaki gövde genişliği)

d' = 25mm. (Pas payı)

d = 975 mm. (Kolon x doğrultusundaki faydalı genişliği)

f_{cm} = 10 MPa , f_{ym} = 220 MPa , f_{ywm} = 220 MPa

$f_{ctm} = 0{,}35 \times \sqrt{f_{cm}}$ = 1,1068 MPa

Bilgi düzeyi kat sayısı= 0,9 (Orta bilgi düzeyi)

X doğrultusundaki etriye kolu sayısı= 4

A_{sw}= 100 mm^2 (Kesme donatısı toplam kesit alanı), (Etriye: φ8-50mm^2)

A_{sw} / s = 0,4545 (Etriye aralığı s= 22cm.)

$V_r = V_c + V_{ws}$

$V_c = 0{,}8 \cdot V_{cr}$ (Kesme dayanımına beton katkısı)

$V_{cr} = 0{,}65 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d$ (Kesitin kesmede çatlama dayanımı)

$V_c = 0{,}52 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d$

V_c = 0,52 x 1,1068 x 300 x 975 /10^3 = 168,34 kN

$V_{ws} = A_{sw}/s \cdot f_{ywm} \cdot d$ (Kesme dayanımına kesme donatısı katkısı)

V_{ws} = 0,9091 x 220 x 975 /10^3= 195

V_r = 168,34 + 195 =363,34

V_r = 363,34 x 0,9= V_r = 327,01 kN

V_e / V_r = 198,4 / 327,01 = 0,60671

Hesap edilen V_e/V_r değeri için RBTE(2013), Tablo 2'den kontrol edildiğinde, değerin 0,7'den küçük olduğu görülmüş ve etriye aralıklarının da 22 cm. olduğu bilindiğinden kolonun 'B=Eğilme-Kesme Göçmesi' grubunda olduğu belirlenmiştir. İncelemenin devamında, kolonun hesap edilen m-etki/kapasite oranı ve (δ/h)-kat öteleme oranı değerlerine ait kontroller B grubu tablolarına göre yapılmıştır.

- Etki/kapasite oranı-m, kolon kesitlerinde düşey yükler ile deprem yükleri altında oluşan moment değerinin, kolon kesitindeki toplam moment kapasitesine oranıdır.

Şekil 5.24'teki hesapla bulunan S239 kolonu kesitlerine ait moment kapasiteleri;

$M_{K_}$ *i ucu*= 475,965 kKm

$M_{K_}$ *j ucu*= 470,812 kNm' dir.

SAP 2000 modelinden okunan, düşey yükler ve deprem yüklerinin birlikte etkisi sonucu oluşan moment değerleri;

$M_{G+0,3Q+Ex_}$ *i ucu*= 697,06 kNm

$M_{G+0,3Q+Ex_}$ *j ucu*= 545,83 kNm' dir.

S239 kolon kesitlerine ait etki/kapasite oranları;

$\boldsymbol{m = M_{G+0,3Q+Ex} / M_K}$ *m_ i ucu*= 697,06 / 475,965 = **1,465**

m_ j ucu= 545,83 / 470,812 = **1,159**

- S239 kolonuna ait kat ötelenme oranı hesabı;

Δ_{j_ucu}= 0,08347 m. Δ_{i_ucu}= 0,03619 m. *h*= 2,85 m.

δ = 0,08347 - 0,03619= 0,04728

$\boldsymbol{\delta/h}$ **= 0,01659**

Kolona ait *m*-etki/kapasite oranları ve (δ/h)-kat ötelenme oranı hesaplandıktan sonra, bunlar sınır değerleri ile karşılaştırılarak, kolonun risk durumu belirlenir. Kolonun 'B' grubu kolon olduğu belirlendiğinden, bu gruba ait tabloya göre sınır değeri parametreleri hesabı yapılır (RBTE, Tablo 4b).

- '$\boldsymbol{A_{sh} / (s.b_k)}$' sınır değeri parametesinin hesabı;

A_{sh} : s enine donatı aralığına karşı gelen yükseklik boyunca, kolonda veya perde uç bölgesindeki tüm etriye kollarının ve çirozların enkesit alanı değerlerinin göz önüne alınan b_k'ya dik doğrultudaki izdüşümlerinin toplamı,

b_k : Birbirine dik yatay doğrultularınher biri için, kolon veya perde uç bölgesi çekirdeğinin enkesit boyutu (en dıştaki enine donatı eksenleri arasındaki uzaklık),

A_{sh}= 4*x*50= 200 mm^2 (4= Etriye kolu sayısı; 50 mm^2= Etriye enkesit alanı- φ8)

A_{sh} hesabında, kolon uç bölgesinde etriye sıklaştırılması yapılmadığından, *s*= 220 mm. aralık boyunca, tek sıra olarak 4 adet kol sayısı enkesit alanının toplamı alınmıştır.

b_k = 1000 – 25 – 25 = 950 mm. (1000mm.= Deprem yönündeki kolon boyutu;

25mm. = Kolon kenarlarındaki pas payı)

A_{sh} / $(s.b_k)$ = 200 / (220x950)= **0,000957** değerine göre belirlenen sınır değerler Çizelge 5.57'de bulunmaktadır. (Etriye aralığı, s= 220 mm)

Çizelge 5.57 : B grubu kolonlarda '$A_{sh}/(s.b_k)$' için belirlenen sınır değerler

$N_K/(f_{cm}A_c)$	A_{sh} / ($s.b_k$)	$m_{sınır}$	$\delta_{sınır}$
≤ 0,1	0,0005	2	0,01
	0,000957	2,249239	0,01166159
	0,006	5	0,03
≥ 0,6	0,0005	1	0,005
	0,000957	1,124619	0,0052077
	0,006	2,5	0,0075

- '$N_K/(f_{cm}A_c)$' sınır değeri parametresinin hesabı;

f_{cm}= 10 N/mm^2, A_c= 1000 *x* 300 = 300000 mm^2

S239 kolonunun alt ucu için N_K_i = 420,37 kN,

$N_K / (f_{cm}A_c)$ = 420,37/10/300000 *x* 1000 = **0,140123**

Bulunan değer kullanılarak yapılan interpolasyon ile Çizelge 5.58 'deki değerler hesaplanır.

Çizelge 5.58 : S239 kolonu i ucu için sınır değerler

$N_K/(f_{cm}A_c)$	A_{sh} / ($s.b_k$)	$m_{sınır}$	$\delta_{sınır}$
≤ 0,1	0,000957	2,249239	0,01166159
0,140123	0,000957	2,158992	0,011144
≥ 0,6	0,000957	1,124619	0,0052077

S239 kolonunun üst ucu için N_K_j = 399,01 kN,

$N_K / (f_{cm}A_c)$ = 399,01/10/300000 *x* 1000 = **0,133003**

Hesap edilen parametre değeri için interpolasyon yapılarak bulunan, kolon j ucuna ait sınır değerler Çizelge 5.59'da bulunmaktadır.

Çizelge 5.59 : S239 kolonu j ucu için sınır değerler

$N_K/(f_{cm}A_c)$	A_{sh} / ($s.b_k$)	$m_{sınır}$	$\delta_{sınır}$
≤ 0,1	0,000957	2,249239	0,01166159
0,133003	0,000957	2,175006	0,011236
≥ 0,6	0,000957	1,124619	0,0052077

Bulunan sınır değerler için kolon kesitlerinin risk değerlendirmesi durumu aşağıda Çizelge 5.60 ve Çizelge 5.61'de görülmektedir. Kolon iki ucu da *m* - etki/kapasite oranına göre sınır değerinin altında kaldığı halde, deprem etkisi altındaki kat ötelenmelerinin sınır değeri aşması nedeniyle, +X deprem durumunda riskli bölgede çıkmıştır.

Çizelge 5.60 : S239 kolonu i ucu risk değerlendirmesi

+ X depremi_i ucu	**m**	**δ**
Sınır Değer	2,158992	0,011144
Hesaplanan Değer	1,46	0,01659
Değerlendirme	(Risk Yok)	**RİSKLİ**

Çizelge 5.61 : S239 kolonu j ucu risk değerlendirmesi

+ X depremi_j ucu	**m**	**δ**
Sınır Değer	2,175006	0,011236
Hesaplanan Değer	1,159	0,01659
Değerlendirme	(Risk Yok)	**RİSKLİ**

Kritik katta değerlendirmenin yapıldığı tüm kolonların +X deprem durumundaki risk değerlendirmesi sonuçları Çizelge 5.62'de bulunmaktadır. Diğer yönlere ait sonuçlar Ekler (B)'dedir.

Çizelge 5.62 : Kolonların RBTE(2013)'e göre +X deprem etkisi altındaki risk değerlendirmesi sonuçları

		V_e/V_r	Sınıf	$N_K / (f_{cm}A_c)$	$A_{sh} / (s.b_k)$	$m_{sınır}$	$\delta_{sınır}$	m	δ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S201	**i**	0,988	B	0,152	0,0012	2,283	0,012	4,609	0,01186	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,988	B	0,145	0,0012	2,301	0,012	0,773	0,01186	Risk Yok	
S202	**i**	0,512	B	0,236	0,0036	3,184	0,017	1,799	0,01207	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,512	B	0,229	0,0036	3,211	0,017	1,598	0,01207	Risk Yok	
S203	**i**	1,043	B	0,122	0,0072	4,888	0,029	5,067	0,01212	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	1,043	B	0,115	0,0072	4,923	0,029	0,790	0,01212	Risk Yok	
S204	**i**	1,048	B	0,125	0,0072	4,876	0,029	5,729	0,01227	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	1,048	B	0,118	0,0072	4,911	0,029	1,176	0,01227	Risk Yok	
S205	**i**	0,530	B	0,142	0,0036	3,530	0,020	1,904	0,01222	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,530	B	0,135	0,0036	3,557	0,020	1,656	0,01222	Risk Yok	
S206	**i**	1,111	C	0,258	-	1,000	0,005	4,133	0,01230	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	1,111	C	0,251	-	1,000	0,005	0,548	0,01230	RİSKLİ	

Çizelge 5.62 (Devam) : Kolonların RBTE(2013)'e göre +X deprem etkisi altındaki risk değerlendirmesi sonuçları

		V_e/V_r	Sınıf	$N_K / (f_{cm}A_c)$	$A_{sh} / (s.b_k)$	$m_{sınır}$	$\delta_{sınır}$	m	δ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S207	**i**	0,612	B	0,205	0,0018	2,433	0,013	2,276	0,01014	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,612	B	0,198	0,0018	2,453	0,013	1,985	0,01014	Risk Yok	
S208	**i**	0,560	B	0,151	0,0018	2,582	0,014	2,432	0,01014	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,560	B	0,143	0,0018	2,601	0,014	2,205	0,01014	Risk Yok	
S209	**i**	0,625	B	0,184	0,0018	2,490	0,013	2,093	0,01014	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,625	B	0,177	0,0018	2,509	0,013	1,968	0,01014	Risk Yok	
S210	**i**	0,987	B	0,152	0,0012	2,283	0,012	4,572	0,00953	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,987	B	0,145	0,0012	2,301	0,012	0,706	0,00953	Risk Yok	
S211	**i**	0,844	B	0,250	0,0010	1,912	0,010	2,088	0,00953	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,844	B	0,243	0,0010	1,928	0,010	0,771	0,00953	Risk Yok	
S212	**i**	0,719	B	0,204	0,0010	2,016	0,010	2,121	0,00953	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,719	B	0,196	0,0010	2,032	0,010	0,766	0,00953	Risk Yok	
S213	**i**	0,694	B	0,364	0,0010	1,656	0,008	1,793	0,00953	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,694	B	0,356	0,0010	1,672	0,008	0,531	0,00953	RİSKLİ	
S214	**i**	0,703	B	0,168	0,0010	2,097	0,011	1,937	0,00923	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,703	B	0,161	0,0010	2,113	0,011	0,737	0,00923	Risk Yok	
S215	**i**	0,997	B	0,260	0,0010	1,889	0,010	2,174	0,00923	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,997	B	0,253	0,0010	1,905	0,010	1,233	0,00923	Risk Yok	
S216	**i**	0,749	B	0,246	0,0010	1,921	0,010	1,841	0,00923	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,749	B	0,239	0,0010	1,937	0,010	0,741	0,00923	Risk Yok	
S217	**i**	0,422	B	0,214	0,0010	1,992	0,010	1,338	0,00930	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,422	B	0,205	0,0010	2,012	0,010	0,461	0,00930	Risk Yok	
S218	**i**	0,584	B	0,351	0,0010	1,685	0,008	1,379	0,00930	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,584	B	0,344	0,0010	1,701	0,009	0,576	0,00930	RİSKLİ	
S219	**i**	0,639	B	0,243	0,0018	2,330	0,012	1,948	0,00930	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,639	B	0,236	0,0018	2,350	0,012	1,849	0,00930	Risk Yok	
S220	**i**	0,641	B	0,277	0,0018	2,238	0,012	2,039	0,00930	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,641	B	0,270	0,0018	2,257	0,012	1,947	0,00930	Risk Yok	
S221	**i**	0,432	B	0,252	0,0012	2,042	0,010	1,294	0,00951	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,432	B	0,250	0,0012	2,047	0,011	0,586	0,00951	Risk Yok	
S222	**i**	0,613	B	0,287	0,0012	1,957	0,010	1,423	0,00951	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,613	B	0,278	0,0012	1,980	0,010	0,722	0,00951	Risk Yok	
S223	**i**	0,409	B	0,247	0,0012	2,054	0,011	1,086	0,01038	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,409	B	0,244	0,0012	2,061	0,011	0,657	0,01038	Risk Yok	
S224	**i**	0,566	B	0,273	0,0012	1,993	0,010	1,211	0,01038	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,566	B	0,264	0,0012	2,013	0,010	0,780	0,01038	RİSKLİ	
S225	**i**	0,418	B	0,228	0,0018	2,372	0,012	1,586	0,01087	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,418	B	0,221	0,0018	2,391	0,013	1,504	0,01087	Risk Yok	
S226	**i**	0,628	B	0,254	0,0018	2,300	0,012	2,076	0,01087	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,628	B	0,247	0,0018	2,320	0,012	2,017	0,01087	Risk Yok	
S227	**i**	0,650	B	0,266	0,0018	2,266	0,012	2,272	0,01087	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,650	B	0,259	0,0018	2,286	0,012	2,213	0,01087	Risk Yok	

Çizelge 5.62 (Devam) : Kolonların RBTE(2013)'e göre +X deprem etkisi altındaki risk değerlendirmesi sonuçları

		V_e/V_r	Sınıf	$N_K / (f_{cm}A_c)$	$A_{sh} / (s.b_k)$	$m_{sınır}$	$\delta_{sınır}$	m	δ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S228	**i**	0,566	B	0,359	0,0010	1,666	0,008	1,077	0,01087	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,566	B	0,352	0,0010	1,682	0,008	0,785	0,01087	RİSKLİ	
S229	**i**	0,703	B	0,171	0,0010	2,090	0,011	1,459	0,01191	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,703	B	0,162	0,0010	2,111	0,011	1,240	0,01191	RİSKLİ	
S230	**i**	1,125	C	0,262	-	1,000	0,005	2,012	0,01191	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	1,125	C	0,255	-	1,000	0,005	1,794	0,01191	RİSKLİ	
S231	**i**	0,780	B	0,237	0,0010	1,942	0,010	1,425	0,01191	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,780	B	0,230	0,0010	1,957	0,010	1,211	0,01191	RİSKLİ	
S232	**i**	0,752	B	0,204	0,0010	2,016	0,010	1,485	0,01271	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,752	B	0,197	0,0010	2,032	0,010	1,310	0,01271	RİSKLİ	
S233	**i**	0,685	B	0,382	0,0010	1,615	0,008	1,179	0,01271	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,685	B	0,375	0,0010	1,631	0,008	1,031	0,01271	RİSKLİ	
S234	**i**	0,844	B	0,261	0,0010	1,888	0,010	1,411	0,01302	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,844	B	0,254	0,0010	1,904	0,010	1,283	0,01302	RİSKLİ	
S235	**i**	0,567	B	0,188	0,0036	3,363	0,019	1,563	0,01302	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,567	B	0,181	0,0036	3,389	0,019	1,606	0,01302	Risk Yok	
S236	**i**	0,630	B	0,228	0,0018	2,371	0,012	2,766	0,01387	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,630	B	0,221	0,0018	2,391	0,013	2,714	0,01387	RİSKLİ	
S237	**i**	0,580	B	0,170	0,0018	2,529	0,014	2,888	0,01387	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,580	B	0,163	0,0018	2,548	0,014	2,850	0,01387	RİSKLİ	
S238	**i**	0,664	B	0,223	0,0018	2,384	0,013	2,601	0,01387	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,664	B	0,216	0,0018	2,403	0,013	2,563	0,01387	RİSKLİ	
S239	**i**	0,607	B	0,140	0,0010	2,159	0,011	1,465	0,01658	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,607	B	0,133	0,0010	2,175	0,011	1,159	0,01659	RİSKLİ	
S240	**i**	0,635	B	0,235	0,0018	2,351	0,012	2,822	0,01659	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,635	B	0,228	0,0018	2,370	0,012	2,716	0,01658	RİSKLİ	
S241	**i**	0,981	B	0,121	0,0072	4,893	0,029	2,065	0,01621	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,981	B	0,114	0,0072	4,929	0,029	1,880	0,01621	Risk Yok	
S242	**i**	0,932	B	0,092	0,0072	5,000	0,030	2,005	0,01622	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,932	B	0,085	0,0072	5,000	0,030	1,771	0,01622	Risk Yok	
S243	**i**	0,563	B	0,153	0,0018	2,574	0,014	3,086	0,01626	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,563	B	0,146	0,0018	2,594	0,014	2,988	0,01626	RİSKLİ	
S244	**i**	0,709	B	0,258	0,0010	1,893	0,010	1,412	0,01623	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,709	B	0,251	0,0010	1,910	0,010	1,142	0,01623	RİSKLİ	

5.4.5.2 Bina risk durumunun değerlendirilmesi

Binanın risk durumunun belirlenebilmesi için, öncelikle izin verilen hasarlı taşıyıcı eleman yüzdesi bulunmalıdır. Bu sınırı belirleyen, taşıyıcıların *G+0,3Q* düşey yükler altındaki eksenel basınç gerilmelerinin ortalaması ile yapılan bir karşılaştırmadır.

Hesapta RBTE(2013), Tablo 6'dan yararlanılır. Çizelge 5.63'te değerlendirmede kullanılan tüm kritik kat kolonlarına ait eksenel basınç gerilmeleri ve +X depremi altındaki kesme kuvvetleri bulunmaktadır.

Çizelge 5.63 : Kritik kat kolonları eksenel basınç gerilmeleri ve X doğrultusundaki kesme kuvvetleri

	$N_{G+0,3Q}$	x	y	A_c	Eksenel Gerilme	Kesme Kuvveti
	kN	cm	cm	m^2	kN/m^2	kN
S201	578,53	120	25	0,3	1928,43	1286,26
S202	561,76	25	120	0,3	1872,52	169,11
S203	344,71	120	25	0,3	1149,02	649,57
S204	354,83	120	25	0,3	1182,77	754,84
S205	552,67	25	120	0,3	1842,22	165,32
S206	601,24	120	25	0,3	2004,13	1266,91
S207	480,55	30	90	0,27	1779,80	200,50
S208	478,69	30	90	0,27	1772,93	201,00
S209	537,59	30	100	0,3	1791,97	212,03
S210	789,65	120	25	0,3	2632,16	595,68
S211	723,63	100	30	0,3	2412,10	508,82
S212	667,94	100	30	0,3	2226,46	504,19
S213	858,96	100	30	0,3	2863,19	461,92
S214	616,41	100	30	0,3	2054,70	462,45
S215	747,46	100	30	0,3	2491,52	655,87
S216	629,03	100	30	0,3	2096,77	463,67
S217	750,29	100	30	0,3	2500,96	342,69
S218	834,98	100	30	0,3	2783,28	378,54
S219	758,67	30	90	0,27	2809,88	195,03
S220	674,82	30	90	0,27	2499,33	198,98
S221	807,92	120	25	0,3	2693,08	527,33
S222	816,69	120	25	0,3	2722,28	528,19
S223	787,69	120	25	0,3	2625,62	487,90
S224	788,08	120	25	0,3	2626,93	489,39
S225	722,37	30	90	0,27	2675,46	171,33
S226	809,80	30	90	0,27	2999,26	213,59
S227	654,11	30	90	0,27	2422,64	222,78
S228	883,70	100	30	0,3	2945,68	372,11
S229	623,67	100	30	0,3	2078,89	474,09
S230	753,44	100	30	0,3	2511,47	725,73
S231	622,28	100	30	0,3	2074,28	475,79
S232	677,77	100	30	0,3	2259,23	518,78
S233	916,69	100	30	0,3	3055,63	458,82

Çizelge 5.63 (Devam) : Kritik kat kolonları eksenel basınç gerilmeleri ve X doğrultusundaki kesme kuvvetleri

	$N_{G+0,3Q}$	x	y	A_c	Eksenel Gerilme	Kesme Kuvveti
	kN	cm	cm	m^2	kN/m^2	kN
S234	820,37	100	30	0,3	2734,57	489,85
S235	749,29	25	120	0,3	2497,62	178,54
S236	530,70	30	90	0,27	1965,55	260,24
S237	512,15	30	90	0,27	1896,85	258,50
S238	649,81	30	100	0,3	2166,05	286,88
S239	526,75	100	30	0,3	1755,83	432,29
S240	555,16	30	90	0,27	2056,15	261,57
S241	320,68	120	25	0,3	1068,93	421,11
S242	312,82	120	25	0,3	1042,75	386,40
S243	523,47	30	90	0,27	1938,78	267,28
S244	603,00	100	30	0,3	2010,01	473,49
Toplam				12,87	97517,68	19055,34

Kolonların eksenel gerilme ortalaması bulunur ve bulunan değer için enterpolasyon yapılarak, riskli kolonlar için izin verilen kesme kuvveti sınır değeri oranı belirlenir (Çizelge 5.64).

Kolon eksenel gerilem ortalaması= Kolon gerilmelerinin toplamı / Kolon sayısı

97517,68 / 44 = 2216,31 kN/m^2

0,65 f_{cm}= 6500 kN/m^2

0,1 f_{cm}= 1000 kN/m^2

Çizelge 5.64 : Kolon eksenel gerilme ortalamasına bağlı kat kesme kuvveti oranı sınır değeri

Kolon Eksenel Gerilme Ortalaması	Kat Kesme Kuvveti Oranı Sınır Değerleri
$\geq 0,65\ f_{cm}$	0
2216,311	**0,273**
$\leq 0,1\ f_{cm}$	0,35

Enterpolasyon ile sınır değerler arasında hesap yapıldığında, riskli elemanlar için izin verilen kat kesme kuvveti oranının 0,273 olduğu görülmüştür. Riskli olduğu sonucuna varılan kolonların kesme kuvvetleri, Çizelge 5.63'ten toplanarak, toplam

kat kesme kuvvetine oranına bakılmış ve +X depremi için sınır değeri aşıp aşmadığı kontrol edilmiştir (Çizelge 5.65).

Çizelge 5.65 : +X deprem etkisinde kolon hasar oranları

	Adet	**Oran**	**Kesme Kuv.**	**Oran**
Risk Yok	18	40,91%	5525,17	29,00%
Riskli	26	59,09%	13530,17	**71,00%**
Toplam eleman sayısı	44	100,00%	19055,34	100,00%

Riskli durumdaki kolon kesme kuvveti oranının 0,71 ile sınır değer 0,273'ü aştığı belirlendiğinden binanın + X depremi için kritik kat kolonları kontrolüne bakılarak **RİSKLİ** durumda olduğu tespit edilmiştir.

RBTE(2013), Madde 3.5.3'e dikkat edilerek, bina risk değerlendirmesi için yalnızca kritik kat olarak belirlenen kattaki kolonlara bakılmıştır. Buna ek olarak tüm katlardaki, deprem yükleri altında oluşan en büyük kat ötelenme oranlarına bakılmıştır. Her katın en büyük kat ötelenme değeri sonucu Çizelge 5.66'da görülmektedir.

Çizelge 5.66 : X doğrultusunda en büyük kat ötelenme oranları

1.Kat	**2.Kat**	**3.Kat**	**4.Kat**	**5.Kat**	**6.Kat**
δ_{max}/h	δ_{max}/h	δ_{max}/h	δ_{max}/h	δ_{max}/h	δ_{max}/h
0,012698	0,01659	**0,017003**	0,015395	0,011323	0,006835

Çizelge 5.66'ya bakıldığında, kritik katın 2. kat olarak belirlenmesine karşın, en büyük kat ötelenmesi değerinin 3. katta oluştuğu görülmüştür. RBTE(2013), bu durum oluştuğu takdirde, en büyük ötelenmenin oluştuğu kat için de kolonların ötelenme sınırlarının kontrol edilmesini belirtmektedir. Ancak, kritik olarak belirlenen kat için yapılan hesap '*Riskli*' sonuçlandığından, 3. katın ötelenmelerine bakılmasına gerek kalmadan, binanın +X yönlü deprem etkisi altında 'RİSKLİ' durumda olduğu sonucuna varılmıştır.

–X, +Y ve –Y deprem etkileri altında, kritik kat kolonlarına ait tüm inceleme sonuçları Ek B'de bulunmaktadır. Riskli durumdaki kolonların kesme kuvvetleri oranı, deprem yönlerine göre aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir.

Çizelge 5.67 : - X deprem etkisinde kolon hasar oranları

	Adet	Oran	Kesme Kuv.	Oran
Risk Yok	19	43,18%	6033,62	31,66%
Riskli	25	56,82%	13021,72	**68,34%**
Toplam eleman sayısı	44	100,00%	19055,34	100,00%

Çizelge 5.68 : + Y deprem etkisinde kolon hasar oranları

	Adet	Oran	Kesme Kuv.	Oran
Risk Yok	4	9,09%	695,33	4,08%
Riskli	40	90,91%	16358,96	**95,92%**
Toplam eleman sayısı	44	100,00%	17054,30	100,00%

Çizelge 5.69 : - Y deprem etkisinde kolon hasar oranları

	Adet	Oran	Kesme Kuv.	Oran
Risk Yok	5	11,36%	953,17	5,59%
Riskli	39	88,64%	16101,13	**94,41%**
Toplam eleman sayısı	44	100,00%	17054,30	100,00%

Riskli kolonların kesme kuvvetleri oranının, daha önce belirlenen sınır değer 0,273'ün üzerinde olduğu görüldüğünden, RBTE(2013) yöntemine göre bina tüm deprem yönlerinde "RİSKLİ" durumdadır. Y doğrultulu en büyük kat ötelemeleri kontrolünde, en fazla ötelenmenin olduğu kat kritik kat çıkmıştır (Çizelge 5.70).

Çizelge 5.70 : Y doğrultusunda en büyük kat ötelenme oranları

1.Kat	2.Kat	3.Kat	4.Kat	5.Kat	6.Kat
δ_{max}/h	δ_{max}/h	δ_{max}/h	δ_{max}/h	δ_{max}/h	δ_{max}/h
0,013435	**0,017643**	0,017114	0,014049	0,009866	0,005638

5.5 P25 Yöntemi ile Değerlendirme

Yapının P25 yöntemi ile değerlendirilmesi Bölüm 4'te anlatılan esaslar dikkate alınarak yapılmıştır. Çeşitli göçme modlarını ifade eden P_i puanları ve bunlardan yola çıkılarak *P*-sonuç puanının hesaplanması bu bölümde anlatılmıştır.

• Kritik Kat

Yapının yöntemde kullanılmak üzere seçilen kritik katı, mimari projeden dükkan bulunduğu tespit edilen 2. kat, yani zemin katıdır. Bu katın üstünde 4 normal kat ve altında tek cephesinde toprak perdeleri bulunan bodrum katı (1. kat) mevcuttur. Kritik kat seçiminde ayrıca, RBTE(2013) sonuçlarından yola çıkarak, en büyük göreli kat ötelemesi değerlerinin bu katta oluşması da göz önünde bulundurulmuştur.

Efektif kat alanı; a=22,20 ve b=22,85 $\longrightarrow$ $A_e = a \,.\, b$ = 507,27 m^2

Efektif kat atalet momenti (X doğrultusunda); I_x =$22,20^3 x 22,85/\ 12$ = 20833,58

Efektif kat atalet momenti (X doğrultusunda); I_y = $22,85^3\ x 22,20/12$ = 22071,42

• 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 5.71 : X-Doğrultusunda çalışan dolgu duvarlar

Kritik kat			**Kritik katın bir üst katı**		
X yönü uzunluk (m)	**Y yönü uzunluk (m)**	**Sayı**	**X yönü uzunluk (m)**	**Y yönü uzunluk (m)**	**Sayı**
3,75	0,15	2	3,75	0,15	2
2,50	0,15	1	2,50	0,15	1
5,50	0,15	2	5,50	0,15	2
3,25	0,15	1	3,25	0,15	1
2,50	0,15	3	2,50	0,15	3
2,75	0,15	2	2,75	0,15	2
3,00	0,15	1	3,00	0,15	1
4,25	0,10	1	4,25	0,10	1
3,80	0,10	1	3,80	0,10	1
2,15	0,10	1	2,15	0,10	1
			5,00	0,10	1
			3,00	0,10	2
			2,30	0,15	2
			2,80	0,15	3
			4,50	0,15	1

Çizelge 5.72 : Y-Doğrultusunda çalışan dolgu duvarlar

Kritik kat			Kritik katın bir üst katı		
X yönü uzunluk (m)	**Y yönü uzunluk (m)**	**Sayı**	**X yönü uzunluk (m)**	**Y yönü uzunluk (m)**	**Sayı**
0,10	3,50	2	0,10	3,50	2
0,15	1,50	2	0,15	1,50	2
0,15	2,00	2	0,15	2,00	2
0,20	3,00	1	0,20	3,00	1
0,15	2,90	1	0,15	2,90	1
0,15	2,40	1	0,15	2,40	1
0,15	2,00	2	0,15	2,00	2
0,15	1,60	2	0,15	1,60	2
0,15	3,60	2	0,15	3,60	2
			0,10	5,20	2
			0,15	3,30	2
			0,15	2,60	2
			0,20	2,80	1

Çizelge 5.73 : Kolon boyutları

Kritik kat			Kritik katın bir üst katı		
X yönü boyutu (m)	**Y yönü boyutu (m)**	**Sayı**	**X yönü boyutu (m)**	**Y yönü boyutu (m)**	**Sayı**
1,2	0,25	7	1,2	0,25	7
0,25	1,2	3	0,25	1,2	3
0,3	0,9	11	0,3	0,9	11
0,3	1	2	0,3	1	2
1	0,3	17	1	0,3	17

$C_{A,min}$=min(C_{Ax},C_{Ay}) =0,0242

$C_{A,max}$=maks(C_{Ax},C_{Ay}) = 0,0246

C_A = 4879

• C_I – Atalet momenti endeksi bileşkesi

$C_{I,min}$ = min (C_{Ix},C_{Iy}) = 27672

$C_{I,max}$ = maks (C_{Ix},C_{Iy}) = 29794

C_I=28311

•P_0 – Taşıyıcı Sistem Puanı

$h_0 = -0.6\,H^2 + 39.6\,H - 13.4 \xrightarrow{H=17{,}55} h_0 = 497$

$P_0=(C_A+C_I)/h_0 = (4879+28311) / 497 = 67$

• P_1 – Temel Yapısal Puanı

Yapının P_1-temel yapısal puanının hesaplanması amacıyla, P_0 puanını düzeltme faktörleri ile çarpmak için yapının projelerine bakılarak 14 adet düzeltme faktörü Çizelge 5.74'te gösterildiği gibi bulunmuştur. Burulma düzensizliği faktörü, DBYBHY-07 yöntemi ile doğrusal elastik hesap sonuçlarında x yönünde etkili olduğu görüldüğünden, f_1=0,95, taşıyıcı elemanların bir yönde burulma yarattığı durum olarak seçilmiştir.

Çizelge 5.74 : Düzeltme faktörleri - f_i

Katsayı	Tanım	Risk Seviyesi
f_1	Burulma Düzensizliği	0,95
f_2	Döşeme Süreksizliği	1,00
f_3	Düşey Doğrultuda Süreksizlik	1,00
f_4	Kütle Düzensizliği	1,00
f_5	Korozyon Mevcudiyeti	0,95
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	$f_9 = (10 / 20)^{0.5}$=0,71
f_{10}	Zayıf Kolon-Kuvvetli Kiriş	f_{10}=1,00 ($[(0{,}0109+0{,}0197)/(2x0{,}0036)]^{0.15}$=1,24)
f_{11}	Etriye Sıklığı	$f_{11} = (0{,}10 / 0{,}22)^{0.25}$ = 0,82
f_{12}	Zemin Sınıfı	Z3= 0,95
f_{13}	Temel Tipi	Bağ Kirişli Tekil Temel= 0,90
f_{14}	Temel Derinliği	0,90

P_1= 67 * ($\prod_{i=1}^{14} f_i$)= 27

• 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**

$P_3=100[r_a\, r_r\, (h_{i+1}/h_i)^3]^{0.60} = 100[1{,}00x1{,}00\ (2{,}85/2{,}85)^3]^{0.60} = 100$

• P_4 – **Çıkmalar ve Çerçeve Süreksizliği Puanı**

Çıkmalar ve çerçeve süreksizliği puanı, binada tek cephede çıkma olduğundan ve kolonlar arasında çerçeve kirişleri bulunmadığından 70 olarak değerlendirilmiştir.

• P_5 – **Çarpışma puanı**

Bina bitişik nizamda bulunmadığından çarpışma riski olmadığı kabul edilerek 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 Z3 ve yer altı su seviyesinin 5 metreden fazla olduğu düşünüldüğünden yapının bu puanı 70 olarak kabul edilmiştir.

• α – **Düzeltme çarpanı**

Bina kullanım amacı projesinde konut olarak belirlendiğinden, 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_o= 0,4 ve yapı düzlükte olduğundan Topografik değeri t= 1,00 olarak kabul edilerek düzeltme çarpanının hesabı yapılmıştır.

$\alpha=(1/I)\ (1{,}4 - A_0)\ [1/\ (0{,}4n+0{,}88)]\ t= (1/1)\ (1{,}4 – 0{,}4)\ [1/\ (0{,}4x0{,}3+0{,}88)]x1{,}00=1{,}00$

• β – **Düzeltme çarpanı**

Bu düzeltme çarpanının hesabı için ilk olarak, daha önceden belirlenen P_i puanları ile w katsayıları kullanılarak ağırlıklı ortalama puanı P_w bulunur (Çizelge5.75).

Çizelge 5.75 : Binaya ait P_w – Ağırlıklı ortalama puanının belirlenmesi

P_i	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_{min}
P_i Puanı	27	100	100	70	100	100	60	27
w_i	4	1	3	2	1	3	2	4
$P_i w_i$	108	100	300	140	100	300	120	108

Daha sonra, ağırlıklı ortalama değerine bağlı olarak, Şekil 4.2'den β – düzeltme çarpanı belirlenir.

$P_w = \Sigma (w_i P_i) / \Sigma w_i$ = 1168 / 16= 73

P_w = 73 ⟶ β=1 (Şekil 4.2 ile)

• P – Sonuç Puanı

P_{min} = 27 (Çizelge 5.75)

$P = \alpha \beta P_{min}$ = 1 *x* 1 *x* 27 = **27**

İncelenen binanın P sonuç puanı 27, sınır değer=30' un altında olduğundan yıkılacağı muhtemel, ancak yinede 2. bölge olan 35 > P > 25 aralığına denk geldiğinden ayrıntılı incelemeyi gerektirmektedir.

5.6 Parametrik İnceleme

5.6.1 Binanın Beton Kalitesi ve Etriye Aralığı Değerlerinin İyileştirilmesi Durumu

Binanın yıkılma nedenleri araştırılacak olursa, özellikle P25 yöntemi göçme modu değerleri ve diğer parametreler incelendiğinde, en önemli nedenlerin düşük seviyedeki beton kalitesi ve yüksek etriye aralıkları olabileceği farkedilmiştir. Ayrıca, DBYDBHY-07 incelemelerinde de çok sayıda taşıyıcı elemanın yine beton basınç dayanımı ve etriye aralığı parametrelerinin etkili olduğu kesme kapasitesi değerlerinin düşük olmasından dolayı gevrek kırıldıkları belirlenmiştir. Bu sebeple, beton basınç dayanımı 20 MPa ve etriye sıklaştırma yapılması durumunda sıklaştırma bölgesindeki etriye aralığı s = 0,10 m. ve kolon orta bölgelerindeki etriye aralığı da şuan yürürlükte olan DBYBHY-07, 3.3.4.2 maddesine uygun olarak kolonlardaki en küçük kesit boyutunun yarısı değerinde alınarak geçerli olan minimum koşullar sağlanmıştır. Bunlar hesaplara yansıtılarak, bu durumun inceleme konusu yapının deprem dayanımını ne ölçüde etkilediği değerlendirilmiştir.

Geometrisi ve taşıyıcı eleman boyutları aynı kalarak, şuan geçerli olan minimum beton dayanımı ve enine donatı koşullarında, bina deprem riski belirlenmiştir. İncelemelerde RBTE(2013) ve P25 yöntemleri kullanılmıştır.

5.6.2 RBTE ile değerlendirme

RBTE (2013) kullanılarak yapılacak değerlendirmedeki yapıya ait bilgiler genel olarak Bölüm 5.4 te yapılan yapının ilk durumu ile aynıdır ve Çizelge 5.1'de bulunmaktadır. Ancak, yöntemde kullanılacak olan yeni durumdaki (f_{cm}=20 MPa), beton elastisite modülünün yeniden hesaplanan değeri ve RBTE-3.4.5'te verilen kolon, kiriş ve perdelere ait rijitlik azaltma katsayıları şu şekildedir;

Beton elastisite modülü, $E_{cm}= 5000(f_{cm})^{0,5}= 5000\sqrt{20}$ = 22360,680 MPa

Kirişler ve perdelerdeki rijitlik azaltma katsayısı, $(EI)_e= 0,30(E_{cm}I)_0$

Kolonlardaki rijitlik azalrtma katsayısı, $(EI)_e= 0,50(E_{cm}I)_0$.

Yapı modeli oluşturulurken yine aynı kat (projede aynı zamanda zemin kat olarak gözüken 2. kat) kritik kat olarak kabul edilmiş (Şekil 5.22) ve Bölüm 5.4.1'de anlatılanlar uygulanmıştır. Kat kütleleri de aynı olup Çizelge 5.51 de mevcuttur; toplam kütle *(G+0,3Q)* altında 34975,3 kN'dur.

Modal Analiz ve Periyotlar

Yöntemde istenen şekilde rijitlik azaltma katsayılarının modeldeki tüm elemanlara uygulanması ve yeni beton dayanımı değerlerinin modele tanıtılmasından sonra, yapının titreşim periyodlarını bulmak üzere modal analiz yapılmıştır. Modal analiz sonucu oluşan 20 moda ait yapı periyot ve frekansları Çizelge 5.76'da görülmektedir.

Çizelge 5.76 : Yapının yeni beton dayanımı ile periyot ve frekansları (RBTE-2013)

Yükleme Tipi	Mod Sayısı	Periyot	Frekans
-	-	Sn.	1/Sn
MODAL	1	0,8309	1,2034
MODAL	2	0,7990	1,2516
MODAL	3	0,6442	1,5523
MODAL	4	0,2604	3,8402
MODAL	5	0,2455	4,0739
MODAL	6	0,1951	5,1253
MODAL	7	0,1409	7,0957
MODAL	8	0,1302	7,6822

Çizelge 5.76 (Devam) : Yapının yeni beton dayanımı ile periyot ve frekansları (RBTE-2013)

Yükleme Tipi	Mod Sayısı	Periyot	Frekans
-	-	Sn.	1/Sn
MODAL	9	0,1038	9,6314
MODAL	10	0,1016	9,8429
MODAL	11	0,0914	10,9420
MODAL	12	0,0912	10,9700
MODAL	13	0,0776	12,8940
MODAL	14	0,0729	13,7260
MODAL	15	0,0665	15,0470
MODAL	16	0,0612	16,3400
MODAL	17	0,0557	17,9490
MODAL	18	0,0410	24,3630
MODAL	19	0,0325	30,8000
MODAL	20	0,0228	43,7980

Çizelge 5.76 ile yapının ilk durumunda yapılan modal analiz sonuçlarının yer aldığı Çizelge 5.52 değerleri karşılaştırıldığında, periyot değerlerinde beton dayanımındaki artıştan kaynaklanan bir miktar azalma görülmüştür.

Doğrusal Elastik Hesap

Yapıya uygulanacak doğrusal elastik hesap yöntemi Mod Birleştirme Yöntemidir. Mod birleştirme yöntemi ile hesap için, Bölüm 5.3.5 ile aynı işlemler yapılmıştır. Hesapta kullanılacak olan ivme spektrumu Çizelge 5.14'teki veriler halinde programa fonksiyon olarak tanıtılmıştır. Deprem yüklerinin hesabında RBTE(2013), Madde 3.5.1'e göre R_a=1 olarak alınmıştır. Büyütme çarpanı (*scale factor*) da aynı şekilde,

$$\frac{g.A_0.I}{R_a(T)} = \frac{9{,}84\ x\ .0{,}4\ x\ 1}{1} = 3{,}924$$ değeri olarak programa girilmiştir.

Yapıya ait 'dolgu duvar etkisi kontrolü' Bölüm 5.4.3.2'de yapılmış olup sağlanamadığı görüldüğünden, deprem yüklerinde buna yönelik bir azaltma uygulanmamıştır.

Kritik Kattaki Eleman Risk Durumlarının Belirlenmesi

RBTE(2013) yöntemine göre, risk değerlendirmesi yalnızca kritik kat olarak belirlenen kattaki kolon ve perdelerin detaylı olarak incelenmesi ile yapılır. Beton dayanımı artırılan örnek yapı için belirlenen kritik katta perde bulunmadığından, incelemeler yalnızca kolonlar için Bölüm 5.4.5.1'de anlatılan şekilde yapılmıştır.

Kritik kattaki 44 adet kolonun süneklik ve gevreklik düzeyine göre hangi gruba dahil olduğunu belirlemek üzere V_e/V_r oranları hesap edilmiş ve ilgili tablodan belirlenmiştir (RBTE(2013)-Tablo 2).

V_e hesabı, kolon karşılıklı etki diyagramı üzerinden, '$G+0,3Q+E/6$' yükleme kombinasyonundan elde edilen N_K eksenel kuvvetine karşılık gelen, M_K kolon alt ve üst moment kapasiteleri kullanılarak Denklem 5.2 ile belirlenmiştir.

Kesme kapasitesi V_r hesabı ise mevcut malzeme dayanımı (f_{cm}=20 MPa) ve bilgi düzeyi katsayısı (Asgari Bilgi Düzeyi-0,9) dikkate alınarak, TS500 kuralları doğrultusunda yapılmıştır (RBTE, 3.4.4). Ayrıca, etriye aralığı olarak V_r'nin hesabında kolon orta bölgesi esas alınır (RBTE-3.5.5) maddesi uyarınca, (120x25) kesit boyutlarına sahip kolonlarda s=125 mm. ve diğer kolonlarda en küçük boyut 30 cm olduğundan s= 150 mm. alınmıştır.

İyileştirme yapılmış yeni bina örneğinde kolonlarda etriye sıklaştırması uygulandığı varsayıldığından (10 cm), hesap edilen 'V_e/V_r' oranı için sınır değerler belirlenirken, ilk durumdakinin aksine, Çizelge 3.1'deki kolon sınıflandırma tablosunun "Aralığı $s \leq 100mm$ olan, her iki ucunda 135^o kancalı etriyesi bulunan ve toplam enine donatı alanı $A_{sh} \geq 0,06.s.b_k.(f_{cm}/f_{ywm})$ denklemini sağlayan kolonlar" sütunu dikkate alınmıştır. Bu durumda kolonlar $V_e/V_r \leq 0,7$ ise A grubunda, tersi durumda B grubunda olarak değerlendirilmiştir. İncelemenin devamında, kolonların m-etki/kapasite oranı ve (δ/h)-kat öteleme oranı hesap edilir ve elde edilen değerler kolonun tespit edilen grubuna uygun tablodaki sınır değerler ile karşılaştırılmıştır. Herhangi bir sınırın aşıldığı görülen kolonlar 'Riskli' olarak nitelendirilir.

Hesaplar tüm kolonlarda, ±X ve ±Y deprem yönleri için ayrı ayrı yapılmış ve hesap izlenen yol Bölüm 5.4.5.1'de ayrıntılı olarak anlatıldığından bu bölümde sonuç tabloları verilmiştir.

Hesaplar tüm kolonlarda, ±X ve ±Y deprem yönleri için ayrı ayrı yapılmış ve hesapta izlenen yol Bölüm 5.4.5.1'de ayrıntılı olarak anlatıldığından bu bölümde sonuç tabloları verilmiştir. Kritik kattaki 44 adet kolonun +X deprem etkisi altındaki risk durumları Çizelge 5.77'de verilmiştir. Diğer yönlere ait sonuçlar EK-C'dedir. Çizelgelerdeki 'Risk Yok*' durumunda olan kolonlar, Bölüm 5.4'teki incelemede 'RİSKLİ' durumda olup, parametrik incelemede değişerek güvenli sonuç alınan kolonlardır.

Çizelge 5.77 : Parametrik çalışmaya ait RBTE(2013) +X depremi için risk değerlendirmesi sonuçları

		V_e/V_r	Sınıf	$N_K / (f_{cm}A_c)$	$A_{sh} / (s.b_k)$	$m_{sınır}$	$\delta_{sınır}$	m	δ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S201	**i**	0,640	A	0,074	-	5,000	0,035	4,966	0,00972	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,640	A	0,071	-	5,000	0,035	0,727	0,00972	Risk Yok	
S202	**i**	0,390	A	0,118	-	4,909	0,034	1,845	0,00990	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,390	A	0,115	-	4,927	0,034	1,605	0,00990	Risk Yok	
S203	**i**	0,475	A	0,062	-	5,000	0,035	5,238	0,00994	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,475	A	0,058	-	5,000	0,035	0,745	0,00994	Risk Yok	
S204	**i**	0,481	A	0,066	-	5,000	0,035	5,787	0,01006	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,481	A	0,062	-	5,000	0,035	1,099	0,01006	Risk Yok	
S205	**i**	0,362	A	0,074	-	5,000	0,035	2,095	0,01002	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,362	A	0,071	-	5,000	0,035	1,783	0,01002	Risk Yok	
S206	**i**	0,764	B	0,133	0,0012	2,329	0,012	4,219	0,01009	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,764	B	0,130	0,0012	2,337	0,012	0,486	0,01009	Risk Yok	
S207	**i**	0,480	A	0,104	-	4,981	0,035	2,318	0,00832	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,480	A	0,100	-	4,999	0,035	2,088	0,00832	Risk Yok	
S208	**i**	0,420	A	0,074	-	5,000	0,035	2,588	0,00832	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,420	A	0,070	-	5,000	0,035	2,338	0,00832	Risk Yok	
S209	**i**	0,464	A	0,092	-	5,000	0,035	2,265	0,00832	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,464	A	0,089	-	5,000	0,035	2,122	0,00832	Risk Yok	
S210	**i**	0,361	A	0,088	-	5,000	0,035	1,981	0,00784	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,361	A	0,085	-	5,000	0,035	0,392	0,00784	Risk Yok	
S211	**i**	0,640	A	0,125	-	4,873	0,034	2,012	0,00784	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,640	A	0,122	-	4,891	0,034	0,647	0,00784	Risk Yok	
S212	**i**	0,547	A	0,101	-	4,995	0,035	2,063	0,00784	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,547	A	0,098	-	5,000	0,035	0,593	0,00784	Risk Yok	
S213	**i**	0,541	A	0,185	-	4,577	0,031	1,619	0,00784	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,541	A	0,181	-	4,595	0,031	0,412	0,00784	Risk Yok	
S214	**i**	0,509	A	0,080	-	5,000	0,035	2,009	0,00763	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,509	A	0,077	-	5,000	0,035	0,682	0,00763	Risk Yok	
S215	**i**	0,759	B	0,129	0,0010	2,184	0,011	2,126	0,00763	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,759	B	0,125	0,0010	2,192	0,011	1,110	0,00763	Risk Yok	
S216	**i**	0,498	A	0,126	-	4,872	0,034	1,688	0,00763	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,498	A	0,122	-	4,890	0,034	0,578	0,00763	Risk Yok	
S217	**i**	0,337	A	0,106	-	4,972	0,035	1,365	0,00773	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,337	A	0,102	-	4,990	0,035	0,438	0,00773	Risk Yok	
S218	**i**	0,454	A	0,179	-	4,605	0,031	1,264	0,00773	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,454	A	0,176	-	4,622	0,032	0,493	0,00773	Risk Yok	
S219	**i**	0,464	A	0,119	-	4,905	0,034	1,956	0,00773	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,464	A	0,115	-	4,923	0,034	1,853	0,00773	Risk Yok	
S220	**i**	0,524	A	0,141	-	4,794	0,033	1,939	0,00773	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,524	A	0,138	-	4,811	0,033	1,849	0,00773	Risk Yok	

Çizelge 5.77 (Devam) : Parametrik çalışmaya ait RBTE(2013) +X depremi için risk değerlendirmesi sonuçları

		V_e/V_r	Sınıf	$N_K / (f_{cm}A_c)$	$A_{sh} / (s.b_k)$	$m_{sınır}$	$\delta_{sınır}$	m	δ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S221	**i**	0,750	B	0,125	0,0012	2,348	0,012	1,334	0,00792	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,750	B	0,122	0,0012	2,356	0,012	0,583	0,00792	Risk Yok	
S222	**i**	0,431	A	0,145	-	4,774	0,033	1,425	0,00792	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,431	A	0,142	-	4,792	0,033	0,691	0,00792	Risk Yok	
S223	**i**	0,299	A	0,123	-	4,887	0,034	1,125	0,00870	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,299	A	0,119	-	4,905	0,034	0,653	0,00870	Risk Yok	
S224	**i**	0,396	A	0,137	-	4,815	0,033	1,219	0,00870	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,396	A	0,133	-	4,833	0,033	0,750	0,00870	Risk Yok	
S225	**i**	0,345	A	0,112	-	4,939	0,034	1,635	0,00913	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,345	A	0,109	-	4,957	0,035	1,548	0,00913	Risk Yok	
S226	**i**	0,518	A	0,125	-	4,877	0,034	2,115	0,00913	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,518	A	0,121	-	4,895	0,034	2,065	0,00913	Risk Yok	
S227	**i**	0,537	A	0,136	-	4,820	0,033	2,196	0,00913	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,537	A	0,132	-	4,838	0,034	2,145	0,00913	Risk Yok	
S228	**i**	0,445	A	0,184	-	4,579	0,031	0,985	0,00913	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,445	A	0,181	-	4,597	0,031	0,685	0,00913	Risk Yok	
S229	**i**	0,532	A	0,082	-	5,000	0,035	1,507	0,01002	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,532	A	0,078	-	5,000	0,035	1,219	0,01002	Risk Yok	
S230	**i**	0,833	B	0,120	0,0010	2,204	0,011	1,960	0,01002	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,833	B	0,117	0,0010	2,212	0,011	1,697	0,01002	Risk Yok	
S231	**i**	0,589	A	0,121	-	4,895	0,034	1,373	0,01002	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,589	A	0,117	-	4,913	0,034	1,115	0,01002	Risk Yok	
S232	**i**	0,572	A	0,102	-	4,992	0,035	1,482	0,01071	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,572	A	0,098	-	5,000	0,035	1,244	0,01071	Risk Yok	
S233	**i**	0,530	A	0,193	-	4,533	0,031	1,063	0,01071	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,530	A	0,190	-	4,551	0,031	0,875	0,01071	Risk Yok	
S234	**i**	0,659	A	0,129	-	4,853	0,034	1,429	0,01097	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,659	A	0,126	-	4,870	0,034	1,213	0,01097	Risk Yok	
S235	**i**	0,338	A	0,090	-	5,000	0,035	1,870	0,01097	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,338	A	0,086	-	5,000	0,035	1,820	0,01097	Risk Yok	
S236	**i**	0,502	A	0,116	-	4,921	0,034	2,843	0,01169	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,502	A	0,112	-	4,939	0,034	2,794	0,01169	Risk Yok	
S237	**i**	0,442	A	0,084	-	5,000	0,035	3,100	0,01169	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,442	A	0,080	-	5,000	0,035	3,060	0,01169	Risk Yok	
S238	**i**	0,507	A	0,113	-	4,934	0,034	2,784	0,01169	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,507	A	0,110	-	4,952	0,035	2,751	0,01169	Risk Yok	
S239	**i**	0,471	A	0,069	-	5,000	0,035	1,564	0,01400	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,471	A	0,065	-	5,000	0,035	1,160	0,01400	Risk Yok	
S240	**i**	0,504	A	0,117	-	4,915	0,034	2,813	0,01400	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,504	A	0,113	-	4,933	0,034	2,710	0,01400	Risk Yok	

Çizelge 5.77 (Devam) : Parametrik çalışmaya ait RBTE(2013) +X depremi için risk değerlendirmesi sonuçları

		V_e/V_r	Sınıf	$N_K / (f_{cm}A_c)$	$A_{sh} / (s.b_k)$	$m_{sınır}$	$\delta_{sınır}$	m	δ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S241	**i**	0,471	A	0,063	-	5,000	0,035	2,234	0,01368	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,471	A	0,059	-	5,000	0,035	1,827	0,01368	Risk Yok	
S242	**i**	0,433	A	0,042	-	5,000	0,035	2,300	0,01368	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,433	A	0,038	-	5,000	0,035	1,781	0,01368	Risk Yok	
S243	**i**	0,426	A	0,077	-	5,000	0,035	3,256	0,01372	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,426	A	0,073	-	5,000	0,035	3,153	0,01372	Risk Yok	
S244	**i**	0,564	A	0,132	-	4,841	0,034	1,379	0,01369	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,564	A	0,128	-	4,859	0,034	1,061	0,01369	Risk Yok	

Bina Risk Durumunun Belirlenmesi

Bina risk durumu için hesaplar, Bölüm 5.4.5.2'deki şekilde yapılır. +X yönü için kesme kuvvetleri ve bina için izin verilen riskli durumdaki kolonların kesme kuvveti oranını hesap etmek için, kritik kat kolonlarına ait eksenel basınç gerilmesi değerleri Çizelge 5.78'dedir.

Çizelge 5.78 : Parametrik çalışmadaki kolonların eksenel basınç gerilmeleri ve X doğrultusundaki kesme kuvvetleri

	$N_{G+0,3Q}$	x	y	A_c	Eksenel Gerilme	Kesme Kuvveti
	kN	cm	cm	m^2	kN/m^2	kN
S201	578,53	120	25	0,3	1928,43	1449,66
S202	561,76	25	120	0,3	1872,52	189,67
S203	344,71	120	25	0,3	1149,02	742,83
S204	354,83	120	25	0,3	1182,77	864,25
S205	552,67	25	120	0,3	1842,22	186,30
S206	601,24	120	25	0,3	2004,13	1434,48
S207	480,55	30	90	0,27	1779,80	227,29
S208	478,69	30	90	0,27	1772,93	228,07
S209	537,59	30	100	0,3	1791,97	242,16
S210	789,65	120	25	0,3	2632,16	643,32
S211	723,63	100	30	0,3	2412,10	546,46
S212	667,94	100	30	0,3	2226,46	543,12
S213	858,96	100	30	0,3	2863,19	499,58
S214	616,41	100	30	0,3	2054,70	499,95
S215	747,46	100	30	0,3	2491,52	707,78
S216	629,03	100	30	0,3	2096,77	501,16
S217	750,29	100	30	0,3	2500,96	377,15
S218	834,98	100	30	0,3	2783,28	416,19

Çizelge 5.78 (Devam) : Parametrik çalışmadaki kolonların eksenel basınç gerilmeleri ve X doğrultusundaki kesme kuvvetleri

	$N_{G+0,3Q}$	x	y	A_c	Eksenel Gerilme	Kesme Kuvveti
	kN	cm	cm	m^2	kN/m^2	kN
S219	758,67	30	90	0,27	2809,88	220,52
S220	674,82	30	90	0,27	2499,33	224,58
S221	807,92	120	25	0,3	2693,08	592,74
S222	816,69	120	25	0,3	2722,28	593,42
S223	787,69	120	25	0,3	2625,62	549,52
S224	788,08	120	25	0,3	2626,93	550,45
S225	722,37	30	90	0,27	2675,46	195,42
S226	809,80	30	90	0,27	2999,26	247,57
S227	654,11	30	90	0,27	2422,64	253,59
S228	883,70	100	30	0,3	2945,68	414,26
S229	623,67	100	30	0,3	2078,89	520,05
S230	753,44	100	30	0,3	2511,47	795,26
S231	622,28	100	30	0,3	2074,28	521,12
S232	677,77	100	30	0,3	2259,23	566,65
S233	916,69	100	30	0,3	3055,63	503,68
S234	820,37	100	30	0,3	2734,57	552,53
S235	749,29	25	120	0,3	2497,62	204,22
S236	530,70	30	90	0,27	1965,55	303,98
S237	512,15	30	90	0,27	1896,85	300,30
S238	649,81	30	100	0,3	2166,05	334,01
S239	526,75	100	30	0,3	1755,83	479,07
S240	555,16	30	90	0,27	2056,15	295,50
S241	320,68	120	25	0,3	1068,93	500,41
S242	312,82	120	25	0,3	1042,75	455,71
S243	523,47	30	90	0,27	1938,78	303,17
S244	603,00	100	30	0,3	2010,01	529,33
Toplam				12,87	97517,68	21306,44

Kolonların eksenel gerilme ortalaması bulunur ve bulunan değer için enterpolasyon yapılarak, riskli kolonlar için izin verilen kesme kuvveti sınır değeri oranı belirlenir (Çizelge 5.79).

Kolon eksenel gerilme ortalaması= Kolon gerilmelerinin toplamı / Kolon sayısı

97517,68 / 44 = 2216,31 kN/m^2

0,65 f_{cm}= 13000 kN/m^2

0,1 f_{cm}= 2000 kN/m^2

Çizelge 5.79 : Parametrik çalışma riskli kolonların kesme kuvveti oranı sınır değeri

Kolon Eksenel Gerilme Ortalaması	Kat Kesme Kuvveti Oranı Sınır Değerleri
$\geq 0{,}65\ f_{cm}$	0
4283,689	**0,343**
$\leq 0{,}1\ f_{cm}$	0,35

Enterpolasyon ile sınır değerler arasında hesap yapıldığında, riskli elemanlar için izin verilen kat kesme kuvveti oranının 0,343 olduğu görülmüştür. Riskli olduğu sonucuna varılan kolonların kesme kuvvetleri, Çizelge 5.78'den toplanarak, toplam kat kesme kuvvetine oranına bakılmış ve +X depremi için sınır değeri aşıp aşmadığı kontrol edilmiştir (Çizelge 5.80).

Çizelge 5.80 : Parametrik çalışma +X depremi kolon hasar oranları

	Adet	Oran	Kesme Kuv.	Oran
Risk Yok	41	93,18%	18264,89	85,72%
Riskli	3	6,82%	3041,55	**14,28%**
Toplam eleman sayısı	44	100,00%	21306,44	100,00%

Riskli durumdaki kolon kesme kuvveti oranının 0,14 ile sınır değer 0,343'ün altında kaldığı görüldüğünden binanın + X depremi için kritik kat kolonları kontrolüne bakılarak **Risk Yok** durumda olduğu tespit edilmiştir.

–X, +Y ve –Y deprem etkileri altında, kritik kat kolonlarına ait tüm inceleme sonuçları Ekler'de bulunmaktadır. Riskli durumdaki kolonların kesme kuvvetleri oranı, deprem yönlerine göre aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir.

Çizelge 5.81 : Parametrik çalışma -X depremi kolon hasar oranları

	Adet	Oran	Kesme Kuv.	Oran
Risk Yok	40	90,91%	16815,23	78,92%
Riskli	4	9,09%	4491,21	**21,08%**
Toplam eleman sayısı	44	100,00%	21306,44	100,00%

Çizelge 5.82 : Parametrik çalışma +Y depremi kolon hasar oranları

	Adet	Oran	Kesme Kuv.	Oran
Risk Yok	34	77,27%	12147,44	63,44%
Riskli	10	22,73%	7000,44	**36,56%**
Toplam eleman sayısı	44	100,00%	19147,88	100,00%

Çizelge 5.83 : Parametrik çalışma -Y depremi kolon hasar oranları

	Adet	Oran	Kesme Kuv.	Oran
Risk Yok	35	79,55%	12782,59	66,76%
Riskli	9	20,45%	6365,29	**33,24%**
Toplam eleman sayısı	44	100,00%	19147,88	100,00%

Çizelge 5.81, Çizelge 5.82 ve Çizelge 5.83 sonuçlarına bakıldığında, Riskli eleman kesme kuvvetleri oranının, sınır değer olarak hesaplanan 0,343'ü '+Y Depremi' etkisi altında aşıldığı görülmüştür. Bu sebeple kritik katta yapılan hesap sonucu bina yine '**RİSKLİ**' olarak değerlendirilmiştir. Katlara göre en büyük kat ötelemeleri ve en büyük değer X ve Y deprem doğrultuları için Çizelge 5.84 ve Çizelge 5.85'te verilmiştir.

Çizelge 5.84 : Parametrik çalışmaya ait X deprem doğrultusunda en büyük kat ötelenme oranları

1.Kat	2.Kat	3.Kat	4.Kat	5.Kat	6.Kat
δ_{max}/h	δ_{max}/h	δ_{max}/h	δ_{max}/h	δ_{max}/h	δ_{max}/h
0,010501	0,013998	**0,014125**	0,012889	0,009529	0,005811

Çizelge 5.85 : Parametrik çalışmaya ait Y deprem doğrultusundaki en büyük kat ötelenme oranları

1.Kat	2.Kat	3.Kat	4.Kat	5.Kat	6.Kat
δ_{max}/h	δ_{max}/h	δ_{max}/h	δ_{max}/h	δ_{max}/h	δ_{max}/h
0,010959	**0,014623**	0,014289	0,011759	0,008259	0,004739

Sonuç olarak, beton kalitesinin 10 MPa'dan 20 MPa'a çıkarıldığı ve etriye aralıklarının da yönetmelik koşullarına uygun olarak azaltıldığı durumda da RBTE - 2013 ile yapılan inceleme sonucu binanın hala riskli olduğu tespit edilmiştir.

5.6.3 P25 Yöntemi ile değerlendirme

Binanın beton dayanımı ve etriye aralığı parametrelerini değiştirmek, yöntemin ilk değerlendirmede de en düşük değerdeki göçme modunu ifade eden P_1 – temel yapısal puanını etkileyecektir. Beton kalitesi için 20 MPa ve etriye aralığı için 10 cm alınırsa, bu durumda yeni bir hesapla;

Beton dayanımını temsil eden faktör, $f_9 = (20 / 20)^{0.5} = 1{,}00$ (f_{cm} = 20MPa);

Etriye sıklığını temsil eden faktör, f_{11} = (0,10 / 0,10)$^{0.25}$ = 1,00 (*s* =10 cm) olarak bulunmuştur.

P_1 puanının hesabını etkileyen diğer 12 adet f_i düzeltme faktörü değişmemiş, Çizelge 5.74'teki değerler ile hesap tekrar edilmiştir.

P_0= 67 (Kolon ve duvar boyutlarında değişiklik olmadığından önceki incelemedeki hesaplar geçerlidir.)

P_1= 67 *x* ($\prod_{i=1}^{14} f_i$)= 47

Yapının P25 yöntemi ile değerlirilmesi sonucu P_1 – temel yapısal puanındaki artış, diğer göçme modlarını ifade eden P_i değerleriyle karşılaştırıldığında, sonuç puanının hesabında yine bu göçme modunun (P_{min}=P_1) etkili olacağı görülür (Çizelge 5.86).

Çizelge 5.86 : Binanın ikinci durumdaki değerlendirilmesinde P_w – Ağırlıklı ortalama puanının belirlenmesi

P_i	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_{min}
P_i Puanı	47	100	100	70	100	100	60	47
w_i	4	1	3	2	1	3	2	4
$P_i w_i$	188	100	300	140	100	300	120	188

Çizelge 5.76'daki değerler ile hesaplanan ağırlıklı ortalamalar alınarak, P_w ve β - Düzeltme Çarpanı belirlenir ve α - Düzeltme Çarpanı ile birlikte yapının sonuç puanı aşağıdaki gibi belirlenir:

$P_w = \Sigma (w_i P_i) / \Sigma w_i$ = 1248 / 16= 78

P_w = 78 ⟶ β – Düzeltme Çarpanı = 1 (Şekil 4.2'deki grafikten okunan değer)

α – Düzeltme Çarpanı için de aynı değer bulunur;

$\alpha=(1/I) (1,4 - A_0) [1/ (0,4n+0,88)]$ t= (1/1) (1,4 – 0,4) [1/ (0,4*x*0,3+0,88)]*x*1,00=1,00

P_{min} = 47 (Çizelge 5.86)

Sonuç Puanı - *P* = $\alpha \beta P_{min}$ = 1 *x* 1 *x* 47 = **47** olarak belirlenir.

Bu durumda sonuç puanı değerinin, sınır değer 30'dan büyük bir değer olması ve '$P \geq 35$' olarak öngörülen düşük risk bandı bölgesinin üzerine çıkması sebebiyle, binada beton kalitesinin yüksek olması ve etriye sıklaştırması yapılması koşullarında binanın toptan göçerek can kaybına sebep olmayacağı yorumu yapılabilir.

6. SONUÇLAR

Bu tez çalışması kapsamında, 1999 Düzce depreminde yıkılmış gerçek bir bina verisi ele alınarak üç farklı yöntemle değerlendirilmiştir. Bu yöntemler 2007 yılında yürürlüğe giren 'Deprem Bölgelerinde Yapılan Binalar Hakkında Yönetmelik' DBYBHY-07, 2013 yılında yürürlüğe giren 'Riskli Binaların Tespitine Yönelik Esaslar' RBTE-2013 ve 2008 yılında Gülay, Tezcan ve Bal tarafından geliştirilen P25 yöntemleridir.

Yapılan incelemelerle bina değerlendirilmesi sonucu, üç yöntemin birbiriyle karşılaştırılması yapılmış, sonuçlar birbiri ile uyumlu ve gerçeği yansıtır bulunmuştur.

Sonra ikinci bir inceleme yapılması amacıyla, binanın beton dayanımı ve etriye aralığı değerleri iyileştirilmiştir. Bu değerler, günümüzde betonarme bina tasarımlarında geçerli olan DBYBHY-07'nin şart koştuğu minimum değerleri sağlayacak şekilde değiştirilmiştir. İncelenen binada beton basınç mukavemeti artırılıp, etriye sıklaştırması yapılarak yeniden RBTE-2013 ve P25 yöntemleri uygulanarak, deprem karşısındaki risk durumu belirlenmiştir. Binanın tüm incelemeler sonrası elde edilen sonuçları Çizelge 6.1'de görülmektedir.

Çizelge 6.1 : Yapılan değerlendirme sonuçları

	DBYB.H.Y-07	**RBTE(2013)**	**P25 Yöntemi**
Gerçek Durum	Göçme Durumu	Riskli	27 Puan- Riskli (Detaylı İncelenmeli)
İyileştirilmiş Durum	(İncelenmedi)	Riskli	47 Puan – Düşük Riskli

Yapının depremde yıkıldığı bilinen gerçek durumunda, DBYBHY-07'de mevcut binaların değerlendirilmesi yöntemlerinden doğrusal elastik yöntem ile yapılan incelemede her iki doğrultudaki deprem etkisi altında da 'GÇ'- Göçme Sınırı aşılarak, bina göçme durumunda bulunmuştur.

RBTE-2013 yöntemi kullanılarak ve aynı (gerçek) veriler ele alınarak, yöntemin şartlarına uygun olarak belirlenen kritik katta yapılan incelemede de, tüm deprem yönlerine göre bina 'Riskli' durumda çıkmıştır.

Betonarme binaların kısa zamanda göçme risklerinin belirlenmesi amacıyla kullanılan hızlı ve ön değerlendirme yöntemlerinden P25 hızlı değerlendirme yöntemi ile incelenmesi sonucu bina puanı P= 27 bulunmuştur. Bu değer yöntemin belirttiği sınır değer=30'dan düşük olduğundan bina yıkılması muhtemel, yani riskli grupta olup, ancak ayrıntılı inceleme gerektiren 35 > P > 25 aralığına denk gelen şüpheli bölgededir.

Bina değerlendirmesini, binadaki taşıyıcı sistemi oluşturan elemanlardan yola çıkarak belirleyen DBYBHY-07 ve RBTE-2013 yöntemleri sonucunda kritik kata, (yani zemin kata) ait kolonların karşılaştırılması Çizelge 6.2'de görülmektedir.

Çizelge 6.2 : Bina gerçek verileri ile yapılan değerlendirmelerde kolon sonuçları karşılaştırması

	+X Depremi		**-X Depremi**		**+Y Depremi**		**-Y Depremi**	
	DBYBHY 2007	**RBTE 2013**	**DBYBHY 2007**	**RBTE 2013**	**DBYBHY 2007**	**RBTE 2013**	**DBYBHY 2007**	**RBTE 2013**
S201	G.D.	RİSKLİ	İ.H.	RİSKLİ	B.H.	Risk Yok	B.H.	Risk Yok
S202	B.H.	Risk Yok	B.H.	Risk Yok	Gevrek	RİSKLİ	İ.H.	RİSKLİ
S203	İ.H.	RİSKLİ	G.D.	RİSKLİ	B.H.	RİSKLİ	B.H.	RİSKLİ
S204	İ.H.	RİSKLİ	B.H.	RİSKLİ	B.H.	RİSKLİ	B.H.	RİSKLİ
S205	B.H.	Risk Yok	B.H.	Risk Yok	Gevrek	RİSKLİ	İ.H.	RİSKLİ
S206	G.D.	RİSKLİ	İ.H.	RİSKLİ	B.H.	Güvenli	B.H.	Risk Yok
S207	B.H.	Risk Yok	B.H.	Risk Yok	B.H.	RİSKLİ	B.H.	RİSKLİ
S208	B.H.	Risk Yok	B.H.	Risk Yok	Gevrek	RİSKLİ	B.H.	RİSKLİ
S209	B.H.	Risk Yok	B.H.	Risk Yok	Gevrek	RİSKLİ	Gevrek	RİSKLİ
S210	İ.H.	RİSKLİ	G.D.	RİSKLİ	B.H.	Risk Yok	İ.H.	Risk Yok
S211	İ.H.	RİSKLİ	Gevrek	RİSKLİ	İ.H.	RİSKLİ	İ.H.	RİSKLİ
S212	İ.H.	RİSKLİ	İ.H.	RİSKLİ	İ.H.	RİSKLİ	İ.H.	RİSKLİ
S213	G.D.	RİSKLİ	İ.H.	Risk Yok	G.D.	RİSKLİ	İ.H.	RİSKLİ
S214	B.H.	Risk Yok	İ.H.	Risk Yok	İ.H.	RİSKLİ	İ.H.	RİSKLİ
S215	Gevrek	RİSKLİ	İ.H.	RİSKLİ	İ.H.	RİSKLİ	B.H.	RİSKLİ
S216	İ.H.	Risk Yok	B.H.	Risk Yok	İ.H.	RİSKLİ	İ.H.	RİSKLİ
S217	B.H.	Risk Yok	İ.H.	RİSKLİ	İ.H.	RİSKLİ	İ.H.	RİSKLİ
S218	G.D.	RİSKLİ	B.H.	Risk Yok	İ.H.	RİSKLİ	G.D.	RİSKLİ
S219	İ.H.	Risk Yok	İ.H.	Risk Yok	B.H.	RİSKLİ	İ.H.	RİSKLİ
S220	İ.H.	Risk Yok	B.H.	Risk Yok	B.H.	RİSKLİ	İ.H.	RİSKLİ
S221	B.H.	Risk Yok	B.H.	Risk Yok	İ.H.	Risk Yok	İ.H.	RİSKLİ

Çizelge 6.2 (Devam) : Bina gerçek verileri ile yapılan değerlendirmelerde kolon sonuçları karşılaştırması

	+X Depremi		-X Depremi		+Y Depremi		-Y Depremi	
	DBYBHY 2007	**RBTE 2013**	**DBYBHY 2007**	**RBTE 2013**	**DBYBHY 2007**	**RBTE 2013**	**DBYBHY 2007**	**RBTE 2013**
S222	B.H.	Risk Yok	B.H.	Risk Yok	İ.H.	RİSKLİ	G.D.	RİSKLİ
S223	**M.H.**	Risk Yok	B.H.	RİSKLİ	İ.H.	RİSKLİ	İ.H.	Risk Yok
S224	B.H.	RİSKLİ	**M.H.**	Risk Yok	İ.H.	RİSKLİ	İ.H.	Risk Yok
S225	**M.H.**	Risk Yok	İ.H.	Risk Yok	B.H.	RİSKLİ	B.H.	RİSKLİ
S226	İ.H.	Risk Yok	İ.H.	RİSKLİ	İ.H.	RİSKLİ	B.H.	RİSKLİ
S227	B.H.	RİSKLİ	B.H.	Risk Yok	İ.H.	RİSKLİ	B.H.	RİSKLİ
S228	B.H.	RİSKLİ	B.H.	RİSKLİ	G.D.	RİSKLİ	İ.H.	RİSKLİ
S229	B.H.	RİSKLİ	Gevrek	RİSKLİ	İ.H.	RİSKLİ	İ.H.	RİSKLİ
S230	İ.H.	RİSKLİ	Gevrek	RİSKLİ	İ.H.	RİSKLİ	İ.H.	RİSKLİ
S231	Gevrek	RİSKLİ	B.H.	RİSKLİ	İ.H.	RİSKLİ	İ.H.	RİSKLİ
S232	B.H.	RİSKLİ	Gevrek	RİSKLİ	İ.H.	RİSKLİ	İ.H.	RİSKLİ
S233	G.D.	RİSKLİ	B.H.	RİSKLİ	G.D.	RİSKLİ	G.D.	RİSKLİ
S234	B.H.	RİSKLİ	**M.H.**	RİSKLİ	İ.H.	RİSKLİ	İ.H.	RİSKLİ
S235	B.H.	Risk Yok	İ.H.	Risk Yok	B.H.	RİSKLİ	B.H.	RİSKLİ
S236	B.H.	RİSKLİ	**M.H.**	RİSKLİ	B.H.	RİSKLİ	İ.H.	RİSKLİ
S237	B.H.	RİSKLİ	B.H.	RİSKLİ	B.H.	RİSKLİ	İ.H.	RİSKLİ
S238	B.H.	RİSKLİ	B.H.	RİSKLİ	Gevrek	RİSKLİ	B.H.	RİSKLİ
S239	B.H.	RİSKLİ	B.H.	RİSKLİ	B.H.	RİSKLİ	B.H.	RİSKLİ
S240	İ.H.	RİSKLİ	B.H.	RİSKLİ	B.H.	RİSKLİ	B.H.	RİSKLİ
S241	B.H.	Risk Yok	B.H.	Risk Yok	B.H.	RİSKLİ	B.H.	RİSKLİ
S242	B.H.	Risk Yok	B.H.	Risk Yok	B.H.	RİSKLİ	B.H.	RİSKLİ
S243	B.H.	RİSKLİ	İ.H.	RİSKLİ	İ.H.	RİSKLİ	İ.H.	RİSKLİ
S244	B.H.	RİSKLİ	B.H.	RİSKLİ	B.H.	RİSKLİ	B.H.	RİSKLİ

Çizelge 6.2'de görüldüğü gibi iki yöntemle yapılan incelemeler kolonlarda büyük ölçüde uyum içindedir. Ancak bazı kolonlarda DBYBHY-07 ile '*Minimum Hasar*' görülürken, RBTE-2013'te '*Riskli*' durum gözlenmesi ve bazı kolonlarda da RBTE-2013'te '*Risk Yok'* diye tanımlanan kolonların DBYBHY-07'de '*İleri Hasar'* Bölgesi'ne denk gelmiş olması dikkat edilebilecek sonuçlardır (!).

Yöntemlerin bina bazında son olarak vardıkları sonuç uyumlu bulunduktan sonra ikinci incelemeye geçilmiştir. Beton dayanımı 20 MPa ve sıklaştırma uygulandığı varsayılarak (10cm) kolon orta bölgesindeki etriye aralıkları en küçük kesit boyutu 25 cm. olan kolonlarda *s*=125 mm. ve en küçük boyutu 30 cm. olan kolonlarda *s*=150 mm. değerleri alınarak yeni bir inceleme yapılmıştır. Etriye aralıkları

DBYBHY-07, 3.3.4.2'deki minimum koşulları, beton dayanımı ise DBYBHY-07, 3.2.5.1'deki koşulları minimum sağlayacak şekilde seçilmiştir. RBTE-2013 ve P25 yöntemleri ile inceleme sonucu Çizelge 6.1'de görülmektedir.

P25 yöntemi ile bina sonucu 47 puan olup bu değer göçme riski düşük olarak tanımlanan bölgeye denk gelmektedir.. Bu durumda binada kullanılan beton kalitesi daha iyi ve etriye sıklaştırması yapılmış olsaydı yapının depremde yıkılmayıp muhtemelen daha az hasarla ayakta kalabileceğini, dolayısıyla hasar görmüş olsa bile daha az can ve mal kaybı yaşanacağını söyleyebiliriz.

RBTE-2013 sonuçlarına detaylı olarak Bölüm 5.6.1'den bakılacak olursa, binada diğer deprem yönlerine göre güvenli durum sağlanmış olup, yalnızca +Y depremi altında sınır aşıldığından dolayı, bina 'Riskli' olarak sonuçlanmıştır. Riskli kolon sayısında çok ciddi bir azalma olmuş, 'Riskli' sonuç alınan +Y depremi etkisi altındaki riskli kolonların kesme kuvveti oranının da sınır değere yakın bir değer olduğu görülmüştür. Gerçek verilerle yapılan inceleme sonucundaki riskli kolon adet ve kesme kuvveti oranları ile iyileştirilmiş durumun incelenmesi sonucu riskli kolon değerlerinin karşılaştırması Çizelge 6.3'te bulunmaktadır.

Çizelge 6.3 : Bina gerçek durumu ve iyileştirilmiş durumun incelenmesi sonucu değişen kolon risk durumları

	Sayı	**Toplam Kolon Sayısına Oranı**	**Kesme Kuvveti Oranı**	**Kes. Kuv. Oranı Sınırı**
	+X Depremi			
Gerçek Durum	26	59,09%	**71,00%**	27,30%
İyileştirilmiş Durum	3	6,82%	**14,28%**	34,30%
	-X Depremi			
Gerçek Durum	25	56,82%	**68,34%**	27,30%
İyileştirilmiş Durum	4	9,09%	**21,08%**	34,30%
	+Y Depremi			
Gerçek Durum	40	90,91%	**95,92%**	27,30%
İyileştirilmiş Durum	10	22,73%	**36,56%**	34,30%
	-Y Depremi			
Gerçek Durum	39	88,64%	**94,41%**	27,30%
İyileştirilmiş Durum	9	20,45%	**33,24%**	34,30%

Çizelge 6.3'ten görüldüğü şekilde, beton dayanımının ve etriye aralığının değiştirilmesi etkisinde, riskli kolonlarda büyük ölçüde azalma görülmüştür. RBTE-2013 yöntem sonuçlarını belirlemede kullanılan riskli kolonların kesme kuvveti

oranlarını inceleyecek olursak +X depreminde riskli kolonlarda %79,88, -X depreminde %69,15, +Y depreminde %61,88 ve –Y depreminde %64,79 olarak, tüm deprem yönleri düşünüldüğünde ortalama %68,93'lük bir azalma tespit edilmiştir.

Bina kolonlarındaki risk potansiyelinin genel olarak ciddi azalışına karşın, risk sınırını aşan +Y deprem etkisi altındaki kolonlarda oluşan iç kuvvetler detaylı olarak Eklerdeki Çizelge C.2'de görülebilir. Bu tablodan sınır değeri aşan kolonlar incelendiğinde Riskli kolonların çoğunda *m*-etki/kapasite oranı 'Risk Yok' sonucu vermesine karşın, göreli kat ötelemesi *δ/h* değerlerinin sınırı aşması sebebiyle olumsuz sonuçla karşılaşıldığı görülmüştür. +Y depremi etkisi altında kat ötelemesi değerlerinin olması gerektiğinden fazla çıkmış olması, bu yöndeki rijitliğin az olduğunu göstermektedir. Başka bir parametrik inceleme olarak, binanın bu doğrultuda eleman boyutlarını artırarak ya da bu yönde çalışan perdeler ekleyerek dayanımı ne ölçüde etkilediği ve olası bir depremdeki risk durumu araştırılabilir.

Tüm katlarda oluşan göreli kat ötelenmesi değerlerinin, bina gerçek verileri ve iyileştirilmiş durum ile elde edilen sonuçları Çizelge 6.4'te deprem doğrultularına göre ayrı ayrı karşılaştırılmış ve ikinci incelemedeki azalma miktarı gözlemlenmiştir.

Çizelge 6.4 : Bina gerçek durumu ve iyileştirilmiş durumun incelenmesi sonucu değişen X doğrultulu depremdeki kolon risk durumları

	δ_{max}/h	δ_{max}/h	δ_{max}/h	δ_{max}/h	δ_{max}/h	δ_{max}/h
	1.Kat	2.Kat	3.Kat	4.Kat	5.Kat	6.Kat
Gerçek Durum	0,012698	0,01659	**0,017003**	0,015395	0,011323	0,006835
İyileştirilmiş Durum	0,010501	0,013998	**0,014125**	0,012889	0,009529	0,005811

Çizelge 6.5 : Bina gerçek durumu ve iyileştirilmiş durumun incelenmesi sonucu değişen Y doğrultulu depremdeki kolon risk durumları

	δ_{max}/h	δ_{max}/h	δ_{max}/h	δ_{max}/h	δ_{max}/h	δ_{max}/h
	1.Kat	2.Kat	3.Kat	4.Kat	5.Kat	6.Kat
Gerçek Durum	0,013435	**0,017643**	0,017114	0,014049	0,009866	0,005638
İyileştirilmiş Durum	0,010959	**0,014623**	0,014289	0,011759	0,008259	0,004739

Sonuç olarak, 1999 Düzce depreminde yıkılmış olan inceleme konusu binanın taşıyıcı eleman düzeni, malzeme kalitesi, donatı detaylarındaki eksiklikler, burulma düzensizliği, çerçeve süreksizliği ve bunun gibi muhtemelen birçok proje ve uygulama eksiklikleri olduğu kolayca tahmin edilmektedir. Ancak, yapılan sayısal

inceleme sonucunda beton kalitesi ve etriye aralığının bina performansını etkileyen en önemli faktörlerden ikisi olduğu ve sadece beton kalitesinin daha yüksek olması ile etriye sıklaştırması yapılma durumunda bile binanın yıkılmaktan kurtulabileceği gözlemlenmiştir.

Daha sonra yapılacak parametrik çalışmalarla diğer düzensizliklerin de yapı performansını nasıl etkileyeceği araştırılabilir.

KAYNAKLAR

6306 Sayılı Kanun (2012). Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun, *Resmi Gazete*, Sayı: 28309.

6306 Sayılı Kanunun Uygulama Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik (2013). *Resmi Gazete*, Sayı: 28695.

Al-Chaar, G. (2002). Evaluating Strength and Stiffness of Unreinforced Masonry Infill Structures, U.S. Army Corps of Engineers Project No: 622784AT41 - Seismic Rehabilitation of Concrete Frames with Infill, Construction Engineering Research Laboratory (CERL).

Applied Technology Council (ATC) (1996). Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings, ATC-40, Redwood City, California, USA.

Aschheim, M., Gulkan, P., Sezen, H., Bruneau, M., Elnashai, A., Halling, M., Love, J., and Rahnama, M. (2000). Performance of Buildings, 1999 Kocaeli, Turkey, Earthquake Reconnaissance, *Earthquake Spectra*, Vol. 16, pp. 237-279.

Aydınoğlu, N., Celep, Z., Özer, E., Sucuoğlu, H. (2009). Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik – Örnekler Kitabı, *Bayındırlık ve İskan Bakanlığı*, Ankara, Türkiye.

Bal, İ. E. (2005). Deprem Etkisindeki Betonarme Binaların Göçme Riskinin Hızlı Değerlendirme Yöntemleri ile Belirlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

Bal, İ. E., Özdemir, Z. (2006). Çevre Çerçeve Kirişi Süreksizliğinin Yapı Deprem Davranışı Üzerindeki Etkileri, İMO İstanbul Şubesi Bülteni, 87, 10-18, İstanbul, Türkiye.

Boduroğlu, H., Özdemir Çağlayan, P. (2007). Mevcut Yapıların Değerlendirilmesinde Bir Tarama Yöntemi, *Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı*, İstanbul, Türkiye.

Celep, Z. (2008). Betonarme Taşıyıcı Sistemlerde Doğrusal Olmayan Davranış ve Çözümleme – Deprem Yönetmeliği Kavramları, *Beta Yayıncılık*, İstanbul, Türkiye.

D'Ayala, D., Charleson, A. W (2000). Review of Seismic Strengthening Guidelines for R.C. Buildings in Developing Countries, *12th World Conference on Earthquake Enginering*, Paper No:820, New Zeland.

DBYBHY (2007). Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, *Bayındırlık ve İskan Bakanlığı*, Ankara, Türkiye.

Erdik, M., Aydinoglu, N., Fahjan, Y., Sesetyan, K., Demircioglu, M., Siyahi, B., Durukal, E., Ozbey, C., Biro, Y.,Akman, H., Yuzugullu, O. (2003). Earthquake Risk Assessment for Istanbul Metropolitan area,

Earthquake Engineering and Engineering Vibration, Vol:2, No:1, Article ID: 1671-3664 (2003) 01 - 0001-23.

Erdik, M., Bodare, A., Ojeda, A., Meghraoui, M., Barka, A., Atakan, K. (2002). Seismic Hazard in Istanbul following the 17 August 1999 Izmit and 12 November 1999 Duzce Earthquakes, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 92, 1, pp. 466–482.

European Committee for Standardization (2004). Design of structures for Earthquake Resistance-Assessment and Retrofitting of Builgings, Eurocode 8-3.

FEMA (2005). Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures - FEMA 440, *Federal Emegency Management Agency*, Washington D.C., USA.

Gülay, F. G., Bal, İ. E., Gökçe E. (2008). Correlation Between Detailed and Preliminary Assessment Techniques in the Light of Real Damage States**,** *Journal of Earthquake Engineering*, Vol:12, Supp:2, pg: 129-139, Taylor & Francis Ltd., London, UK.

Gülay, F. G., **Gökçe, T., Bal, İ. E.** (2013). Parametric Study on Seismic Performance of an Existing RC Building, *The 4th. International Conference on Structural Engineering Mechanics and Compitution*, SEMC, Cape Town, South Africa, 6-8 Sept.

Gülay, F. G., Tezcan, S., Bal, İ. E. (2008). 'Binaların Deprem Güvenliği Konusunda Geliştirilen P25 Puanlama Yönteminin Kalibrasyonu ve Pilot Bölge Uygulaması', TÜBİTAK MAG Araştırma Projesi, *Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu*, Proje No: 106M278.

Işık, E. (2013). Bitlis İli Yapı Stoğunun Birinci Kademe (Sokak Tarama Yöntemi İle) Değerlendirilmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi - Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 17(1), 173-178, 2013, Isparta, Türkiye.

Işıltan, Ö. (2010). Betonarme Kolonlar için DBYBHY 2007, Eurocode 8 ve FEMA 356 ile Yapılan Performans Değerlendirmelerinin Deney Sonuçlarıyla Karşılaştırılması, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

İlki, A., Celep, Z. (2011). Betonarme Yapıların Deprem Güvenliği, *1. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı*, ODTÜ, Ankara, Türkiye.

İDMP (2003). İstanbul için Deprem Master Planı, İstanbul Büyüksehir Belediyesi Planlama ve İmar Dairesi Zemin ve Deprem İnceleme Müdürlügü, İstanbul, Türkiye.

İnceleme Raporu (2003). Düzce Belediyesi Mücavir Alan Sınırları İçerisinde Zemin Özelliklerinin 12 Kasım Düzce Depremi Hasar Dağılımına ve Yapılaşma Parametrelerine Etkisinin İncelenmesi, Düzce Belediyesi İmar Müdürlüğü – Yapı Denetim Birimi, Düzce Belediye Başkanlığı, Düzce, Türkiye.

İnel, M., Özmen, H., Bilgin, H. (2007). Türkiye'de Yaşanan Deprem Hasarları ve Yapı Stoğunun Değerlendirilmesi, *Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı*, İstanbul, Türkiye.

JBDPA (1990). "Standard for Seismic Capacity Assessment of Existing Reinforced Concrete Buildings", Japanese Building Disaster Prevention Association, Ministry of Construction, Tokyo, Japan.

Kalkan, E., Gülkan, P., Yilmaz, N., Çelebi, M. (2009). Reassessment of Probabilistic Seismic Hazard in the Marmara Region, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 99, No. 4, pp. 2127–2146.

Özcebe, G. (2004). Deprem Güvenliğinin Saptanması için Yöntemler Geliştirilmesi Sonuç Raporu, Tübitak İÇTAG YMAÜ 1574 Numaralı Araştırma Projesi, Ankara, Türkiye.

Özden, S., Tatar, O., Mesci, B. M., Koçbulut, F., Tutkun, S. Z., Doğan, B., Tüvar, O. (2000). 12 Kasım 1999 Düzce Depremi ve Bölgesel Tektonik Anlamı, *Türkiye Jeoloji Bülteni,* Cilt 43, Sayı 2.

Özmen, B., G. Bağcı (2000). 12 Kasım 1999 Düzce Depremi Raporu, *Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi*, Ankara, Türkiye.

Özmen, B. (2000). Düzce-Bolu Bölgesi'nin Jeolojisi, Diri Fayları ve Hasar Yapan Depremleri s:1-14, 12 Kasım Düzce Depremi Raporu (Editör: Bülent Özmen ve Günruh Bağcı), Deprem Araştırma Dairesi, Ankara, Türkiye.

RBTE (2013). Riskli Binaların Tespit Edilmesine Yönelik Esaslar, *Çevre ve Şehircilik Bakanlığ*ı, Ankara, Türkiye.

Melchers, R. E. (1999). Structural Reliability Analysis and Prediction, *John Wiley & Sons Ltd.*, Chichester, UK.

Nakano, Y., Maeda, M., Kuramoto, H., Murakami, M. (2004). Guideline For Post-Earthquake Damage Evaluation and Rehabilitation of RC Buildings In Japan, *13th World Conference on Earthquake Engineering, Paper No. 124,* Vancouver, B.C., Canada.

Ranganathan, R. (1990). Reliability Analysis and Design of Structures, *Tata McGraw-Hill Yayınları*, Yeni Delhi, Hindistan.

SAP 2000 (2005). Structural Analysis Program, Computers and Structures Inc., Berkeley, California, USA.

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

Tezcan, S., Bal, İ. E. (2004). Sıfır Can Kaybı Projesi, İstanbul'un Kurtuluş Reçetesi Olacak, *Dünya İnşaat Dergisi,* Sayı: 2004-08, sf: 21-22, İstanbul, Türkiye.

TS 500 (2000). Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, Türkiye.

Uzunçıbuk, L. (2005). Yerleşim Yerlerinde Afet ve Risk Yönetimi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, *Doktora Tezi*, Türkiye.

Genel Açıklamalar, RBTE (2013). *Çevre ve Şehircilik Bakanlığı*, Alt Yapı ve Kentsel Dönüşüm Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye, adres:

http://www.csb.gov.tr/db/altyapi/editordosya/file/Gun%201_Ders%202_RiskliBinaTespitEsaslari.pdf

Ersoy, U. (t.y.). 'Dikdortgen Kolon Analizi' Yazılımı, *ODTÜ*, Ankara, Türkiye. Alındığı tarih: 13.12.2013, adres: http://civil.ce.metu.edu.tr/betonarme/pdf/Bolum6_2.pdf

EKLER

EK A: DBYBHY-07 Yöntemine Göre Hesap Sonuçları
EK B: RBTE-2013 Yöntemine Göre Hesap Sonuçları
EK C: Parametrik Çalışmaya Ait RBTE-2013 Yöntemi ile Hesap Sonuçları

EK A

Çizelge A.1 : Kiriş boyutları ve donatı alanları

Kiriş	Boyutları (cm)	Sol Üst (mm2)	Sol Alt (mm2)	Sağ Üst (mm2)	Sağ Alt (mm2)
K101	(20/60)	1633	1407	1633	1407
K102	(20/60)	402	402	1112	710
K103	(20/60)	936	710	688	616
K104	(20/60)	616	688	936	710
K105	(20/60)	1112	710	402	402
K106	(20/60)	1633	1407	1834	1407
K107	(20/60)	1633	1407	1834	1206
K108	(20/60)	1834	1206	1633	1407
K109	(20/60)	1633	402	1231	804
K110	(20/60)	829	804	226	402
K111	(20/60)	628	402	1231	402
K112	(20/60)	1231	402	1633	1206
K113	(20/70)	1916	402	1916	402
K114	(20/70)	1916	402	1916	402
K115	(20/60)	1633	402	1231	402
K116	(20/60)	1231	402	226	402
K117	(20/60)	628	402	1231	402
K118	(20/60)	1231	402	1633	1206
K119	(20/60)	1633	1407	1834	1206
K120	(20/60)	1834	1206	1633	1407
K121	(20/60)	1231	402	1633	402
K122	(20/60)	1633	1407	1834	1407
K123	(20/60)	402	402	1112	710
K124	(20/60)	936	710	688	616
K125	(20/60)	616	688	936	710
K126	(20/60)	1112	710	402	402
K127	(20/60)	1338	1112	996	308
K128	(20/60)	996	308	842	616
K129	(20/60)	842	616	842	308
K130	(20/60)	842	308	534	308
K131	(20/60)	829	402	1834	402
K132	(20/60)	1608	1407	603	1608
K133	(20/60)	1407	1206	603	1206
K134	(20/60)	1407	1206	603	1206
K135	(20/60)	1608	1407	603	1608
K136	(20/60)	1206	804	603	1407
K143	(20/60)	1231	1005	1633	1313
K144	(20/60)	688	308	688	308
K145	(20/60)	1432	1206	1244	710
K146	(20/60)	1338	710	688	462

Çizelge A.1 (Devam) : Kiriş boyutları ve donatı alanları

Kiriş	Boyutları (cm)	Sol Üst (mm2)	Sol Alt (mm2)	Sağ Üst (mm2)	Sağ Alt (mm2)
K146	(20/60)	1338	710	688	462
K147	(20/60)	688	308	842	308
K148	(20/60)	1633	1407	1432	804
K149	(20/60)	1432	804	1834	1608
K150	(20/60)	1834	1608	1432	804
K151	(20/60)	1432	804	1633	1407
K152	(20/60)	1834	1608	1338	710
K153	(20/60)	1338	710	842	308
K154	(20/60)	842	308	842	308
K155	(20/60)	842	402	936	804
K156	(20/60)	936	402	628	402
K157	(20/60)	1432	1206	1244	710
K158	(20/60)	1432	1206	1244	710
K159	(20/60)	1633	1407	1231	1005
K160	(20/60)	1432	1206	1244	710
K161	(20/60)	1432	1206	1244	710
K162	(20/60)	1432	1206	1244	710
K163	(20/60)	1432	1206	1244	710
K164	(20/60)	1432	1206	1244	710
K165	(20/60)	1432	1206	1244	710
K166	(20/60)	1633	402	1633	804
K167	(20/60)	1633	402	1834	1432
K168	(20/60)	1834	1608	1432	804
K169	(20/60)	1432	804	1633	1407
K170	(20/60)	842	308	1150	308
K171	(20/60)	1150	308	1150	616
K172	(20/60)	1150	616	1150	924
K173	(20/60)	1150	924	1150	308
K174	(20/60)	1150	308	936	308
K175	(20/60)	628	402	628	402
K176	(20/60)	628	402	628	402
K177	(20/60)	628	402	628	402

Çizelge A.2 : Katlara göre değişen kolon boyutları

	1. Kat ve 2. Kat		3. Kat ve 4. Kat		5. Kat ve 6. Kat	
Kolon	**x yönü (cm)**	**y yönü (cm)**	**x yönü (cm)**	**y yönü (cm)**	**x yönü (cm)**	**y yönü (cm)**
S101	120	25	120	20	120	20
S102	25	120	20	120	20	120
S103	120	25	120	20	120	20
S104	120	25	120	20	120	20
S105	25	120	20	120	20	120

Çizelge A.2 (Devam) : Katlara göre değişen kolon boyutları

	1. Kat ve 2. Kat		3. Kat ve 4. Kat		5. Kat ve 6. Kat	
Kolon	**x yönü (cm)**	**y yönü (cm)**	**x yönü (cm)**	**y yönü (cm)**	**x yönü (cm)**	**y yönü (cm)**
S106	120	25	120	20	120	20
S107	30	90	30	80	25	70
S108	30	90	30	80	25	70
S109	30	100	25	100	25	100
S110	120	25	120	20	120	20
S111	100	30	100	25	100	25
S112	100	30	100	25	100	25
S113	100	30	100	25	100	25
S114	100	30	100	25	100	25
S115	100	30	100	25	100	25
S116	100	30	100	25	100	25
S117	100	30	100	25	100	25
S118	100	30	100	25	100	25
S119	30	90	30	80	25	70
S120	30	90	30	80	25	70
S121	120	25	120	20	120	20
S122	120	25	120	20	120	20
S123	120	25	120	20	120	20
S124	120	25	120	20	120	20
S125	30	90	30	80	25	70
S126	30	90	30	80	25	70
S127	30	90	30	80	25	70
S128	100	30	100	25	100	25
S129	100	30	100	25	100	25
S130	100	30	100	25	100	25
S131	100	30	100	25	100	25
S132	100	30	100	25	100	25
S133	100	30	100	25	100	25
S134	100	30	100	25	100	25
S135	25	120	20	120	20	120
S136	30	90	30	80	25	70
S137	30	90	30	80	25	70
S138	30	100	25	100	25	100
S139	100	30	100	25	100	25
S140	30	90	30	80	25	70
S141	120	25	120	20	120	20
S142	120	25	120	20	120	20
S143	30	90	30	80	25	70
S144	100	30	100	25	100	25

Çizelge A.3 : 6. Kat kolon eksenel kuvvetleri ve rijitlik azaltma katsayıları

	N_G	N_Q	N (G+0,3Q)	B_x	B_y	A_C	f_{cm}	$N_D/(A_c f_{cm})$	Rij. Az. Katsayısı
	kN	kN	kN	cm	cm	m^2	kN/m^2		
S601	95,164	26,21	103,03	120	20	0,24	10000	0,043	0,40
S602	91,542	24,78	98,98	20	120	0,24	10000	0,041	0,40
S603	58,293	6,91	60,37	120	20	0,24	10000	0,025	0,40
S604	55,588	4,67	56,99	120	20	0,24	10000	0,024	0,40
S605	81,499	20,81	87,74	20	120	0,24	10000	0,037	0,40
S606	104,939	32,55	114,71	120	20	0,24	10000	0,048	0,40
S607	63,278	16,43	68,21	25	70	0,175	10000	0,039	0,40
S608	61,815	16,15	66,66	25	70	0,175	10000	0,038	0,40
S609	54,158	10,76	57,39	25	100	0,25	10000	0,023	0,40
S610	117,261	38,93	128,94	120	20	0,24	10000	0,054	0,40
S611	103,195	34,74	113,62	100	25	0,25	10000	0,045	0,40
S612	94,583	30,25	103,66	100	25	0,25	10000	0,041	0,40
S613	127,244	43,60	140,33	100	25	0,25	10000	0,056	0,40
S614	84,044	24,64	91,44	100	25	0,25	10000	0,037	0,40
S615	84,451	31,67	93,95	100	25	0,25	10000	0,038	0,40
S616	85,369	25,75	93,10	100	25	0,25	10000	0,037	0,40
S617	127,559	44,14	140,80	100	25	0,25	10000	0,056	0,40
S618	125,219	42,31	137,91	100	25	0,25	10000	0,055	0,40
S619	104,681	38,70	116,29	25	70	0,175	10000	0,066	0,40
S620	94,301	31,47	103,74	25	70	0,175	10000	0,059	0,40
S621	94,767	30,43	103,90	120	20	0,24	10000	0,043	0,40
S622	95,624	31,69	105,13	120	20	0,24	10000	0,044	0,40
S623	99,875	31,76	109,40	120	20	0,24	10000	0,046	0,40
S624	98,299	32,80	108,14	120	20	0,24	10000	0,045	0,40
S625	102,407	34,11	112,64	25	70	0,175	10000	0,064	0,40
S626	111,176	42,68	123,98	25	70	0,175	10000	0,071	0,40
S627	92,367	30,78	101,60	25	70	0,175	10000	0,058	0,40
S628	130,434	43,59	143,51	100	25	0,25	10000	0,057	0,40
S629	86,12	24,84	93,57	100	25	0,25	10000	0,037	0,40
S630	82,439	30,98	91,73	100	25	0,25	10000	0,037	0,40
S631	83,629	25,07	91,15	100	25	0,25	10000	0,036	0,40
S632	98,923	32,00	108,52	100	25	0,25	10000	0,043	0,40
S633	133,915	45,36	147,52	100	25	0,25	10000	0,059	0,40
S634	113,893	40,42	126,02	100	25	0,25	10000	0,050	0,40
S635	112,484	37,09	123,61	20	120	0,24	10000	0,052	0,40
S636	71,205	18,77	76,84	25	70	0,175	10000	0,044	0,40

Çizelge A.3 (Devam) : 6. Kat kolon eksenel kuvvetleri ve rijitlik azaltma katsayıları

	N_G	N_Q	$N_{(G+0,3Q)}$	B_x	B_y	A_C	f_{cm}	$N_D/(A_c f_{cm})$	Rij. Az. Katsayısı
	kN	kN	kN	cm	cm	m^2	kN/m^2		
S637	66,308	17,84	71,66	25	70	0,175	10000	0,041	0,40
S638	55,627	11,21	58,99	25	100	0,25	10000	0,024	0,40
S639	83,573	23,19	90,53	100	25	0,25	10000	0,036	0,40
S640	63,438	17,01	68,54	25	70	0,175	10000	0,039	0,40
S641	46,889	0,41	47,01	120	20	0,24	10000	0,020	0,40
S642	45,633	0,08	45,66	120	20	0,24	10000	0,019	0,40
S643	69,849	18,61	75,43	25	70	0,175	10000	0,043	0,40
S644	105,849	32,56	115,62	100	25	0,25	10000	0,046	0,40

Çizelge A.4 : 5. Kat kolon eksenel kuvvetleri ve rijitlik azaltma katsayıları

	N_G	N_Q	$N_{(G+0,3Q)}$	B_x	B_y	A_C	f_{cm}	$N_D/(A_c f_{cm})$	Rij. Az. Katsayısı
	kN	kN	kN	cm	cm	m^2	kN/m^2		
S501	209,467	42,31	222,16	120	20	0,24	10000	0,093	0,40
S502	202,999	36,40	213,92	20	120	0,24	10000	0,089	0,40
S503	120,334	11,88	123,90	120	20	0,24	10000	0,052	0,40
S504	117,137	8,74	119,76	120	20	0,24	10000	0,050	0,40
S505	192,455	33,60	202,54	20	120	0,24	10000	0,084	0,40
S506	224,793	49,37	239,61	120	20	0,24	10000	0,100	0,40
S507	160,473	30,76	169,70	25	70	0,175	10000	0,097	0,40
S508	158,833	30,38	167,95	25	70	0,175	10000	0,096	0,40
S509	184,18	34,42	194,51	25	100	0,25	10000	0,078	0,40
S510	266,665	63,96	285,85	120	20	0,24	10000	0,119	0,43
S511	242,674	57,55	259,94	100	25	0,25	10000	0,104	0,41
S512	224,834	51,33	240,23	100	25	0,25	10000	0,096	0,40
S513	290,334	69,75	311,26	100	25	0,25	10000	0,125	0,43
S514	212,995	44,25	226,27	100	25	0,25	10000	0,091	0,40
S515	231,414	52,30	247,10	100	25	0,25	10000	0,099	0,40
S516	217,126	45,76	230,86	100	25	0,25	10000	0,092	0,40
S517	277,15	69,97	298,14	100	25	0,25	10000	0,119	0,43
S518	287,864	69,51	308,72	100	25	0,25	10000	0,123	0,43
S519	244,522	63,92	263,70	25	70	0,175	10000	0,151	0,47
S520	222,349	54,85	238,80	25	70	0,175	10000	0,136	0,45
S521	253,274	58,43	270,80	120	20	0,24	10000	0,113	0,42
S522	255,494	59,54	273,36	120	20	0,24	10000	0,114	0,42
S523	252,895	58,48	270,44	120	20	0,24	10000	0,113	0,42

Çizelge A.4 (Devam) : 5. Kat kolon eksenel kuvvetleri ve rijitlik azaltma katsayıları

	N_G	N_Q	$N_{(G+0,3Q)}$	B_x	B_y	A_C	f_{cm}	$N_D/(A_c f_{cm})$	Rij. Az. Katsayısı
	kN	kN	kN	cm	cm	m^2	kN/m^2		
S524	251,705	58,83	269,35	120	20	0,24	10000	0,112	0,42
S525	237,086	64,10	256,32	25	70	0,175	10000	0,146	0,46
S526	265,132	71,15	286,48	25	70	0,175	10000	0,164	0,48
S527	217,697	53,78	233,83	25	70	0,175	10000	0,134	0,44
S528	300,685	80,78	324,92	100	25	0,25	10000	0,130	0,44
S529	216,452	44,88	229,92	100	25	0,25	10000	0,092	0,40
S530	227,881	51,23	243,25	100	25	0,25	10000	0,097	0,40
S531	213,618	44,56	226,99	100	25	0,25	10000	0,091	0,40
S532	234,044	54,40	250,37	100	25	0,25	10000	0,100	0,40
S533	307,482	81,80	332,02	100	25	0,25	10000	0,133	0,44
S534	272,465	67,17	292,62	100	25	0,25	10000	0,117	0,42
S535	253,798	66,15	273,64	20	120	0,24	10000	0,114	0,42
S536	177,87	35,03	188,38	25	70	0,175	10000	0,108	0,41
S537	167,553	32,29	177,24	25	70	0,175	10000	0,101	0,40
S538	182,158	31,27	191,54	25	100	0,25	10000	0,077	0,40
S539	189,876	37,76	201,21	100	25	0,25	10000	0,080	0,40
S540	170,293	29,41	179,12	25	70	0,175	10000	0,102	0,40
S541	111,609	5,30	113,20	120	20	0,24	10000	0,047	0,40
S542	109,56	4,54	110,92	120	20	0,24	10000	0,046	0,40
S543	170,817	30,08	179,84	25	70	0,175	10000	0,103	0,40
S544	226,299	48,94	240,98	100	25	0,25	10000	0,096	0,40

Çizelge A.5 : 4. Kat kolon eksenel kuvvetleri ve rijitlik azaltma katsayıları

	N_G	N_Q	$N_{(G+0,3Q)}$	B_x	B_y	A_C	f_{cm}	$N_D/(A_c f_{cm})$	Rij. Az. Katsayısı
	kN	kN	kN	cm	cm	m^2	kN/m^2		
S401	323,30	58,21	340,76	120	20	0,24	10000	0,142	0,46
S402	315,01	48,21	329,47	20	120	0,24	10000	0,137	0,45
S403	181,56	16,45	186,50	120	20	0,24	10000	0,078	0,40
S404	178,23	12,57	182,00	120	20	0,24	10000	0,076	0,40
S405	303,54	46,3733	317,46	20	120	0,24	10000	0,132	0,44
S406	344,33	65,86	364,09	120	20	0,24	10000	0,152	0,47
S407	265,17	45,4367	278,81	30	80	0,24	10000	0,116	0,42
S408	263,41	45,1	276,94	30	80	0,24	10000	0,115	0,42
S409	313,03	57,8433	330,38	25	100	0,25	10000	0,132	0,44

Çizelge A.5 (Devam) : 4. Kat kolon eksenel kuvvetleri ve rijitlik azaltma katsayıları

	N_G	N_Q	$N_{(G+0,3Q)}$	B_x	B_y	A_C	f_{cm}	$N_D/(A_c f_{cm})$	Rij. Az. Katsayısı
	kN	kN	kN	cm	cm	m^2	kN/m^2		
S410	417,21	89,43	444,04	120	20	0,24	10000	0,185	0,51
S411	379,67	80,1633	403,72	100	25	0,25	10000	0,161	0,48
S412	352,44	71,9667	374,03	100	25	0,25	10000	0,150	0,47
S413	454,57	101,927	485,15	100	25	0,25	10000	0,194	0,53
S414	338,68	62,8567	357,54	100	25	0,25	10000	0,143	0,46
S415	379,77	73,73	401,89	100	25	0,25	10000	0,161	0,48
S416	345,01	64,5933	364,39	100	25	0,25	10000	0,146	0,46
S417	424,01	95,0733	452,54	100	25	0,25	10000	0,181	0,51
S418	449,17	101,79	479,70	100	25	0,25	10000	0,192	0,52
S419	393,81	90,8967	421,08	30	80	0,24	10000	0,175	0,50
S420	359,78	79,2267	383,55	30	80	0,24	10000	0,160	0,48
S421	411,62	86,2	437,48	120	20	0,24	10000	0,182	0,51
S422	414,67	87,2167	440,83	120	20	0,24	10000	0,184	0,51
S423	407,10	85,2433	432,67	120	20	0,24	10000	0,180	0,51
S424	404,56	84,81	430,01	120	20	0,24	10000	0,179	0,51
S425	378,67	94,3667	406,98	30	80	0,24	10000	0,170	0,49
S426	424,83	100,55	454,992	30	80	0,24	10000	0,190	0,52
S427	352,33	77,8633	375,684	30	80	0,24	10000	0,157	0,48
S428	470,16	117,52	505,417	100	25	0,25	10000	0,202	0,54
S429	343,86	63,8733	363,024	100	25	0,25	10000	0,145	0,46
S430	374,99	72,4367	396,725	100	25	0,25	10000	0,159	0,48
S431	340,00	62,99	358,894	100	25	0,25	10000	0,144	0,46
S432	365,21	76,1167	388,04	100	25	0,25	10000	0,155	0,47
S433	482,32	118,733	517,943	100	25	0,25	10000	0,207	0,54
S434	427,35	93,6367	455,437	100	25	0,25	10000	0,182	0,51
S435	395,55	95,4467	424,181	20	120	0,24	10000	0,177	0,50
S436	292,10	51,6667	307,598	30	80	0,24	10000	0,128	0,44
S437	275,77	47,1533	289,913	30	80	0,24	10000	0,121	0,43
S438	308,19	51,2633	323,573	25	100	0,25	10000	0,129	0,44
S439	294,52	51,7667	310,047	100	25	0,25	10000	0,124	0,43
S440	283,09	42,07	295,71	30	80	0,24	10000	0,123	0,43
S441	175,83	9,83333	178,775	120	20	0,24	10000	0,074	0,40
S442	172,73	8,62667	175,316	120	20	0,24	10000	0,073	0,40
S443	278,00	41,7067	290,514	30	80	0,24	10000	0,121	0,43
S444	345,59	64,9833	365,083	100	25	0,25	10000	0,146	0,46

Çizelge A.6 : 3. Kat kolon eksenel kuvvetleri ve rijitlik azaltma katsayıları

	N_G	N_Q	N (G+03Q)	B_x	B_y	A_C	f_{cm}	$N_D/(A_c f_{cm})$	Rij. Az. Katsayısı
	kN	kN	kN	cm	cm	m2	kN/m2		
S301	436,695	74,04	458,907	120	20	0,24	10000	0,191	0,52
S302	428,423	60,13	446,461	20	120	0,24	10000	0,186	0,51
S303	240,622	20,46	246,759	120	20	0,24	10000	0,103	0,40
S304	237,305	15,86	242,064	120	20	0,24	10000	0,101	0,40
S305	416,187	59,32	433,983	20	120	0,24	10000	0,181	0,51
S306	463,417	82,30	488,106	120	20	0,24	10000	0,203	0,54
S307	366,054	59,14	383,796	30	80	0,24	10000	0,160	0,48
S308	364,525	58,96	382,213	30	80	0,24	10000	0,159	0,48
S309	445,999	82,61	470,783	25	100	0,25	10000	0,188	0,52
S310	569,276	115,29	603,864	120	20	0,24	10000	0,252	0,60
S311	518,363	103,44	549,394	100	25	0,25	10000	0,220	0,56
S312	481,236	93,04	509,149	100	25	0,25	10000	0,204	0,54
S313	619,835	134,35	660,141	100	25	0,25	10000	0,264	0,62
S314	463,021	80,84	487,273	100	25	0,25	10000	0,195	0,53
S315	530,004	95,56	558,673	100	25	0,25	10000	0,223	0,56
S316	471,45	82,81	496,292	100	25	0,25	10000	0,199	0,53
S317	570,024	119,84	605,977	100	25	0,25	10000	0,242	0,59
S318	610,798	133,99	650,995	100	25	0,25	10000	0,260	0,61
S319	541,494	117,87	576,856	30	80	0,24	10000	0,240	0,59
S320	494,151	103,14	525,092	30	80	0,24	10000	0,219	0,56
S321	573,055	114,61	607,439	120	20	0,24	10000	0,253	0,60
S322	576,894	115,60	611,573	120	20	0,24	10000	0,255	0,61
S323	563,808	112,53	597,566	120	20	0,24	10000	0,249	0,60
S324	559,846	111,44	593,278	120	20	0,24	10000	0,247	0,60
S325	521,736	125,00	559,237	30	80	0,24	10000	0,233	0,58
S326	581,632	129,63	620,52	30	80	0,24	10000	0,259	0,61
S327	483,327	101,16	513,674	30	80	0,24	10000	0,214	0,55
S328	640,371	154,47	686,712	100	25	0,25	10000	0,275	0,63
S329	469,564	82,15	494,21	100	25	0,25	10000	0,198	0,53
S330	524,218	94,21	552,482	100	25	0,25	10000	0,221	0,56
S331	464,963	80,86	489,222	100	25	0,25	10000	0,196	0,53
S332	496,929	97,98	526,324	100	25	0,25	10000	0,211	0,55
S333	658,444	156,09	705,27	100	25	0,25	10000	0,282	0,64
S334	585,101	121,01	621,404	100	25	0,25	10000	0,249	0,60
S335	537,622	124,90	575,092	20	120	0,24	10000	0,240	0,59
S336	402,797	67,33	422,995	30	80	0,24	10000	0,176	0,50

Çizelge A.6 (Devam) : 3. Kat kolon eksenel kuvvetleri ve rijitlik azaltma katsayıları

	N_G	N_Q	$N_{(G+0,3Q)}$	B_x	B_y	A_C	f_{cm}	$N_D/(A_c f_{cm})$	Rij. Az. Katsayısı
	kN	kN	kN	cm	cm	m^2	kN/m^2		
S337	381,282	61,32	399,678	30	80	0,24	10000	0,167	0,49
S338	438,19	72,38	459,903	25	100	0,25	10000	0,184	0,51
S339	397,947	65,44	417,58	100	25	0,25	10000	0,167	0,49
S340	396,721	54,86	413,18	30	80	0,24	10000	0,172	0,50
S341	238,806	13,94	242,989	120	20	0,24	10000	0,101	0,40
S342	234,567	12,29	238,254	120	20	0,24	10000	0,099	0,40
S343	386,086	53,49	402,132	30	80	0,24	10000	0,168	0,49
S344	464,317	80,90	488,586	100	25	0,25	10000	0,195	0,53

Çizelge A.7 : (-Y) Depremi kirişlerin i ve j uçlarına göre etki / kapasite oranları, sınır değerleri ve hasar durumu

		V_e	V_r	$V_e \leq V_r$	$\frac{p-p'}{p_b}$	$\frac{V_e}{b_w.d.f_{cm}}$	r	MN	GV	GÇ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
K143	i	106,16	111,32	S	0,08	0,83	1,92	2,28	3,58	5,55	MH	MH
	j				-0,12		1,25	2,36	3,72	5,72	MH	
K144	i	67,05	111,32	S	0,14	0,00	0,83	2,36	3,72	5,72	MH	MH
	j				-0,14		0,95	2,50	4,00	6,00	MH	
K145	i	95,89	111,32	S	0,08	0,75	1,65	2,34	3,69	5,68	MH	MH
	j				-0,19		2,40	2,42	3,84	5,84	MH	
K146	i	84,41	111,32	S	0,23	0,66	1,24	2,26	3,53	5,53	MH	MH
	j				-0,08		2,42	2,49	3,98	5,98	MH	
K147	i	59,55	111,32	S	0,14	0,47	1,83	2,36	3,72	5,72	MH	BH
	j				-0,19		3,49	2,50	4,00	6,00	BH	
K148	i	100,95	111,32	S	0,08	0,79	1,54	2,31	3,63	5,62	MH	MH
	j				-0,23		1,82	2,39	3,78	5,78	MH	
K149	i	144,01	111,32	G	0,23	1,13	1,65	1,90	2,97	4,80	MH	G
	j				-0,08		1,28	2,13	3,26	5,26	MH	
K150	i	135,21	111,32	G	0,08	1,06	1,35	2,10	3,25	5,20	MH	G
	j				-0,23		2,18	2,18	3,37	5,37	MH	
K151	i	131,06	111,32	G	0,23	1,03	1,65	1,98	3,09	4,96	MH	G
	j				-0,08		1,41	2,21	3,42	5,42	MH	
K152	i	132,34	111,32	G	0,08	1,04	1,35	2,12	3,29	5,24	MH	G
	j				-0,23		2,40	2,20	3,40	5,40	BH	
K153	i	97,81	111,32	S	0,23	0,77	1,64	2,18	3,40	5,36	MH	BH
	j				-0,19		2,84	2,41	3,82	5,82	BH	
K154	i	94,74	111,32	S	0,19	0,74	1,76	2,23	3,50	5,47	MH	BH
	j				-0,19		2,96	2,43	3,85	5,85	BH	

Çizelge A.7 (Devam) : (-Y) Depremi kirişlerin i ve j uçlarına göre etki / kapasite oranları, sınır değerleri ve hasar durumu

		V_e	V_r	$V_e \leq V_r$	$\frac{p-p'}{p_b}$	$\frac{V_e}{b_w.d.f_{cm}}$	r	MN	GV	GÇ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
K155	i	97,25	111,32	S	0,16	0,76	1,30	2,25	3,53	5,51	MH	MH
	j				-0,05		2,13	2,41	3,82	5,82	MH	
K156	i	88,49	111,32	S	0,19	0,70	2,34	2,27	3,56	5,54	BH	İH
	j				-0,08		4,90	2,47	3,93	5,93	İH	
K157	i	95,32	111,32	S	0,08	0,75	3,27	2,34	3,70	5,68	BH	İH
	j				-0,19		4,21	2,42	3,85	5,85	İH	
K158	i	96,15	111,32	S	0,08	0,76	2,97	2,34	3,69	5,67	BH	BH
	j				-0,19		2,51	2,42	3,84	5,84	BH	
K159	i	142,14	111,32	G	0,08	1,12	1,48	2,06	3,18	5,12	MH	G
	j				-0,08		1,82	2,14	3,28	5,28	MH	
K160	i	122,52	111,32	G	0,08	0,96	1,65	2,18	3,39	5,36	MH	G
	j				-0,19		2,40	2,26	3,52	5,52	BH	
K161	i	118,91	111,32	G	0,08	0,93	1,65	2,20	3,43	5,40	MH	G
	j				-0,19		2,40	2,28	3,56	5,56	BH	
K162	i	118,66	111,32	G	0,08	0,93	1,65	2,20	3,44	5,40	MH	G
	j				-0,19		2,40	2,28	3,57	5,57	BH	
K163	i	133,61	111,32	G	0,08	1,05	1,65	2,11	3,27	5,22	MH	G
	j				-0,19		2,40	2,19	3,39	5,39	BH	
K164	i	115,44	111,32	G	0,08	0,91	1,65	2,22	3,47	5,44	MH	G
	j				-0,19		2,40	2,30	3,60	5,60	BH	
K165	i	120,25	111,32	G	0,08	0,94	1,65	2,19	3,42	5,38	MH	G
	j				-0,19		2,40	2,27	3,55	5,55	BH	
K166	i	103,13	111,32	S	0,45	0,81	1,54	1,93	2,97	4,86	MH	MH
	j				-0,30		1,84	2,38	3,75	5,75	MH	
K167)	i	153,51	111,32	G	0,45	1,21	1,48	1,63	2,63	4,25	MH	G
	j				-0,15		1,39	2,07	3,14	5,14	MH	
K168	i	137,69	111,32	G	0,08	1,08	1,35	2,09	3,23	5,17	MH	G
	j				-0,23		2,18	2,17	3,34	5,34	BH	
K169	i	109,65	111,32	S	0,23	0,86	1,52	2,11	3,29	5,22	MH	BH
	j				-0,08		3,07	2,34	3,67	5,67	BH	
K170	i	83,54	111,32	S	0,19	0,66	2,16	2,30	3,61	5,60	MH	BH
	j				-0,30		2,92	2,50	3,99	5,99	BH	
K171	i	103,93	111,32	S	0,30	0,82	1,55	2,07	3,21	5,13	MH	MH
	j				-0,19		2,10	2,37	3,74	5,74	MH	
K172	i	100,31	111,32	S	0,19	0,79	1,48	2,20	3,44	5,40	MH	MH
	j				-0,08		1,34	2,39	3,79	5,79	MH	
K173	i	86,04	111,32	S	0,08	0,68	1,40	2,40	3,80	5,80	MH	BH
	j				-0,30		3,28	2,48	3,96	5,96	BH	

Çizelge A.7 (Devam) : (-Y) Depremi kirişlerin i ve j uçlarına göre etki / kapasite oranları, sınır değerleri ve hasar durumu

		V_e	V_r	$V_e \leq V_r$	$\frac{p-p'}{p_b}$	$\frac{V_e}{b_w.d.f_{cm}}$	r	MN	GV	GÇ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
K174	i	87,41	111,32	S	0,30	0,69	1,52	2,17	3,35	5,33	MH	BH
	j				-0,23		2,64	2,47	3,94	5,94	BH	
K175	i	45,43	111,32	S	0,08	0,06	0,28	2,42	3,84	5,84	MH	MH
	j				-0,08		0,37	2,50	4,00	6,00	MH	
K176	i	44,15	111,32	S	0,08	0,25	0,27	2,42	3,84	5,84	MH	MH
	j				-0,08		0,30	2,50	4,00	6,00	MH	
K177	i	45,86	111,32	S	0,08	0,32	0,16	2,42	3,84	5,84	MH	MH
	j				-0,08		0,28	2,50	4,00	6,00	MH	

Çizelge A.8 : (-X) Depremi Kirişlerin i ve j uçlarına göre etki / kapasite oranları, sınır değerleri ve hasar durumu

		V_e	V_r	$V_e \leq V_r$	$\frac{p-p'}{p_b}$	$\frac{V_e}{b_w.d.f_{cm}}$	r	MN	GV	GÇ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
K101	i	159,96	111,32	S	0,08	1,26	1,52	1,95	2,98	4,90	MH	MH
	j				-0,08		1,18	2,03	3,07	5,07	MH	
K102	i	129,53	111,32	G	0,00	1,14	1,51	2,13	3,25	5,25	MH	G
	j				-0,15		0,49	2,13	3,25	5,25	MH	
K103	i	117,05	111,32	G	0,08	0,92	2,40	2,21	3,46	5,42	BH	G
	j				-0,03		2,68	2,29	3,59	5,59	BH	
K104	i	72,19	111,32	S	-0,03	0,57	1,23	2,50	4,00	6,00	MH	MH
	j				-0,08		0,81	2,50	4,00	6,00	MH	
K105	i	150,47	111,32	G	0,15	1,18	1,12	1,95	3,01	4,89	MH	G
	j				0,00		2,80	2,09	3,18	5,18	BH	
K106	i	144,20	111,32	G	0,08	1,13	1,54	2,05	3,15	5,09	MH	G
	j				-0,15		1,17	2,13	3,26	5,26	MH	
K107	i	148,88	111,32	G	0,08	1,17	1,48	2,02	3,10	5,04	MH	G
	j				-0,23		1,58	2,10	3,20	5,20	MH	
K108	İ	158,94	111,32	G	0,23	1,25	1,35	1,81	2,83	4,62	MH	G
	J				-0,08		1,41	2,04	3,08	5,08	MH	
K109	i	122,30	111,32	G	0,45	0,96	1,48	1,82	2,84	4,63	MH	G
	j				-0,15		2,18	2,26	3,52	5,52	MH	
K110	i	139,20	111,32	G	0,01	1,09	2,70	2,15	3,31	5,30	BH	G
	j				0,06		3,73	2,10	3,23	5,19	İH	
K111	i	122,35	111,32	G	0,08	0,96	3,30	2,18	3,40	5,36	BH	G
	j				-0,30		2,25	2,26	3,52	5,52	MH	
K112	i	136,09	111,32	G	0,30	1,07	1,23	1,88	2,95	4,76	MH	G
	j				-0,15		0,96	2,18	3,36	5,36	MH	
K113	i	111,60	130,68	S	0,47	0,75	0,62	1,96	2,99	4,92	MH	MH
	j				-0,47		2,13	2,43	3,85	5,85	MH	
K114	i	122,20	130,68	S	0,47	0,82	0,67	1,90	2,93	4,81	MH	MH
	j				-0,47		2,24	2,37	3,74	5,74	MH	

Çizelge A.8 (Devam) : (-X) Depremi Kirişlerin i ve j uçlarına göre etki / kapasite oranları, sınır değerleri ve hasar durumu

		V_e	V_r	$V_e \leq V_r$	$\frac{p-p'}{p_b}$	$\frac{V_e}{b_w.d.f_{cm}}$	r	MN	GV	GÇ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
K115	i	125,15	111,32	G	0,45	0,98	2,93	1,80	2,82	4,60	İH	G
	j				-0,30		6,99	2,24	3,49	5,49	GD	
K116	i	171,48	111,32	G	0,30	1,35	3,41	1,70	2,70	4,40	İH	G
	j				0,06		4,19	1,94	2,94	4,87	İH	
K117	i	123,65	111,32	G	0,08	0,97	3,54	2,17	3,38	5,34	İH	G
	j				-0,30		3,73	2,25	3,51	5,51	İH	
K118	i	135,83	111,32	G	0,30	1,07	1,88	1,88	2,95	4,76	MH	G
	j				-0,15		1,58	2,18	3,36	5,36	MH	
K119	i	156,18	111,32	G	0,08	1,23	1,48	1,97	3,02	4,95	MH	G
	j				-0,23		1,58	2,06	3,11	5,11	MH	
K120	i	164,10	111,32	G	0,23	1,29	1,35	1,78	2,79	4,56	MH	G
	j				-0,08		1,41	2,01	3,02	5,02	MH	
K121	i	140,97	111,32	G	0,30	1,11	1,88	1,85	2,91	4,70	BH	G
	j				-0,45		3,73	2,15	3,30	5,30	İH	
K122	i	139,83	111,32	G	0,08	1,10	1,48	2,07	3,20	5,15	MH	G
	j				-0,15		1,41	2,15	3,31	5,31	MH	
K123	i	124,75	111,32	G	0,00	0,98	5,62	2,25	3,49	5,49	GD	G
	j				-0,15		2,40	2,25	3,49	5,49	BH	
K124	i	83,46	111,32	S	0,08	0,66	1,50	2,41	3,83	5,83	MH	MH
	j				-0,03		1,55	2,50	3,99	5,99	MH	
K125	i	75,50	111,32	S	-0,03	0,59	2,11	2,50	4,00	6,00	MH	MH
	j				-0,08		1,42	2,50	4,00	6,00	MH	
K126	i	153,67	111,32	G	0,15	1,21	2,05	1,93	2,98	4,85	BH	G
	j				0,00		3,73	2,07	3,14	5,14	İH	
K127	i	84,36	111,32	S	0,08	0,66	1,60	2,41	3,82	5,82	MH	BH
	j				-0,25		3,92	2,49	3,98	5,98	BH	
K128	i	75,36	111,32	S	0,25	0,59	3,15	2,25	3,50	5,50	BH	İH
	j				-0,08		4,51	2,50	4,00	6,00	İH	
K129	i	51,82	111,32	S	0,08	0,41	1,88	2,42	3,84	5,84	MH	BH
	j				-0,19		3,01	2,50	4,00	6,00	BH	
K130	i	59,26	111,32	S	0,19	0,47	3,84	2,31	3,61	5,61	İH	İH
	j				-0,08		5,75	2,50	4,00	6,00	İH	
K131	i	72,55	111,32	S	0,15	0,57	2,66	2,35	3,69	5,69	BH	İH
	j				-0,52		4,13	2,50	4,00	6,00	İH	
K132	i	695,94	111,32	G	0,07	5,47	1,11	1,93	2,93	4,85	MH	G
	j				0,36		0,75	1,64	2,64	4,27	MH	
K133	i	588,40	111,32	G	0,07	0,06	0,13	2,43	3,85	5,85	MH	G
	j				0,22		0,15	2,28	3,56	5,56	MH	
K134	i	265,72	111,32	G	0,07	0,25	0,13	2,43	3,85	5,85	MH	G
	j				0,22		0,12	2,28	3,56	5,56	MH	
K135	i	310,62	111,32	G	0,07	0,32	0,07	2,43	3,85	5,85	MH	G
	j				0,36		0,09	2,14	3,27	5,27	MH	
K136	i	589,42	111,32	G	0,15	0,32	0,09	2,35	3,71	5,71	MH	G
	j				0,29		0,10	2,21	3,42	5,42	MH	

Çizelge A.9 : 1. Kat kolonları (-X) deprem yönündeki hesap sonuçları

		V_e	V_r	$V_e \leq V_r$	$\frac{N_K}{A_C f_{cm}}$	$\frac{V_e}{b_w . d . f_{ctm}}$	r	MN	GV	GÇ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S101	i	304,31	486,33	S	0,96	0,94	1,20	1,00	1,00	1,00	GD	GD
	j	304,31	486,33		0,64	0,94	1,95	1,28	1,78	2,56	İH	
S102	i	0,00	171,85	S	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	MH	MH
	j	0,00	171,85		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	MH	
S103	i	122,08	203,84	S	-0,06	0,41	2,12	2,00	3,50	5,00	BH	BH
	j	122,08	203,84		-0,02	0,41	3,33	2,00	3,50	5,00	BH	
S104	i	100,27	203,84	S	0,00	0,34	0,00	2,00	3,50	5,00	MH	MH
	j	100,27	203,84		0,25	0,34	1,26	1,76	2,77	4,02	MH	
S105	i	0,00	171,85	S	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	MH	MH
	j	0,00	171,85		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	MH	
S106	i	195,18	486,33	S	-0,25	0,60	1,98	2,00	3,50	5,00	MH	İH
	j	195,18	486,33		0,03	0,60	3,71	2,00	3,50	5,00	İH	
S107	i	0,00	152,95	S	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	MH	MH
	j	0,00	152,95		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	MH	
S108	i	0,00	152,95	S	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	MH	MH
	j	0,00	152,95		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	MH	
S109	i	0,00	167,19	S	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	MH	MH
	j	0,00	167,19		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	MH	
S110	i	355,15	486,33	S	0,80	1,09	1,55	1,00	1,00	1,00	GD	GD
	j	355,15	486,33		0,68	1,09	2,01	1,16	1,66	2,32	İH	
S111	i	299,87	327,01	S	0,14	0,93	1,10	1,72	2,91	4,13	MH	BH
	j	299,87	327,01		0,20	0,93	1,83	1,61	2,63	3,74	BH	
S112	i	177,18	327,01	S	0,00	0,55	0,00	2,00	3,50	5,00	MH	MH
	j	177,18	327,01		0,44	0,55	1,42	1,50	2,00	3,00	MH	
S113	i	177,18	327,01	S	0,00	0,55	0,00	2,00	3,50	5,00	MH	BH
	j	177,18	327,01		0,44	0,55	1,79	1,50	2,00	3,00	BH	
S114	i	339,00	327,01	G	0,55	1,05	1,17	1,19	1,69	2,39	MH	G
	j	339,00	327,01		0,55	1,05	1,20	1,19	1,69	2,39	BH	
S115	i	339,00	327,01	G	0,55	1,05	1,36	1,19	1,69	2,39	BH	G
	j	339,00	327,01		0,55	1,05	1,20	1,19	1,69	2,39	BH	
S116	i	232,62	327,01	S	0,04	0,72	1,71	1,95	3,39	4,84	MH	MH
	j	232,62	327,01		0,05	0,72	1,85	1,95	3,39	4,84	MH	
S117	i	338,06	327,01	G	0,50	1,04	1,65	1,20	1,70	2,39	BH	G
	j	338,06	327,01		0,57	1,04	1,18	1,20	1,70	2,39	MH	
S118	i	240,62	327,01	S	0,09	0,74	2,27	1,93	3,36	4,78	BH	BH
	j	240,62	327,01		0,03	0,74	1,92	1,93	3,36	4,78	MH	
S119	i	39,46	152,95	S	0,61	0,14	1,11	1,50	2,00	3,00	MH	MH
	j	39,46	152,95		0,00	0,14	0,00	2,00	3,50	5,00	MH	

Çizelge A.9 (Devam) : 1. Kat kolonları (-X) deprem yönündeki hesap sonuçları

		V_e	V_r	$V_e \leq V_r$	$\frac{p-p'}{p_b}$	$\frac{V_e}{b_w.d.f_{cm}}$	r	MN	GV	GÇ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S120	i	72,31	152,95	S	0,15	0,26	1,20	1,92	3,27	4,69	MH	MH
	j	72,31	152,95		0,13	0,26	1,10	1,96	3,37	4,83	MH	
S121	i	248,38	486,33	S	0,42	0,76	1,84	1,41	1,91	2,82	BH	BH
	j	248,38	486,33		0,00	0,76	0,00	1,91	3,32	4,74	MH	
S122	i	436,26	486,33	S	0,23	1,34	1,98	1,29	2,08	2,87	BH	BH
	j	436,26	486,33		0,16	1,34	1,22	1,40	2,30	3,20	MH	
S123	i	250,26	486,33	S	0,38	0,77	2,35	1,45	2,01	2,96	İH	İH
	j	250,26	486,33		0,00	0,77	0,00	1,91	3,32	4,72	MH	
S124	i	235,02	486,33	S	0,26	0,72	2,43	1,67	2,60	3,77	BH	BH
	j	235,02	486,33		0,00	0,72	0,00	1,94	3,39	4,83	MH	
S125	i	85,96	152,95	S	0,53	0,31	1,47	1,50	2,00	3,00	MH	MH
	j	85,96	152,95		0,57	0,31	1,21	1,50	2,00	3,00	MH	
S126	i	77,09	152,95	S	0,61	0,28	1,71	1,50	2,00	3,00	BH	BH
	j	77,09	152,95		0,65	0,28	1,43	1,50	2,00	3,00	MH	
S127	i	78,54	152,95	S	0,19	0,29	1,61	1,85	3,04	4,39	MH	MH
	j	78,54	152,95		0,17	0,29	1,45	1,88	3,14	4,51	MH	
S128	i	225,97	327,01	S	0,20	0,70	3,16	1,79	2,93	4,23	İH	İH
	j	225,97	327,01		-0,07	0,70	1,19	1,96	3,43	4,89	MH	
S129	i	177,02	327,01	S	0,38	0,55	2,76	1,53	2,10	3,13	İH	İH
	j	177,02	327,01		0,00	0,55	0,00	2,00	3,50	5,00	MH	
S130	i	168,96	327,01	S	0,28	0,52	3,31	1,70	2,60	3,80	İH	İH
	j	168,96	327,01		0,00	0,52	0,00	2,00	3,50	5,00	MH	
S131	i	220,61	327,01	S	0,15	0,68	3,26	1,89	3,20	4,59	İH	İH
	j	220,61	327,01		-0,06	0,68	1,04	1,98	3,45	4,93	MH	
S132	i	175,71	327,01	S	0,35	0,54	3,20	1,58	2,24	3,32	İH	İH
	j	175,71	327,01		0,00	0,54	0,00	2,00	3,50	5,00	MH	
S133	i	175,71	327,01	S	0,35	0,54	3,71	1,58	2,24	3,32	GD	GD
	j	175,71	327,01		0,00	0,54	0,00	2,00	3,50	5,00	MH	
S134	i	175,71	327,01	S	0,35	0,54	3,43	1,58	2,24	3,32	GD	GD
	j	175,71	327,01		0,00	0,54	0,00	2,00	3,50	5,00	MH	
S135	i	0,00	171,85	S	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	MH	MH
	j	0,00	171,85		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	MH	
S136	i	66,75	152,95	S	0,11	0,24	2,17	1,98	3,44	4,92	BH	BH
	j	66,75	152,95		0,09	0,24	1,92	2,00	3,50	5,00	MH	
S137	i	88,77	152,95	S	0,32	0,32	1,70	1,64	2,41	3,55	BH	BH
	j	88,77	152,95		0,33	0,32	1,45	1,62	2,37	3,50	MH	
S138	i	0,00	167,19	S	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	MH	MH
	j	0,00	167,19		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	MH	
S139	i	214,76	327,01	S	0,35	0,66	3,73	1,57	2,23	3,30	GD	GD
	j	214,76	327,01		0,00	0,66	0,00	1,99	3,48	4,97	MH	

Çizelge A.9 (Devam) : 1. Kat kolonları (-X) deprem yönündeki hesap sonuçları

		V_e	V_r	$V_e \leq V_r$	$\frac{p-p'}{p_b}$	$\frac{V_e}{b_w.d.f_{cm}}$	r	MN	GV	GÇ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S140	i	72,44	152,95	S	0,15	0,26	2,36	1,92	3,25	4,66	BH	BH
	j	72,44	152,95		0,12	0,26	1,98	1,96	3,38	4,84	BH	
S141	i	172,98	203,84	S	0,11	0,58	5,43	1,99	3,46	4,95	GD	GD
	j	172,98	203,84		0,06	0,58	1,61	2,00	3,50	5,00	MH	
S142	i	94,64	203,84	S	0,14	0,32	4,95	1,94	3,32	4,76	GD	GD
	j	94,64	203,84		0,00	0,32	0,00	2,00	3,50	5,00	MH	
S143	i	90,77	152,95	S	0,38	0,33	1,98	1,54	2,11	3,15	BH	BH
	j	90,77	152,95		0,40	0,33	1,68	1,51	2,02	3,03	BH	
S144	i	175,71	327,01	S	0,35	0,54	3,98	1,58	2,24	3,32	GD	GD
	j	175,71	327,01		0,00	0,54	0,00	2,00	3,50	5,00	MH	

Çizelge A.10 : 1. Kat kolonları (-Y) deprem yönündeki hesap sonuçları

		V_e	V_r	$V_e \leq V_r$	$\frac{N_K}{A_C f_{cm}}$	$\frac{V_e}{b_w.d.f_{ctm}}$	r	MN	GV	GÇ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S101	i	53,80	171,85	S	0,01	0,18	1,84	2,00	3,50	5	MH	MH
	j	53,80	171,85		-0,04	0,18	1,50	2,00	3,50	5	MH	
S102	i	296,77	486,33	S	0,03	0,91	5,13	1,80	3,10	4,39	GD	GD
	j	296,77	486,33		-0,05	0,91	2,85	1,80	3,10	4,39	BH	
S103	i	185,55	486,33	S	0,19	0,57	5,43	1,86	3,07	4,42	GD	GD
	j	185,55	486,33		0,45	0,57	1,52	1,50	2,00	3,00	BH	
S104	i	195,11	486,33	S	0,14	0,60	5,95	1,93	3,30	4,74	GD	GD
	j	195,11	486,33		0,24	0,60	2,27	1,76	2,79	4,06	BH	
S105	i	89,36	486,33	S	0,39	0,27	17,93	1,51	2,04	3,05	GD	GD
	j	89,36	486,33		0,24	0,27	7,12	1,76	2,79	4,05	GD	
S106	i	91,94	171,85	S	0,39	0,31	1,12	1,51	2,04	3,05	MH	MH
	j	91,94	171,85		0,39	0,31	1,20	1,51	2,04	3,06	MH	
S107	i	105,42	293,47	S	0,34	0,36	10,89	1,59	2,28	3,37	GD	GD
	j	105,42	293,47		0,36	0,36	3,55	1,57	2,22	3,29	GD	
S108	i	105,42	293,47	S	0,34	0,36	10,62	1,59	2,28	3,37	GD	GD
	j	105,42	293,47		0,36	0,36	3,07	1,57	2,22	3,29	İH	
S109	i	105,42	327,01	S	0,31	0,33	15,76	1,65	2,45	3,60	GD	GD
	j	105,42	327,01		0,32	0,33	5,59	1,63	2,40	3,53	GD	
S110	i	91,94	171,85	S	0,39	0,31	1,91	1,51	2,04	3,05	BH	BH
	j	91,94	171,85		0,39	0,31	1,66	1,51	2,04	3,06	BH	
S111	i	105,42	167,19	S	0,31	0,35	2,38	1,65	2,45	3,60	BH	BH
	j	105,42	167,19		0,32	0,35	2,15	1,63	2,40	3,53	BH	
S112	i	99,48	167,19	S	0,25	0,33	2,53	1,75	2,75	4,00	BH	BH
	j	99,48	167,19		0,26	0,33	2,29	1,74	2,71	3,95	BH	

Çizelge A.10 (Devam) : 1. Kat kolonları (-Y) deprem yönündeki hesap sonuçları

		V_e	V_r	$V_e \leq V_r$	$\frac{p-p'}{p_b}$	$\frac{V_e}{b_w.d.f_{cm}}$	r	MN	GV	GÇ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S113	i	99,48	167,19	S	0,25	0,33	2,94	1,75	2,75	4,00	İH	İH
	j	99,48	167,19		0,26	0,33	2,54	1,74	2,71	3,95	BH	
S114	i	105,42	167,19	S	0,31	0,35	2,14	1,65	2,45	3,60	BH	BH
	j	105,42	167,19		0,32	0,35	1,89	1,63	2,40	3,53	BH	
S115	i	105,42	167,19	S	0,31	0,35	2,24	1,65	2,45	3,60	BH	BH
	j	105,42	167,19		0,32	0,35	1,80	1,63	2,40	3,53	BH	
S116	i	105,42	167,19	S	0,31	0,35	2,24	1,65	2,45	3,60	BH	BH
	j	105,42	167,19		0,32	0,35	1,98	1,63	2,40	3,53	BH	
S117	i	105,42	167,19	S	0,31	0,35	2,25	1,65	2,45	3,60	BH	BH
	j	105,42	167,19		0,32	0,35	1,84	1,63	2,40	3,53	BH	
S118	i	105,42	167,19	S	0,31	0,35	2,65	1,65	2,45	3,60	İH	İH
	j	105,42	167,19		0,32	0,35	2,23	1,63	2,40	3,53	BH	
S119	i	258,47	293,47	S	0,44	0,89	4,77	1,32	1,82	2,63	GD	GD
	j	258,47	293,47		0,65	0,89	1,50	1,32	1,82	2,63	BH	
S120	i	258,68	293,47	S	0,41	0,89	4,69	1,32	1,82	2,63	GD	GD
	j	258,68	293,47		0,65	0,89	1,49	1,32	1,82	2,63	BH	
S121	i	91,94	171,85	S	0,39	0,31	2,01	1,51	2,04	3,05	BH	BH
	j	91,94	171,85		0,39	0,31	1,84	1,51	2,04	3,06	BH	
S122	i	92,12	171,85	S	0,40	0,31	2,10	1,50	2,00	3,00	İH	İH
	j	92,12	171,85		0,40	0,31	1,92	1,50	2,00	3,00	BH	
S123	i	86,49	171,85	S	0,24	0,29	2,14	1,77	2,82	4,10	BH	BH
	j	86,49	171,85		0,22	0,29	1,97	1,80	2,90	4,20	BH	
S124	i	86,56	171,85	S	0,24	0,29	2,24	1,77	2,82	4,09	BH	BH
	j	86,56	171,85		0,22	0,29	2,06	1,80	2,89	4,19	BH	
S125	i	270,55	293,47	S	0,41	0,93	4,48	1,28	1,78	2,57	GD	GD
	j	270,55	293,47		0,62	0,93	1,02	1,28	1,78	2,57	MH	
S126	i	230,40	293,47	S	0,28	0,79	5,19	1,60	2,47	3,56	GD	GD
	j	230,40	293,47		0,06	0,79	1,63	1,89	3,28	4,67	MH	
S127	i	199,09	293,47	S	0,18	0,69	5,31	1,84	3,05	4,39	GD	GD
	j	199,09	293,47		0,00	0,69	2,04	1,97	3,45	4,92	BH	
S128	i	95,41	167,19	S	0,23	0,31	3,05	1,78	2,85	4,13	İH	İH
	j	95,41	167,19		0,20	0,31	2,70	1,83	2,98	4,30	BH	
S129	i	78,28	167,19	S	0,12	0,26	2,82	1,96	3,38	4,84	BH	BH
	j	78,28	167,19		0,11	0,26	2,60	1,99	3,47	4,96	BH	
S130	i	63,58	167,19	S	0,06	0,21	3,55	2,00	3,50	5,00	İH	İH
	j	63,58	167,19		0,03	0,21	3,21	2,00	3,50	5,00	BH	
S131	i	76,20	167,19	S	0,11	0,25	3,00	1,98	3,43	4,91	BH	BH
	j	76,20	167,19		0,09	0,25	2,77	2,00	3,50	5,00	BH	
S132	i	108,00	167,19	S	0,36	0,35	2,30	1,56	2,18	3,24	İH	İH
	j	108,00	167,19		0,37	0,35	2,02	1,55	2,16	3,21	BH	

Çizelge A.10 (Devam) : 1. Kat kolonları (-Y) deprem yönündeki hesap sonuçları

		V_e	V_r	$V_e \leq V_r$	$\frac{p-p'}{p_b}$	$\frac{V_e}{b_w.d.f_{cm}}$	r	MN	GV	GÇ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S133	i	108,00	167,19	S	0,36	0,35	2,73	1,56	2,18	3,24	İH	İH
	j	108,00	167,19		0,37	0,35	2,25	1,55	2,16	3,21	İH	
S134	i	108,00	167,19	S	0,36	0,35	2,36	1,56	2,18	3,24	İH	İH
	j	108,00	167,19		0,37	0,35	1,98	1,55	2,16	3,21	BH	
S135	i	45,94	486,33	S	0,39	0,14	23,48	1,51	2,04	3,05	GD	GD
	j	45,94	486,33		0,00	0,14	0,00	2,00	3,50	5,00	MH	
S136	i	257,23	293,47	S	0,38	0,89	3,97	1,36	1,92	2,78	GD	GD
	j	257,23	293,47		0,65	0,89	1,33	1,32	1,82	2,64	BH	
S137	i	262,28	293,47	S	0,35	0,90	3,97	1,38	2,00	2,88	GD	GD
	j	262,28	293,47		0,62	0,90	1,27	1,31	1,81	2,61	MH	
S138	i	295,16	327,01	S	0,21	0,91	4,79	1,61	2,60	3,71	GD	GD
	j	295,16	327,01		0,11	0,91	1,14	1,78	3,05	4,34	MH	
S139	i	124,89	167,19	S	0,50	0,41	1,74	1,50	2,00	3,00	BH	BH
	j	124,89	167,19		0,56	0,41	1,40	1,50	2,00	3,00	MH	
S140	i	233,24	293,47	S	0,43	0,80	3,93	1,38	1,88	2,76	GD	GD
	j	233,24	293,47		0,77	0,80	1,33	1,00	1,00	1,00	GD	
S141	i	168,34	486,33	S	0,22	0,52	6,06	1,79	2,88	4,18	GD	GD
	j	168,34	486,33		0,57	0,52	1,30	1,50	2,00	3,00	MH	
S142	i	140,56	486,33	S	0,23	0,43	5,07	1,79	2,86	4,15	GD	GD
	j	140,56	486,33		0,63	0,43	1,03	1,50	2,00	3,00	MH	
S143	i	240,94	293,47	S	0,44	0,83	4,19	1,36	1,86	2,72	GD	GD
	j	240,94	293,47		0,73	0,83	1,71	1,00	1,00	1,00	GD	
S144	i	108,00	167,19	S	0,36	0,35	2,16	1,56	2,18	3,24	BH	BH
	j	108,00	167,19		0,37	0,35	1,72	1,55	2,16	3,21	BH	

Çizelge A.11 : 2. Kat kolonları (- X) deprem yönündeki hesap sonuçları

		V_e	V_r	$V_e \leq V_r$	$\frac{N_K}{A_C f_{cm}}$	$\frac{V_e}{b_w.d.f_{ctm}}$	r	MN	GV	GÇ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S201	i	276,56	486,33	S	0,30	0,85	3,12	1,52	2,30	3,32	İH	İH
	j	276,56	486,33		0,00	0,85	0,00	1,85	3,19	4,54	MH	
S202	i	76,49	171,85	S	0,06	0,26	2,49	2,00	3,50	5,00	BH	BH
	j	76,49	171,85		0,05	0,26	2,53	2,00	3,50	5,00	BH	
S203	i	92,02	203,84	S	0,12	0,31	4,99	1,97	3,40	4,87	GD	GD
	j	92,02	203,84		0,00	0,31	0,00	2,00	3,50	5,00	MH	
S204	i	92,09	203,84	S	0,12	0,31	3,27	1,97	3,40	4,86	BH	BH
	j	92,09	203,84		0,00	0,31	0,00	2,00	3,50	5,00	MH	
S205	i	103,85	171,85	S	0,31	0,35	1,92	1,65	2,45	3,59	BH	BH
	j	103,85	171,85		0,30	0,35	1,97	1,67	2,50	3,66	BH	

Çizelge A.11 (Devam) : 2. Kat kolonları (- X) deprem yönündeki hesap sonuçları

		V_e	V_r	$V_e \leq V_r$	$\frac{p-p'}{p_b}$	$\frac{V_e}{b_w.d.f_{cm}}$	r	MN	GV	GÇ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S206	i	281,41	486,33	S	0,09	0,87	4,16	1,83	3,17	4,50	İH	İH
	j	281,41	486,33		-0,26	0,87	1,00	1,83	3,17	4,50	MH	
S207	i	65,96	152,95	S	0,10	0,24	3,01	2,00	3,49	4,98	BH	BH
	j	65,96	152,95		0,09	0,24	2,79	2,00	3,50	5,00	BH	
S208	i	99,48	152,95	S	0,26	0,36	2,46	1,73	2,68	3,90	BH	BH
	j	99,48	152,95		0,27	0,36	2,24	1,72	2,67	3,90	BH	
S209	i	105,04	167,19	S	0,19	0,35	2,61	1,85	3,05	4,40	BH	BH
	j	105,04	167,19		0,18	0,35	2,60	1,86	3,09	4,45	BH	
S210	i	381,37	486,33	S	0,49	1,17	2,86	1,10	1,60	2,20	GD	GD
	j	381,37	486,33		0,86	1,17	1,09	1,00	1,00	1,00	GD	
S211	i	329,13	327,01	G	0,19	1,02	2,97	1,57	2,58	3,65	İH	G
	j	329,13	327,01		0,09	1,02	1,06	1,72	2,94	4,15	MH	
S212	i	170,71	327,01	S	0,30	0,53	2,91	1,67	2,52	3,70	İH	İH
	j	170,71	327,01		0,00	0,53	0,00	2,00	3,50	5,00	MH	
S213	i	198,23	327,01	S	0,10	0,61	3,64	1,99	3,48	4,97	İH	İH
	j	198,23	327,01		-0,09	0,61	1,79	2,00	3,50	5,00	MH	
S214	i	203,10	327,01	S	0,34	0,63	2,46	1,60	2,30	3,40	İH	İH
	j	203,10	327,01		0,00	0,63	0,00	2,00	3,50	5,00	MH	
S215	i	319,44	327,01	S	0,23	0,99	3,33	1,52	2,44	3,46	İH	İH
	j	319,44	327,01		0,21	0,99	1,77	1,56	2,53	3,59	BH	
S216	i	264,55	327,01	S	0,10	0,82	3,04	1,87	3,24	4,61	BH	BH
	j	264,55	327,01		-0,02	0,82	1,51	1,87	3,24	4,61	MH	
S217	i	176,77	327,01	S	0,37	0,55	2,14	1,54	2,13	3,17	İH	İH
	j	176,77	327,01		0,00	0,55	0,00	2,00	3,50	5,00	MH	
S218	i	205,49	327,01	S	0,09	0,63	2,80	2,00	3,50	5,00	BH	BH
	j	205,49	327,01		-0,08	0,63	1,52	2,00	3,50	5,00	MH	
S219	i	90,85	152,95	S	0,39	0,33	2,30	1,52	2,06	3,08	İH	İH
	j	90,85	152,95		0,39	0,33	2,18	1,52	2,06	3,08	İH	
S220	i	79,29	152,95	S	0,19	0,29	2,83	1,85	3,06	4,41	BH	BH
	j	79,29	152,95		0,18	0,29	2,73	1,87	3,11	4,48	BH	
S221	i	249,70	486,33	S	0,35	0,77	2,04	1,50	2,16	3,15	BH	BH
	j	249,70	486,33		0,00	0,77	0,00	1,91	3,32	4,73	MH	
S222	i	216,79	486,33	S	0,19	0,67	2,06	1,84	3,04	4,38	BH	BH
	j	216,79	486,33		0,00	0,67	0,00	1,99	3,47	4,96	MH	
S223	i	247,86	486,33	S	0,34	0,76	1,64	1,51	2,18	3,19	BH	BH
	j	247,86	486,33		0,00	0,76	0,00	1,91	3,33	4,74	MH	
S224	i	205,53	486,33	S	0,12	0,63	1,70	1,97	3,42	4,89	MH	MH
	j	205,53	486,33		0,00	0,63	0,00	2,00	3,50	5,00	MH	
S225	i	90,24	152,95	S	0,37	0,33	2,46	1,55	2,14	3,19	İH	İH
	j	90,24	152,95		0,37	0,33	2,30	1,55	2,14	3,19	İH	

Çizelge A.11 (Devam) : 2. Kat kolonları (- X) deprem yönündeki hesap sonuçları

		V_e	V_r	$V_e \leq V_r$	$\frac{p-p'}{p_b}$	$\frac{V_e}{b_w.d.f_{cm}}$	r	MN	GV	GÇ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S226	i	91,33	152,95	S	0,44	0,33	2,27	1,50	2,00	3,00	İH	İH
	j	91,33	152,95		0,44	0,33	2,19	1,50	2,00	3,00	İH	
S227	i	79,25	152,95	S	0,19	0,29	2,83	1,85	3,04	4,39	BH	BH
	j	79,25	152,95		0,18	0,29	2,79	1,86	3,08	4,44	BH	
S228	i	229,25	327,01	S	0,09	0,71	2,04	1,96	3,41	4,87	BH	BH
	j	229,25	327,01		-0,01	0,71	1,41	1,96	3,41	4,87	MH	
S229	i	354,30	327,01	G	0,39	1,09	1,53	1,18	1,70	2,38	BH	G
	j	354,30	327,01		0,45	1,09	1,10	1,16	1,66	2,32	MH	
S230	i	334,51	327,01	G	0,27	1,03	2,33	1,42	2,23	3,16	İH	G
	j	334,51	327,01		0,27	1,03	1,91	1,43	2,24	3,17	BH	
S231	i	248,87	327,01	S	0,09	0,77	1,93	1,91	3,32	4,73	BH	BH
	j	248,87	327,01		0,05	0,77	1,53	1,91	3,32	4,73	MH	
S232	i	351,68	327,01	G	0,34	1,09	1,63	1,27	1,91	2,68	BH	G
	j	351,68	327,01		0,37	1,09	1,22	1,22	1,79	2,50	MH	
S233	i	219,56	327,01	S	0,05	0,68	2,22	1,98	3,46	4,93	BH	BH
	j	219,56	327,01		0,00	0,68	1,86	1,98	3,46	4,93	MH	
S234	i	175,05	327,01	S	0,34	0,54	1,37	1,60	2,30	3,39	MH	MH
	j	175,05	327,01		0,00	0,54	0,00	2,00	3,50	5,00	MH	
S235	i	92,21	171,85	S	0,41	0,31	2,35	1,50	2,00	3,00	İH	İH
	j	92,21	171,85		0,40	0,31	2,36	1,50	2,01	3,01	İH	
S236	i	69,99	152,95	S	0,12	0,26	3,31	1,97	3,42	4,90	MH	MH
	j	69,99	152,95		0,12	0,26	3,17	1,96	3,38	4,84	MH	
S237	i	84,05	152,95	S	0,24	0,31	2,59	1,77	2,82	4,09	BH	BH
	j	84,05	152,95		0,23	0,31	2,55	1,78	2,85	4,14	BH	
S238	i	95,80	167,19	S	0,22	0,31	2,71	1,80	2,89	4,18	BH	BH
	j	95,80	167,19		0,22	0,31	2,78	1,81	2,92	4,23	BH	
S239	i	175,71	327,01	S	0,35	0,54	1,40	1,58	2,24	3,32	MH	MH
	j	175,71	327,01		0,00	0,54	0,00	2,00	3,50	5,00	MH	
S240	i	86,54	152,95	S	0,28	0,32	2,46	1,71	2,62	3,82	BH	BH
	j	86,54	152,95		0,27	0,32	2,37	1,71	2,64	3,85	BH	
S241	i	164,68	203,84	S	0,06	0,55	2,27	2,00	3,50	5,00	BH	BH
	j	164,68	203,84		0,05	0,55	1,93	2,00	3,50	5,00	MH	
S242	i	187,19	203,84	S	0,13	0,63	1,97	1,95	3,36	4,82	BH	BH
	j	187,19	203,84		0,13	0,63	1,40	1,94	3,33	4,78	MH	
S243	i	87,92	152,95	S	0,28	0,32	2,73	1,70	2,60	3,80	İH	İH
	j	87,92	152,95		0,28	0,32	2,45	1,70	2,59	3,78	BH	
S244	i	210,86	327,01	S	0,04	0,65	2,23	2,00	3,50	5,00	BH	BH
	j	210,86	327,01		-0,01	0,65	1,73	2,00	3,50	5,00	MH	

Çizelge A.12 : 2. Kat kolonları (- Y) deprem yönündeki hesap sonuçlar

		V_e	V_r	$V_e \leq V_r$	$\frac{N_K}{A_C f_{cm}}$	$\frac{V_e}{b_w . d . f_{ctm}}$	r	MN	GV	GÇ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S201	i	83,70	171,85	S	0,09	0,28	2,02	2,00	3,50	5	BH	BH
	j	83,70	171,85		0,09	0,28	2,08	2,00	3,50	5	BH	
S202	i	299,16	486,33	S	-0,01	0,92	4,03	1,79	3,08	4,38	İH	İH
	j	299,16	486,33		-0,10	0,92	2,83	1,79	3,08	4,38	BH	
S203	i	89,10	486,33	S	-0,06	0,27	3,26	2,00	3,50	5,00	BH	BH
	j	89,10	486,33		-0,14	0,27	2,25	2,00	3,50	5,00	BH	
S204	i	107,49	486,33	S	-0,04	0,33	3,28	2,00	3,50	5,00	BH	BH
	j	107,49	486,33		-0,09	0,33	2,53	2,00	3,50	5,00	BH	
S205	i	296,71	486,33	S	-0,01	0,91	4,24	1,80	3,10	4,39	İH	İH
	j	296,71	486,33		-0,10	0,91	2,91	1,80	3,10	4,39	BH	
S206	i	90,42	171,85	S	0,15	0,30	1,88	1,91	3,23	4,65	MH	MH
	j	90,42	171,85		0,12	0,30	1,24	1,97	3,40	4,87	MH	
S207	i	208,47	293,47	S	0,10	0,72	2,79	1,94	3,37	4,81	BH	BH
	j	208,47	293,47		0,08	0,72	2,27	1,95	3,40	4,84	BH	
S208	i	232,64	293,47	S	0,09	0,80	2,94	1,88	3,27	4,65	BH	BH
	j	232,64	293,47		0,06	0,80	2,43	1,88	3,27	4,65	BH	
S209	i	375,95	327,01	G	0,23	1,16	2,64	1,40	2,25	3,14	İH	G
	j	375,95	327,01		0,25	1,16	1,42	1,36	2,18	3,04	BH	
S210	i	89,33	171,85	S	0,23	0,30	2,81	1,78	2,85	4,14	BH	İH
	j	89,33	171,85		0,39	0,30	2,61	1,51	2,04	3,06	İH	
S211	i	115,41	167,19	S	0,25	0,38	3,65	1,74	2,73	3,97	İH	İH
	j	115,41	167,19		0,25	0,38	3,63	1,75	2,76	4,02	İH	
S212	i	94,80	167,19	S	0,21	0,31	4,07	1,81	2,94	4,25	İH	İH
	j	94,80	167,19		0,21	0,31	4,07	1,82	2,97	4,30	İH	
S213	i	96,34	167,19	S	0,23	0,32	4,09	1,78	2,85	4,13	İH	İH
	j	96,34	167,19		0,22	0,32	3,72	1,80	2,91	4,22	İH	
S214	i	119,66	167,19	S	0,29	0,39	3,16	1,68	2,55	3,73	İH	İH
	j	119,66	167,19		0,28	0,39	3,11	1,69	2,58	3,77	İH	
S215	i	107,74	167,19	S	0,47	0,35	2,90	1,50	2,00	3,00	MH	MH
	j	107,74	167,19		0,47	0,35	2,84	1,50	2,00	3,00	MH	
S216	i	120,92	167,19	S	0,30	0,40	3,36	1,66	2,49	3,66	İH	İH
	j	120,92	167,19		0,30	0,40	3,28	1,67	2,52	3,69	İH	
S217	i	93,19	167,19	S	0,20	0,31	3,27	1,83	2,98	4,30	İH	İH
	j	93,19	167,19		0,20	0,31	3,26	1,84	3,01	4,35	İH	
S218	i	108,51	167,19	S	0,37	0,36	3,41	1,55	2,14	3,18	GD	GD
	j	108,51	167,19		0,37	0,36	3,16	1,55	2,14	3,18	İH	
S219	i	280,88	293,47	S	0,43	0,97	2,19	1,26	1,76	2,51	İH	İH
	j	280,88	293,47		0,46	0,97	1,70	1,26	1,76	2,51	BH	
S220	i	281,61	293,47	S	0,41	0,97	2,37	1,25	1,75	2,51	İH	İH
	j	281,61	293,47		0,45	0,97	1,77	1,25	1,75	2,51	İH	

Çizelge A.12 (Devam) : 2. Kat kolonları (- Y) deprem yönündeki hesap sonuçlar

		V_e	V_r	$V_e \leq V_r$	$\frac{p-p'}{p_b}$	$\frac{V_e}{b_w.d.f_{cm}}$	r	MN	GV	GÇ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S221	i	90,89	171,85	S	0,31	0,30	3,08	1,65	2,45	3,61	İH	İH
	j	90,89	171,85		0,39	0,30	2,98	1,51	2,04	3,06	İH	
S222	i	92,12	171,85	S	0,40	0,31	3,19	1,50	2,00	3,00	GD	GD
	j	92,12	171,85		0,40	0,31	3,15	1,50	2,00	3,00	GD	
S223	i	85,41	171,85	S	0,21	0,29	3,25	1,82	2,96	4,28	İH	İH
	j	85,41	171,85		0,20	0,29	3,22	1,83	3,00	4,33	İH	
S224	i	85,46	171,85	S	0,21	0,29	3,43	1,82	2,96	4,27	İH	İH
	j	85,46	171,85		0,20	0,29	3,41	1,83	2,99	4,32	İH	
S225	i	282,10	293,47	S	0,41	0,97	1,65	1,25	1,75	2,51	BH	BH
	j	282,10	293,47		0,44	0,97	1,26	1,25	1,75	2,51	BH	
S226	i	226,47	293,47	S	0,16	0,78	2,50	1,80	3,03	4,34	BH	BH
	j	226,47	293,47		0,12	0,78	2,09	1,86	3,20	4,56	BH	
S227	i	204,50	293,47	S	0,10	0,70	3,11	1,96	3,41	4,86	BH	BH
	j	204,50	293,47		0,07	0,70	2,60	1,96	3,42	4,88	BH	
S228	i	92,74	167,19	S	0,20	0,30	4,20	1,83	2,98	4,31	İH	İH
	j	92,74	167,19		0,19	0,30	3,89	1,85	3,05	4,41	İH	
S229	i	81,88	167,19	S	0,14	0,27	3,94	1,94	3,32	4,76	İH	İH
	j	81,88	167,19		0,13	0,27	3,96	1,95	3,35	4,80	İH	
S230	i	73,62	167,19	S	0,09	0,24	4,20	2,00	3,50	5,00	İH	İH
	j	73,62	167,19		0,09	0,24	4,22	2,00	3,50	5,00	İH	
S231	i	80,82	167,19	S	0,13	0,27	4,25	1,95	3,35	4,80	İH	İH
	j	80,82	167,19		0,12	0,27	4,28	1,96	3,38	4,84	İH	
S232	i	101,08	167,19	S	0,27	0,33	3,57	1,72	2,66	3,88	İH	İH
	j	101,08	167,19		0,26	0,33	3,57	1,73	2,70	3,93	İH	
S233	i	108,75	167,19	S	0,39	0,36	3,52	1,52	2,07	3,09	GD	GD
	j	108,75	167,19		0,39	0,36	3,28	1,52	2,07	3,10	GD	
S234	i	106,13	167,19	S	0,32	0,35	3,22	1,63	2,40	3,54	İH	İH
	j	106,13	167,19		0,31	0,35	3,19	1,65	2,44	3,58	İH	
S235	i	187,93	486,33	S	0,08	0,58	1,38	2,00	3,50	5,00	MH	MH
	j	187,93	486,33		0,00	0,58	0,00	2,00	3,50	5,00	MH	
S236	i	282,23	293,47	S	0,39	0,97	1,99	1,27	1,79	2,55	İH	İH
	j	282,23	293,47		0,43	0,97	1,62	1,25	1,75	2,51	BH	
S237	i	281,51	293,47	S	0,35	0,97	2,20	1,33	1,94	2,77	İH	İH
	j	281,51	293,47		0,39	0,97	1,73	1,27	1,78	2,55	BH	
S238	i	276,58	327,01	S	0,12	0,85	2,86	1,82	3,11	4,43	BH	BH
	j	276,58	327,01		0,11	0,85	2,99	1,82	3,13	4,45	BH	
S239	i	107,50	167,19	S	0,35	0,35	1,78	1,58	2,25	3,33	MH	MH
	j	107,50	167,19		0,35	0,35	1,75	1,58	2,23	3,30	MH	

Çizelge A.12 (Devam) : 2. Kat kolonları (- Y) deprem yönündeki hesap sonuçlar

		V_e	V_r	$V_e \leq V_r$	$\frac{p-p'}{p_b}$	$\frac{V_e}{b_w.d.f_{cm}}$	r	MN	GV	GÇ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S240	i	261,34	293,47	S	0,60	0,90	1,60	1,31	1,81	2,62	MH	MH
	j	261,34	293,47		0,54	0,90	1,14	1,31	1,81	2,62	MH	
S241	i	99,78	486,33	S	0,63	0,31	1,02	1,50	2,00	3,00	MH	MH
	j	99,78	486,33		0,61	0,31	1,04	1,50	2,00	3,00	MH	
S242	i	0,00	486,33	S	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	MH	MH
	j	0,00	486,33		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	MH	
S243	i	276,57	293,47	S	0,48	0,95	2,38	1,27	1,77	2,54	İH	İH
	j	276,57	293,47		0,54	0,95	1,96	1,27	1,77	2,54	İH	
S244	i	103,33	167,19	S	0,26	0,34	2,32	1,73	2,70	3,93	BH	BH
	j	103,33	167,19		0,31	0,34	1,20	1,66	2,47	3,63	MH	

EK B

Çizelge B.1 : Kolonların RBTE(2013)'e göre -X deprem etkisi altındaki risk değerlendirmesi sonuçları

		V_e/V_r	Sınıf	$N_K / (f_{cm}A_c)$	$A_{sh} / (s.b_k)$	$m_{sınır}$	$\delta_{sınır}$	m	δ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S201	**i**	1,089	B	0,235	0,001	2,084	0,011	4,150	0,01186	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	1,089	B	0,228	0,001	2,101	0,011	0,640	0,01186	RİSKLİ	
S202	**i**	0,471	B	0,138	0,004	3,547	0,020	1,934	0,01207	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,471	B	0,131	0,004	3,573	0,020	1,690	0,01207	Risk Yok	
S203	**i**	1,015	B	0,107	0,007	4,966	0,030	5,091	0,01212	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	1,015	B	0,100	0,007	5,000	0,030	0,763	0,01212	Risk Yok	
S204	**i**	1,024	B	0,112	0,007	4,942	0,029	5,616	0,01227	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	1,024	B	0,104	0,007	4,978	0,030	1,135	0,01227	Risk Yok	
S205	**i**	0,581	B	0,223	0,004	3,232	0,018	1,755	0,01222	Risk Yok	Risk Yok
	j	0,581	B	0,216	0,004	3,258	0,018	1,547	0,01222	Risk Yok	
S206	**i**	0,983	B	0,145	0,001	2,301	0,012	4,649	0,01230	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,983	B	0,138	0,001	2,318	0,012	0,609	0,01230	RİSKLİ	
S207	**i**	0,561	B	0,151	0,002	2,580	0,014	2,402	0,01014	Risk Yok	Risk Yok
	j	0,561	B	0,144	0,002	2,600	0,014	2,171	0,01014	Risk Yok	
S208	**i**	0,611	B	0,204	0,002	2,436	0,013	2,260	0,01014	Risk Yok	Risk Yok
	j	0,611	B	0,197	0,002	2,455	0,013	2,048	0,01014	Risk Yok	
S209	**i**	0,614	B	0,174	0,002	2,517	0,013	2,106	0,01014	Risk Yok	Risk Yok
	j	0,614	B	0,167	0,002	2,537	0,014	1,982	0,01014	Risk Yok	
S210	**i**	1,089	B	0,235	0,001	2,084	0,011	4,186	0,00953	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	1,089	B	0,228	0,001	2,101	0,011	0,702	0,00953	Risk Yok	
S211	**i**	0,673	B	0,232	0,001	1,952	0,010	1,953	0,00953	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,673	B	0,225	0,001	1,968	0,010	0,652	0,00953	Risk Yok	
S212	**i**	0,795	B	0,242	0,001	1,930	0,010	1,978	0,00953	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,795	B	0,235	0,001	1,947	0,010	0,658	0,00953	Risk Yok	
S213	**i**	0,673	B	0,209	0,001	2,004	0,010	1,974	0,00953	Risk Yok	Risk Yok
	j	0,673	B	0,202	0,001	2,020	0,010	0,589	0,00953	Risk Yok	
S214	**i**	0,734	B	0,243	0,001	1,927	0,010	1,817	0,00923	Risk Yok	Risk Yok
	j	0,734	B	0,236	0,001	1,943	0,010	0,673	0,00923	Risk Yok	
S215	**i**	0,979	B	0,241	0,001	1,933	0,010	2,182	0,00923	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,979	B	0,234	0,001	1,949	0,010	1,242	0,00923	Risk Yok	
S216	**i**	0,657	B	0,173	0,001	2,084	0,011	1,886	0,00923	Risk Yok	Risk Yok
	j	0,657	B	0,166	0,001	2,100	0,011	0,725	0,00923	Risk Yok	
S217	**i**	0,602	B	0,286	0,001	1,831	0,009	1,406	0,00930	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,602	B	0,278	0,001	1,849	0,009	0,583	0,00930	Risk Yok	
S218	**i**	0,550	B	0,205	0,001	2,012	0,010	1,482	0,00930	Risk Yok	Risk Yok
	j	0,550	B	0,198	0,001	2,028	0,010	0,619	0,00930	Risk Yok	
S219	**i**	0,582	B	0,319	0,002	2,123	0,011	2,027	0,00930	Risk Yok	Risk Yok
	j	0,582	B	0,312	0,002	2,143	0,011	1,925	0,00930	Risk Yok	

Çizelge B.1 (Devam) : Kolonların RBTE(2013)'e göre -X deprem etkisi altındaki risk değerlendirmesi sonuçları

		V_e/V_r	Sınıf	$N_K / (f_{cm}A_c)$	$A_{sh} / (s.b_k)$	$m_{sınır}$	$\delta_{sınır}$	m	δ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S220	**i**	0,626	B	0,223	0,002	2,385	0,013	2,095	0,00930	Risk Yok	Risk Yok
	j	0,626	B	0,216	0,002	2,404	0,013	2,006	0,00930	Risk Yok	
S221	**i**	0,596	B	0,286	0,001	1,960	0,010	1,402	0,00951	Risk Yok	Risk Yok
	j	0,596	B	0,278	0,001	1,980	0,010	0,717	0,00951	Risk Yok	
S222	**i**	0,415	B	0,257	0,001	2,030	0,010	1,266	0,00951	Risk Yok	Risk Yok
	j	0,415	B	0,254	0,001	2,037	0,010	0,578	0,00951	Risk Yok	
S223	**i**	0,549	B	0,278	0,001	1,980	0,010	1,182	0,01038	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,549	B	0,269	0,001	2,001	0,010	0,767	0,01038	RİSKLİ	
S224	**i**	0,395	B	0,253	0,001	2,040	0,010	1,059	0,01038	Risk Yok	Risk Yok
	j	0,395	B	0,249	0,001	2,050	0,011	0,651	0,01038	Risk Yok	
S225	**i**	0,666	B	0,307	0,002	2,155	0,011	1,927	0,01087	Risk Yok	Risk Yok
	j	0,666	B	0,300	0,002	2,174	0,011	1,830	0,01087	Risk Yok	
S226	**i**	0,680	B	0,346	0,002	2,051	0,010	2,175	0,01087	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,680	B	0,339	0,002	2,070	0,010	2,115	0,01087	RİSKLİ	
S227	**i**	0,622	B	0,218	0,002	2,398	0,013	2,338	0,01087	Risk Yok	Risk Yok
	j	0,622	B	0,211	0,002	2,417	0,013	2,284	0,01087	Risk Yok	
S228	**i**	0,575	B	0,230	0,001	1,957	0,010	1,168	0,01087	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,575	B	0,223	0,001	1,973	0,010	0,839	0,01087	RİSKLİ	
S229	**i**	0,765	B	0,245	0,001	1,923	0,010	0,829	0,01191	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,765	B	0,238	0,001	1,939	0,010	1,183	0,01191	RİSKLİ	
S230	**i**	1,098	B	0,343	0,001	1,703	0,009	1,877	0,01191	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	1,098	B	0,336	0,001	1,719	0,009	1,677	0,01191	RİSKLİ	
S231	**i**	0,682	B	0,178	0,001	2,073	0,011	1,424	0,01191	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,682	B	0,169	0,001	2,093	0,011	1,220	0,01191	RİSKLİ	
S232	**i**	0,835	B	0,248	0,001	1,917	0,010	1,475	0,01271	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,835	B	0,240	0,001	1,933	0,010	1,318	0,01271	RİSKLİ	
S233	**i**	0,709	B	0,232	0,001	1,953	0,010	1,299	0,01271	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,709	B	0,225	0,001	1,969	0,010	1,162	0,01271	RİSKLİ	
S234	**i**	0,627	B	0,291	0,001	1,820	0,009	1,178	0,01302	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,627	B	0,284	0,001	1,836	0,009	1,087	0,01302	RİSKLİ	
S235	**i**	0,582	B	0,311	0,004	2,909	0,015	1,761	0,01302	Risk Yok	Risk Yok
	j	0,582	B	0,304	0,004	2,936	0,015	1,787	0,01302	Risk Yok	
S236	**i**	0,581	B	0,165	0,002	2,542	0,014	2,878	0,01387	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,581	B	0,158	0,002	2,561	0,014	2,825	0,01387	RİSKLİ	
S237	**i**	0,616	B	0,209	0,002	2,421	0,013	2,775	0,01387	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,616	B	0,202	0,002	2,441	0,013	2,731	0,01387	RİSKLİ	
S238	**i**	0,651	B	0,210	0,002	2,420	0,013	2,623	0,01387	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,651	B	0,203	0,002	2,440	0,013	2,588	0,01387	RİSKLİ	
S239	**i**	0,720	B	0,210	0,001	2,001	0,010	1,438	0,01659	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,720	B	0,203	0,001	2,017	0,010	1,156	0,01659	RİSKLİ	

Çizelge B.1 (Devam) : Kolonların RBTE(2013)'e göre -X deprem etkisi altındaki risk değerlendirmesi sonuçları

		V_e/V_r	Sınıf	$N_K/(f_{cm}A_c)$	$A_{sh}/(s.b_k)$	$m_{sınır}$	$\delta_{sınır}$	m	δ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S240	**i**	0,586	B	0,176	0,002	2,513	0,013	2,846	0,01658	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,586	B	0,169	0,002	2,532	0,014	2,751	0,01658	RİSKLİ	
S241	**i**	0,986	B	0,090	0,007	5,000	0,030	2,183	0,01621	Risk Yok	Risk Yok
	j	0,986	B	0,083	0,007	5,000	0,030	1,953	0,01621	Risk Yok	
S242	**i**	0,883	B	0,116	0,007	4,921	0,029	1,873	0,01622	Risk Yok	Risk Yok
	j	0,883	B	0,109	0,007	4,956	0,030	1,652	0,01622	Risk Yok	
S243	**i**	0,635	B	0,234	0,002	2,353	0,012	2,824	0,01626	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,635	B	0,227	0,002	2,373	0,012	2,724	0,01626	RİSKLİ	
S244	**i**	0,700	B	0,144	0,001	2,151	0,011	1,593	0,01623	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,700	B	0,138	0,001	2,163	0,011	1,295	0,01623	RİSKLİ	

Çizelge B.2 : Kolonların RBTE(2013)'e göre +Y deprem etkisi altındaki risk değerlendirmesi sonuçları

		V_e/V_r	Sınıf	$N_K/(f_{cm}A_c)$	$A_{sh}/(s.b_k)$	$m_{sınır}$	$\delta_{sınır}$	m	δ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S201	**i**	0,581	B	0,223	0,004	3,232	0,018	2,590	0,01521	Risk Yok	Risk Yok
	j	0,581	B	0,216	0,004	3,258	0,018	0,659	0,01521	Risk Yok	
S202	**i**	0,957	B	0,287	0,001	1,959	0,010	2,005	0,01576	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,957	B	0,280	0,001	1,976	0,010	1,423	0,01576	RİSKLİ	
S203	**i**	0,461	B	0,153	0,001	2,280	0,012	3,337	0,01614	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,461	B	0,146	0,001	2,298	0,012	2,003	0,01614	RİSKLİ	
S204	**i**	0,462	B	0,156	0,001	2,274	0,012	3,147	0,01657	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,462	B	0,149	0,001	2,291	0,012	1,941	0,01657	RİSKLİ	
S205	**i**	1,131	C	0,279	-	1,000	0,005	2,387	0,01703	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	1,131	C	0,272	-	1,000	0,005	1,568	0,01703	RİSKLİ	
S206	**i**	0,578	B	0,213	0,004	3,271	0,018	0,944	0,01764	Risk Yok	Risk Yok
	j	0,578	B	0,206	0,004	3,297	0,018	0,875	0,01764	Risk Yok	
S207	**i**	0,960	B	0,227	0,001	2,017	0,010	1,988	0,01592	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,960	B	0,220	0,001	2,033	0,010	1,814	0,01592	RİSKLİ	
S208	**i**	1,009	B	0,235	0,001	1,999	0,010	2,117	0,01682	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	1,009	B	0,228	0,001	2,015	0,010	1,890	0,01682	RİSKLİ	
S209	**i**	0,951	B	0,225	0,001	1,967	0,010	1,753	0,01635	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,951	B	0,218	0,001	1,983	0,010	1,576	0,01635	RİSKLİ	
S210	**i**	0,481	B	0,223	0,004	3,232	0,018	1,529	0,01521	Risk Yok	Risk Yok
	j	0,481	B	0,216	0,004	3,258	0,018	1,600	0,01521	Risk Yok	
S211	**i**	0,683	B	0,246	0,002	2,322	0,012	2,918	0,01575	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,683	B	0,239	0,002	2,342	0,012	2,863	0,01575	RİSKLİ	
S212	**i**	0,668	B	0,226	0,002	2,376	0,012	3,243	0,01703	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,668	B	0,219	0,002	2,395	0,013	3,192	0,01703	RİSKLİ	

Çizelge B.2 (Devam) : Kolonların RBTE(2013)'e göre +Y deprem etkisi altındaki risk değerlendirmesi sonuçları

		V_e/V_r	Sınıf	$N_K / (f_{cm}A_c)$	$A_{sh} / (s.b_k)$	$m_{sınır}$	$\delta_{sınır}$	m	δ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S213	**i**	0,734	B	0,326	0,002	2,105	0,011	2,465	0,01764	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,734	B	0,319	0,002	2,125	0,011	2,374	0,01764	RİSKLİ	
S214	**i**	0,611	B	0,172	0,002	2,523	0,013	3,106	0,01592	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,611	B	0,165	0,002	2,543	0,014	3,062	0,01592	RİSKLİ	
S215	**i**	0,600	B	0,162	0,002	2,550	0,014	2,767	0,01635	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,600	B	0,155	0,002	2,570	0,014	2,713	0,01635	RİSKLİ	
S216	**i**	0,611	B	0,172	0,002	2,524	0,013	3,283	0,01683	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,611	B	0,165	0,002	2,544	0,014	3,234	0,01683	RİSKLİ	
S217	**i**	0,699	B	0,266	0,002	2,268	0,012	2,338	0,01522	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,699	B	0,259	0,002	2,287	0,012	2,335	0,01522	RİSKLİ	
S218	**i**	0,671	B	0,227	0,002	2,373	0,012	2,646	0,01764	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,671	B	0,220	0,002	2,392	0,013	2,584	0,01764	RİSKLİ	
S219	**i**	0,944	B	0,232	0,001	2,006	0,010	1,968	0,01575	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,944	B	0,225	0,001	2,022	0,010	1,812	0,01575	RİSKLİ	
S220	**i**	0,962	B	0,193	0,001	2,096	0,011	2,264	0,01703	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,962	B	0,186	0,001	2,113	0,011	2,020	0,01703	RİSKLİ	
S221	**i**	0,590	B	0,253	0,004	3,122	0,017	2,326	0,01592	Risk Yok	Risk Yok
	j	0,590	B	0,246	0,004	3,149	0,017	2,345	0,01592	Risk Yok	
S222	**i**	0,591	B	0,254	0,004	3,117	0,017	2,479	0,01682	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,591	B	0,247	0,004	3,143	0,017	2,492	0,01682	Güvenli	
S223	**i**	0,599	B	0,282	0,004	3,017	0,016	2,302	0,01592	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,599	B	0,274	0,004	3,043	0,016	2,323	0,01592	Güvenli	
S224	**i**	0,600	B	0,284	0,004	3,009	0,016	2,432	0,01682	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,600	B	0,277	0,004	3,035	0,016	2,446	0,01682	RİSKLİ	
S225	**i**	0,692	B	0,233	0,001	2,002	0,010	1,463	0,01522	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,692	B	0,226	0,001	2,019	0,010	1,364	0,01522	RİSKLİ	
S226	**i**	0,937	B	0,350	0,001	1,732	0,009	1,774	0,01575	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,937	B	0,343	0,001	1,749	0,009	1,627	0,01575	RİSKLİ	
S227	**i**	1,060	B	0,305	0,001	1,837	0,009	2,099	0,01703	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	1,060	B	0,298	0,001	1,854	0,009	1,870	0,01703	RİSKLİ	
S228	**i**	0,744	B	0,350	0,002	2,038	0,010	2,434	0,01764	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,744	B	0,343	0,002	2,058	0,010	2,345	0,01764	RİSKLİ	
S229	**i**	0,680	B	0,242	0,002	2,332	0,012	2,713	0,1592	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,680	B	0,235	0,002	2,351	0,012	2,670	0,1592	RİSKLİ	
S230	**i**	0,611	B	0,162	0,002	2,551	0,014	2,785	0,01635	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,611	B	0,154	0,002	2,571	0,014	2,737	0,01635	RİSKLİ	
S231	**i**	0,685	B	0,247	0,002	2,319	0,012	2,886	0,1683	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,685	B	0,240	0,002	2,338	0,012	2,893	0,1683	RİSKLİ	
S232	**i**	0,643	B	0,199	0,002	2,451	0,013	3,193	0,01702	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,643	B	0,192	0,002	2,470	0,013	3,183	0,01702	RİSKLİ	
S233	**i**	0,696	B	0,260	0,002	2,283	0,012	2,607	0,01764	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,696	B	0,253	0,002	2,303	0,012	2,545	0,01764	RİSKLİ	

Çizelge B.2 (Devam) : Kolonların RBTE(2013)'e göre +Y deprem etkisi altındaki risk değerlendirmesi sonuçları

		V_e/V_r	Sınıf	$N_K / (f_{cm}A_c)$	$A_{sh} / (s.b_k)$	$m_{sınır}$	$\delta_{sınır}$	m	δ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S234	**i**	0,690	B	0,253	0,002	2,302	0,012	2,580	0,01575	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,690	B	0,246	0,002	2,321	0,012	2,597	0,01575	RİSKLİ	
S235	**i**	0,504	B	0,282	0,001	1,969	0,010	0,922	0,01524	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,504	B	0,275	0,001	1,986	0,010	0,841	0,01524	RİSKLİ	
S236	**i**	0,879	B	0,132	0,001	2,238	0,012	2,195	0,1592	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,879	B	0,125	0,001	2,254	0,012	2,004	0,1592	RİSKLİ	
S237	**i**	0,873	B	0,127	0,001	2,248	0,012	2,413	0,01682	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,873	B	0,120	0,001	2,265	0,012	2,157	0,01682	RİSKLİ	
S238	**i**	1,159	C	0,246	-	1,000	0,005	2,879	0,01635	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	1,159	C	0,239	-	1,000	0,005	2,648	0,01635	RİSKLİ	
S239	**i**	0,547	B	0,121	0,002	2,662	0,014	2,158	0,01524	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,547	B	0,114	0,002	2,682	0,015	2,117	0,01524	RİSKLİ	
S240	**i**	0,651	B	0,132	0,001	2,237	0,012	1,616	0,01575	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,651	B	0,125	0,001	2,254	0,012	1,490	0,01575	RİSKLİ	
S241	**i**	0,466	B	0,178	0,001	2,220	0,012	2,394	0,01618	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,466	B	0,171	0,001	2,237	0,012	2,616	0,01618	RİSKLİ	
S242	**i**	0,329	B	0,169	0,001	2,243	0,012	1,429	0,016535	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,329	B	0,162	0,001	2,260	0,012	1,297	0,016535	RİSKLİ	
S243	**i**	0,833	B	0,098	0,001	2,311	0,012	2,575	0,01702	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,833	B	0,091	0,001	2,311	0,012	2,316	0,01702	RİSKLİ	
S244	**i**	0,401	B	0,184	0,002	2,490	0,013	0,835	0,01764	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,401	B	0,177	0,002	2,510	0,013	0,776	0,01764	RİSKLİ	

Çizelge B.3 : Kolonların RBTE(2013)'e göre +Y deprem etkisi altındaki risk değerlendirmesi sonuçları

		V_e/V_r	Sınıf	$N_K / (f_{cm}A_c)$	$A_{sh} / (s.b_k)$	$m_{sınır}$	$\delta_{sınır}$	m	δ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S201	**i**	0,549	B	0,164	0,004	3,452	0,019	2,531	0,01521	Risk Yok	Risk Yok
	j	0,549	B	0,156	0,004	3,478	0,020	0,354	0,01521	Risk Yok	
S202	**i**	0,868	B	0,088	0,001	2,409	0,013	2,417	0,01576	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,868	B	0,081	0,001	2,409	0,013	1,720	0,01576	RİSKLİ	
S203	**i**	0,403	B	0,077	0,001	2,409	0,013	3,679	0,01614	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,403	B	0,070	0,001	2,409	0,013	2,251	0,01614	RİSKLİ	
S204	**i**	0,406	B	0,080	0,001	2,409	0,013	3,303	0,01657	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,406	B	0,074	0,001	2,409	0,013	2,146	0,01657	RİSKLİ	
S205	**i**	0,896	B	0,087	0,001	2,409	0,013	2,830	0,01703	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,896	B	0,079	0,001	2,409	0,013	1,889	0,01703	RİSKLİ	
S206	**i**	0,565	B	0,190	0,004	3,354	0,019	0,802	0,01764	Risk Yok	Risk Yok
	j	0,565	B	0,183	0,004	3,380	0,019	0,746	0,01764	Risk Yok	

Çizelge B.3 (Devam) : Kolonların RBTE(2013)'e göre +Y deprem etkisi altındaki risk değerlendirmesi sonuçları

		V_e/V_r	Sınıf	$N_K / (f_{cm}A_c)$	$A_{sh} / (s.b_k)$	$m_{sınır}$	$\delta_{sınır}$	m	δ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S207	**i**	0,875	B	0,129	0,001	2,244	0,012	2,230	0,01592	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,875	B	0,122	0,001	2,261	0,012	2,046	0,01592	RİSKLİ	
S208	**i**	0,863	B	0,120	0,001	2,265	0,012	2,437	0,01682	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,863	B	0,112	0,001	2,282	0,012	2,181	0,01682	RİSKLİ	
S209	**i**	0,908	B	0,133	0,001	2,175	0,011	1,930	0,01635	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,908	B	0,126	0,001	2,191	0,011	1,740	0,01635	RİSKLİ	
S210	**i**	0,396	B	0,164	0,004	3,452	0,019	1,463	0,01521	Risk Yok	Risk Yok
	j	0,396	B	0,156	0,004	3,478	0,020	1,554	0,01521	Risk Yok	
S211	**i**	0,676	B	0,236	0,002	2,348	0,012	2,930	0,01575	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,676	B	0,229	0,002	2,367	0,012	2,877	0,01575	RİSKLİ	
S212	**i**	0,662	B	0,219	0,002	2,395	0,013	3,231	0,01703	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,662	B	0,212	0,002	2,415	0,013	3,182	0,01703	RİSKLİ	
S213	**i**	0,684	B	0,247	0,002	2,319	0,012	2,633	0,01764	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,684	B	0,240	0,002	2,339	0,012	2,545	0,01764	RİSKLİ	
S214	**i**	0,678	B	0,239	0,002	2,341	0,012	2,810	0,01592	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,678	B	0,232	0,002	2,360	0,012	2,761	0,01592	RİSKLİ	
S215	**i**	0,740	B	0,339	0,002	2,070	0,010	2,254	0,01635	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,740	B	0,332	0,002	2,089	0,011	2,189	0,01635	RİSKLİ	
S216	**i**	0,685	B	0,248	0,002	2,317	0,012	2,943	0,01683	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,685	B	0,241	0,002	2,337	0,012	2,889	0,01683	RİSKLİ	
S217	**i**	0,672	B	0,232	0,002	2,361	0,012	2,396	0,01522	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,672	B	0,225	0,002	2,380	0,013	2,397	0,01522	RİSKLİ	
S218	**i**	0,735	B	0,329	0,002	2,097	0,011	2,434	0,01764	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,735	B	0,322	0,002	2,116	0,011	2,371	0,01764	RİSKLİ	
S219	**i**	0,961	B	0,330	0,001	1,779	0,009	1,823	0,01575	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,961	B	0,323	0,001	1,796	0,009	1,677	0,01575	RİSKLİ	
S220	**i**	1,039	B	0,307	0,001	1,832	0,009	2,043	0,01703	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	1,039	B	0,300	0,001	1,849	0,009	1,815	0,01703	RİSKLİ	
S221	**i**	0,600	B	0,289	0,004	2,989	0,016	2,290	0,01592	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,600	B	0,282	0,004	3,015	0,016	2,308	0,01592	RİSKLİ	
S222	**i**	0,601	B	0,292	0,004	2,977	0,016	2,437	0,01682	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,601	B	0,285	0,004	3,003	0,016	2,451	0,01682	RİSKLİ	
S223	**i**	0,589	B	0,246	0,004	3,148	0,017	2,314	0,01592	Risk Yok	Risk Yok
	j	0,589	B	0,239	0,004	3,174	0,017	2,333	0,01592	Risk Yok	
S224	**i**	0,589	B	0,244	0,004	3,156	0,017	2,501	0,01682	Risk Yok	Risk Yok
	j	0,589	B	0,237	0,004	3,183	0,017	2,517	0,01682	Risk Yok	
S225	**i**	0,760	B	0,302	0,001	1,845	0,009	1,435	0,01522	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,760	B	0,295	0,001	1,861	0,009	1,342	0,01522	RİSKLİ	
S226	**i**	0,937	B	0,250	0,001	1,965	0,010	1,904	0,01575	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,937	B	0,242	0,001	1,982	0,010	1,754	0,01575	RİSKLİ	

Çizelge B.3 (Devam) : Kolonların RBTE(2013)'e göre +Y deprem etkisi altındaki risk değerlendirmesi sonuçları

		V_e/V_r	Sınıf	$N_K / (f_{cm}A_c)$	$A_{sh} / (s.b_k)$	$m_{sınır}$	$\delta_{sınır}$	m	δ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S227	**i**	0,943	B	0,180	0,001	2,127	0,011	2,381	0,01703	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,943	B	0,172	0,001	2,143	0,011	2,128	0,01703	RİSKLİ	
S228	**i**	0,677	B	0,239	0,002	2,342	0,012	2,663	0,01764	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,677	B	0,232	0,002	2,361	0,012	2,581	0,01764	RİSKLİ	
S229	**i**	0,620	B	0,171	0,002	2,525	0,013	2,948	0,1592	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,620	B	0,164	0,002	2,544	0,014	2,964	0,1592	RİSKLİ	
S230	**i**	0,620	B	0,171	0,002	2,525	0,013	2,707	0,01635	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,620	B	0,164	0,002	2,544	0,014	2,661	0,01635	RİSKLİ	
S231	**i**	0,615	B	0,166	0,002	2,539	0,014	3,178	0,1683	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,615	B	0,159	0,002	2,559	0,014	3,186	0,1683	RİSKLİ	
S232	**i**	0,689	B	0,253	0,002	2,304	0,012	2,943	0,01702	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,689	B	0,246	0,002	2,323	0,012	2,969	0,01702	RİSKLİ	
S233	**i**	0,745	B	0,354	0,002	2,029	0,010	2,441	0,01764	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,745	B	0,346	0,002	2,049	0,010	2,369	0,01764	RİSKLİ	
S234	**i**	0,720	B	0,298	0,002	2,180	0,011	2,452	0,01575	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,720	B	0,291	0,002	2,199	0,011	2,464	0,01575	RİSKLİ	
S235	**i**	0,463	B	0,216	0,001	2,129	0,011	0,928	0,01524	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,463	B	0,209	0,001	2,146	0,011	0,863	0,01524	RİSKLİ	
S236	**i**	0,910	B	0,261	0,001	1,938	0,010	1,909	0,1592	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,910	B	0,254	0,001	1,954	0,010	1,743	0,1592	RİSKLİ	
S237	**i**	1,028	B	0,252	0,001	1,959	0,010	2,102	0,01682	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	1,028	B	0,245	0,001	1,975	0,010	1,874	0,01682	RİSKLİ	
S238	**i**	1,084	B	0,187	0,001	2,053	0,011	3,058	0,01635	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	1,084	B	0,180	0,001	2,069	0,011	2,807	0,01635	RİSKLİ	
S239	**i**	0,670	B	0,230	0,002	2,366	0,012	1,985	0,01524	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,670	B	0,223	0,002	2,386	0,013	1,932	0,01524	RİSKLİ	
S240	**i**	0,767	B	0,279	0,001	1,896	0,010	1,463	0,01575	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,767	B	0,272	0,001	1,913	0,010	1,349	0,01575	RİSKLİ	
S241	**i**	0,370	B	0,033	0,001	2,409	0,013	2,991	0,01618	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,370	B	0,025	0,001	2,409	0,013	3,274	0,01618	RİSKLİ	
S242	**i**	0,308	B	0,040	0,001	2,409	0,013	1,815	0,016535	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,308	B	0,033	0,001	2,409	0,013	1,665	0,016535	RİSKLİ	
S243	**i**	1,064	B	0,290	0,001	1,872	0,009	2,148	0,01702	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	1,064	B	0,283	0,001	1,889	0,010	1,925	0,01702	RİSKLİ	
S244	**i**	0,383	B	0,219	0,002	2,394	0,013	0,976	0,01764	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,383	B	0,212	0,002	2,414	0,013	0,894	0,01764	RİSKLİ	

EK C

Çizelge C.1 : Parametrik çalışmaya ait RBTE(2013) -X depremi için risk değerlendirmesi sonuçları

		V_e/V_r	Sınıf	$N_K / (f_{cm}A_c)$	$A_{sh} / (s.b_k)$	$m_{sınır}$	$\delta_{sınır}$	m	δ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S201	**i**	0,737	B	0,119	0,001	2,364	0,012	4,283	0,00972	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,737	B	0,115	0,001	2,372	0,013	0,574	0,00972	Risk Yok	
S202	**i**	0,362	A	0,069	-	5,000	0,035	2,154	0,00990	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,362	A	0,065	-	5,000	0,035	1,839	0,00990	Risk Yok	
S203	**i**	0,460	A	0,053	-	5,000	0,035	5,301	0,00994	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,460	A	0,049	-	5,000	0,035	0,732	0,00994	Risk Yok	
S204	**i**	0,461	A	0,052	-	5,000	0,035	5,825	0,01006	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,461	A	0,049	-	5,000	0,035	1,088	0,01006	Risk Yok	
S205	**i**	0,382	A	0,111	-	4,947	0,035	1,841	0,01002	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,382	A	0,107	-	4,964	0,035	1,592	0,01002	Risk Yok	
S206	**i**	0,623	A	0,067	-	5,000	0,035	5,144	0,01009	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,623	A	0,063	-	5,000	0,035	0,586	0,01009	Risk Yok	
S207	**i**	0,421	A	0,074	-	5,000	0,035	2,560	0,00832	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,421	A	0,070	-	5,000	0,035	2,302	0,00832	Risk Yok	
S208	**i**	0,479	A	0,103	-	4,983	0,035	2,304	0,00832	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,479	A	0,100	-	5,000	0,035	2,080	0,00832	Risk Yok	
S209	**i**	0,455	A	0,088	-	5,000	0,035	2,288	0,00832	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,455	A	0,084	-	5,000	0,035	2,146	0,00832	Risk Yok	
S210	**i**	0,442	A	0,175	-	4,626	0,032	1,691	0,00784	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,442	A	0,171	-	4,644	0,032	0,471	0,00784	Risk Yok	
S211	**i**	0,522	A	0,116	-	4,918	0,034	1,925	0,00784	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,522	A	0,113	-	4,936	0,034	0,549	0,00784	Risk Yok	
S212	**i**	0,604	A	0,122	-	4,890	0,034	1,982	0,00784	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,604	A	0,118	-	4,908	0,034	0,624	0,00784	Risk Yok	
S213	**i**	0,524	A	0,101	-	4,993	0,035	1,993	0,00784	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,524	A	0,098	-	5,000	0,035	0,510	0,00784	Risk Yok	
S214	**i**	0,551	A	0,124	-	4,881	0,034	1,757	0,00763	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,551	A	0,120	-	4,899	0,034	0,633	0,00763	Risk Yok	
S215	**i**	0,742	B	0,119	0,001	2,206	0,011	2,162	0,00763	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,742	B	0,116	0,001	2,214	0,011	1,133	0,00763	Risk Yok	
S216	**i**	0,566	A	0,083	-	5,000	0,035	2,057	0,00763	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,566	A	0,080	-	5,000	0,035	0,745	0,00763	Risk Yok	
S217	**i**	0,464	A	0,145	-	4,777	0,033	1,341	0,00773	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,464	A	0,141	-	4,795	0,033	0,519	0,00773	Risk Yok	
S218	**i**	0,428	A	0,099	-	5,000	0,035	1,532	0,00773	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,428	A	0,096	-	5,000	0,035	0,598	0,00773	Risk Yok	
S219	**i**	0,547	A	0,164	-	4,682	0,032	1,853	0,00773	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,547	A	0,160	-	4,700	0,032	1,756	0,00773	Risk Yok	

Çizelge C.1 (Devam) : Parametrik çalışmaya ait RBTE(2013) -X depremi için risk değerlendirmesi sonuçları

		V_e/V_r	Sınıf	$N_K / (f_{cm}A_c)$	$A_{sh} / (s.b_k)$	$m_{sınır}$	$\delta_{sınır}$	m	δ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S220	**i**	0,491	A	0,110	-	4,951	0,035	2,125	0,00773	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,491	A	0,106	-	4,969	0,035	2,028	0,00773	Risk Yok	
S221	**i**	0,784	B	0,144	0,001	2,302	0,012	1,404	0,00792	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,784	B	0,141	0,001	2,310	0,012	0,687	0,00792	Risk Yok	
S222	**i**	0,307	A	0,128	-	4,860	0,034	1,304	0,00792	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,307	A	0,124	-	4,878	0,034	0,574	0,00792	Risk Yok	
S223	**i**	0,386	A	0,140	-	4,801	0,033	1,190	0,00870	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,386	A	0,136	-	4,819	0,033	0,738	0,00870	Risk Yok	
S224	**i**	0,289	A	0,126	-	4,870	0,034	1,095	0,00870	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,289	A	0,122	-	4,888	0,034	0,644	0,00870	Risk Yok	
S225	**i**	0,551	A	0,157	-	4,716	0,032	1,787	0,00913	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,551	A	0,153	-	4,734	0,033	1,697	0,00913	Risk Yok	
S226	**i**	0,599	A	0,175	-	4,623	0,032	1,996	0,00913	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,599	A	0,172	-	4,640	0,032	1,945	0,00913	Risk Yok	
S227	**i**	0,486	A	0,107	-	4,964	0,035	2,397	0,00913	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,486	A	0,104	-	4,982	0,035	2,344	0,00913	Risk Yok	
S228	**i**	0,445	A	0,111	-	4,946	0,035	1,187	0,00913	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,445	A	0,107	-	4,964	0,035	0,815	0,00913	Risk Yok	
S229	**i**	0,572	A	0,124	-	4,878	0,034	1,334	0,01002	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,572	A	0,121	-	4,896	0,034	1,091	0,01002	Risk Yok	
S230	**i**	0,854	B	0,130	0,001	2,182	0,011	1,931	0,01002	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,854	B	0,126	0,001	2,190	0,011	1,663	0,01002	Risk Yok	
S231	**i**	0,519	A	0,086	-	5,000	0,035	1,460	0,01002	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,519	A	0,082	-	5,000	0,035	1,191	0,01002	Risk Yok	
S232	**i**	0,632	A	0,124	-	4,878	0,034	1,434	0,01071	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,632	A	0,121	-	4,896	0,034	1,218	0,01071	Risk Yok	
S233	**i**	0,551	A	0,112	-	4,940	0,034	1,314	0,01071	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,551	A	0,108	-	4,958	0,035	1,102	0,01071	Risk Yok	
S234	**i**	0,519	A	0,144	-	4,781	0,033	1,211	0,01097	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,519	A	0,140	-	4,799	0,033	1,030	0,01097	Risk Yok	
S235	**i**	0,464	A	0,161	-	4,697	0,032	1,780	0,01097	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,464	A	0,157	-	4,715	0,032	1,724	0,01097	Risk Yok	
S236	**i**	0,433	A	0,080	-	5,000	0,035	3,166	0,01169	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,433	A	0,076	-	5,000	0,035	3,121	0,01169	Risk Yok	
S237	**i**	0,484	A	0,106	-	4,971	0,035	2,883	0,01169	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,484	A	0,102	-	4,989	0,035	2,841	0,01169	Risk Yok	
S238	**i**	0,491	A	0,105	-	4,973	0,035	2,845	0,01169	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,491	A	0,102	-	4,991	0,035	2,813	0,01169	Risk Yok	
S239	**i**	0,547	A	0,107	-	4,967	0,035	1,436	0,01400	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,547	A	0,103	-	4,984	0,035	1,084	0,01400	Risk Yok	

Çizelge C.1 (Devam) : Parametrik çalışmaya ait RBTE(2013) -X depremi için risk değerlendirmesi sonuçları

		V_e/V_r	Sınıf	$N_K / (f_{cm}A_c)$	$A_{sh} / (s.b_k)$	$m_{sınır}$	$\delta_{sınır}$	m	δ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S240	**i**	0,451	A	0,089	-	5,000	0,035	2,947	0,01400	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,451	A	0,085	-	5,000	0,035	2,845	0,01400	Risk Yok	
S241	**i**	0,438	A	0,044	-	5,000	0,035	2,415	0,01368	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,438	A	0,040	-	5,000	0,035	1,970	0,01368	Risk Yok	
S242	**i**	0,417	A	0,062	-	5,000	0,035	2,051	0,01368	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,417	A	0,058	-	5,000	0,035	1,575	0,01368	Risk Yok	
S243	**i**	0,506	A	0,118	-	4,910	0,034	2,821	0,01372	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,506	A	0,115	-	4,927	0,034	2,721	0,01372	Risk Yok	
S244	**i**	0,562	A	0,069	-	5,000	0,035	1,722	0,01369	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,562	A	0,065	-	5,000	0,035	1,341	0,01369	Risk Yok	

Çizelge C.2 : Parametrik çalışmaya ait RBTE(2013) +Y depremi için risk değerlendirmesi sonuçları

		V_e/V_r	Sınıf	$N_K / (f_{cm}A_c)$	$A_{sh} / (s.b_k)$	$m_{sınır}$	$\delta_{sınır}$	m	δ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S201	**i**	0,370	A	0,114	-	4,928	0,034	1,602	0,012758596	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,370	A	0,111	-	4,946	0,035	1,649	0,012758596	Risk Yok	
S202	**i**	0,687	A	0,150	-	4,749	0,033	2,019	0,013187368	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,687	A	0,147	-	4,767	0,033	1,376	0,013187368	Risk Yok	
S203	**i**	0,506	A	0,084	-	5,000	0,035	3,692	0,01348	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,506	A	0,080	-	5,000	0,035	1,942	0,01348	Risk Yok	
S204	**i**	0,462	B	0,156	0,001	2,274	0,012	3,147	0,01657	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,462	B	0,149	0,001	2,291	0,012	1,941	0,01657	RİSKLİ	
S205	**i**	0,790	B	0,147	0,001	2,295	0,012	2,465	0,014158246	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,790	B	0,144	0,001	2,303	0,012	1,498	0,014158246	RİSKLİ	
S206	**i**	0,213	A	0,106	-	4,968	0,035	0,963	0,014622807	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,213	A	0,103	-	4,986	0,035	0,859	0,014622807	Risk Yok	
S207	**i**	0,739	B	0,117	0,001	2,272	0,012	1,939	0,01331193	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,739	B	0,113	0,001	2,280	0,012	1,721	0,01331193	RİSKLİ	
S208	**i**	0,782	B	0,121	0,001	2,261	0,012	2,042	0,014005965	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,782	B	0,118	0,001	2,269	0,012	1,773	0,014005965	RİSKLİ	
S209	**i**	0,739	B	0,113	0,001	2,219	0,011	1,751	0,013644561	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,739	B	0,110	0,001	2,227	0,012	1,526	0,013644561	RİSKLİ	
S210	**i**	0,463	A	0,138	-	4,812	0,033	2,085	0,012758596	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,463	A	0,134	-	4,830	0,033	1,994	0,012758596	Risk Yok	
S211	**i**	0,529	A	0,124	-	4,879	0,034	3,009	0,013187368	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,529	A	0,121	-	4,897	0,034	2,958	0,013187368	Risk Yok	
S212	**i**	0,507	A	0,113	-	4,935	0,034	3,385	0,014158246	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,507	A	0,109	-	4,953	0,035	3,343	0,014158246	Risk Yok	

Çizelge C.2 (Devam) : Parametrik çalışmaya ait RBTE(2013) +Y depremi için risk değerlendirmesi sonuçları

		V_e/V_r	Sınıf	$N_K / (f_{cm}A_c)$	$A_{sh} / (s.b_k)$	$m_{sınır}$	$\delta_{sınır}$	m	δ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S213	**i**	0,603	A	0,167	-	4,666	0,032	2,367	0,014622807	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,603	A	0,163	-	4,684	0,032	2,280	0,014622807	Risk Yok	
S214	**i**	0,448	A	0,084	-	5,000	0,035	3,395	0,01331193	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,448	A	0,081	-	5,000	0,035	3,351	0,01331193	Risk Yok	
S215	**i**	0,426	A	0,074	-	5,000	0,035	3,069	0,013644561	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,426	A	0,070	-	5,000	0,035	2,968	0,013644561	Risk Yok	
S216	**i**	0,448	A	0,084	-	5,000	0,035	3,572	0,014005965	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,448	A	0,081	-	5,000	0,035	3,523	0,014005965	Risk Yok	
S217	**i**	0,546	A	0,133	-	4,833	0,034	2,440	0,012768772	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,546	A	0,130	-	4,851	0,034	2,386	0,012768772	Risk Yok	
S218	**i**	0,499	A	0,109	-	4,954	0,035	2,821	0,014622807	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,499	A	0,106	-	4,972	0,035	2,734	0,014622807	Risk Yok	
S219	**i**	0,723	B	0,113	0,001	2,282	0,012	1,939	0,013187368	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,723	B	0,109	0,001	2,290	0,012	1,735	0,013187368	RİSKLİ	
S220	**i**	0,737	B	0,093	0,001	2,311	0,012	2,277	0,014158246	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,737	B	0,089	0,001	2,311	0,012	1,978	0,014158246	RİSKLİ	
S221	**i**	0,444	A	0,123	-	4,887	0,034	2,503	0,01331193	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,444	A	0,119	-	4,904	0,034	2,486	0,01331193	Risk Yok	
S222	**i**	0,445	A	0,124	-	4,881	0,034	2,633	0,014005965	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,445	A	0,120	-	4,899	0,034	2,614	0,014005965	Risk Yok	
S223	**i**	0,471	A	0,143	-	4,783	0,033	2,370	0,01331193	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,471	A	0,140	-	4,800	0,033	2,351	0,01331193	Risk Yok	
S224	**i**	0,472	A	0,145	-	4,777	0,033	2,475	0,014005965	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,472	A	0,141	-	4,794	0,033	2,454	0,014005965	Risk Yok	
S225	**i**	0,532	A	0,115	-	4,924	0,034	1,442	0,012768772	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,532	A	0,112	-	4,941	0,034	1,294	0,012768772	Risk Yok	
S226	**i**	0,714	B	0,179	0,001	2,128	0,011	1,605	0,013187368	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,714	B	0,176	0,001	2,136	0,011	1,430	0,013187368	RİSKLİ	
S227	**i**	0,815	B	0,158	0,001	2,178	0,011	1,938	0,014158246	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,815	B	0,154	0,001	2,186	0,011	1,680	0,014158246	RİSKLİ	
S228	**i**	0,624	A	0,180	-	4,600	0,031	2,295	0,014622807	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,624	A	0,176	-	4,618	0,032	2,214	0,014622807	Risk Yok	
S229	**i**	0,521	A	0,120	-	4,899	0,034	2,924	0,01331193	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,521	A	0,117	-	4,916	0,034	2,881	0,01331193	Risk Yok	
S230	**i**	0,425	A	0,073	-	5,000	0,035	3,158	0,013644561	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,425	A	0,070	-	5,000	0,035	3,076	0,013644561	Risk Yok	
S231	**i**	0,527	A	0,123	-	4,884	0,034	3,064	0,014005965	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,527	A	0,120	-	4,902	0,034	3,012	0,014005965	Risk Yok	
S232	**i**	0,484	A	0,101	-	4,993	0,035	3,497	0,014158246	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,484	A	0,098	-	5,000	0,035	3,436	0,014158246	Risk Yok	

Çizelge C.2 (Devam) : Parametrik çalışmaya ait RBTE(2013) +Y depremi için risk değerlendirmesi sonuçları

		V_e/V_r	Sınıf	$N_K / (f_{cm}A_c)$	$A_{sh} / (s.b_k)$	$m_{sınır}$	$\delta_{sınır}$	m	δ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S233	**i**	0,530	A	0,125	-	4,875	0,034	2,714	0,014622807	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,530	A	0,122	-	4,892	0,034	2,624	0,014622807	Risk Yok	
S234	**i**	0,533	A	0,126	-	4,869	0,034	2,765	0,013187368	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,533	A	0,123	-	4,887	0,034	2,705	0,013187368	Risk Yok	
S235	**i**	0,336	A	0,143	-	4,784	0,033	0,921	0,012785965	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,336	A	0,140	-	4,801	0,033	0,791	0,012785965	Risk Yok	
S236	**i**	0,639	A	0,060	-	5,000	0,035	2,368	0,01331193	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,639	A	0,056	-	5,000	0,035	2,108	0,01331193	Risk Yok	
S237	**i**	0,635	A	0,059	-	5,000	0,035	2,584	0,014005965	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,635	A	0,055	-	5,000	0,035	2,255	0,014005965	Risk Yok	
S238	**i**	0,935	B	0,127	0,001	2,189	0,011	2,745	0,013644561	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,935	B	0,123	0,001	2,197	0,011	2,483	0,013644561	RİSKLİ	
S239	**i**	0,433	A	0,058	-	5,000	0,035	2,347	0,012785965	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,433	A	0,055	-	5,000	0,035	2,254	0,012785965	Risk Yok	
S240	**i**	0,510	A	0,061	-	5,000	0,035	1,759	0,013187368	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,510	A	0,058	-	5,000	0,035	1,561	0,013187368	Risk Yok	
S241	**i**	0,532	A	0,101	-	4,994	0,035	2,742	0,013511228	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,532	A	0,098	-	5,000	0,035	2,397	0,013511228	Risk Yok	
S242	**i**	0,362	A	0,089	-	5,000	0,035	1,576	0,013782456	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,362	A	0,085	-	5,000	0,035	1,240	0,013782456	Risk Yok	
S243	**i**	0,586	A	0,044	-	5,000	0,035	2,881	0,014158246	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,586	A	0,040	-	5,000	0,035	2,539	0,014158246	Risk Yok	
S244	**i**	0,189	A	0,091	-	5,000	0,035	0,884	0,014622807	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,189	A	0,087	-	5,000	0,035	0,777	0,014622807	Risk Yok	

Çizelge C.3 : Parametrik çalışmaya ait RBTE(2013) -Y depremi için risk değerlendirmesi sonuçları

		V_e/V_r	Sınıf	$N_K / (f_{cm}A_c)$	$A_{sh} / (s.b_k)$	$m_{sınır}$	$\delta_{sınır}$	m	δ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S201	**i**	0,315	A	0,078	-	5,000	0,035	1,686	0,012758596	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,315	A	0,075	-	5,000	0,035	1,782	0,012758596	Risk Yok	
S202	**i**	0,547	A	0,037	-	5,000	0,035	2,807	0,013187368	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,547	A	0,033	-	5,000	0,035	1,920	0,013187368	Risk Yok	
S203	**i**	0,406	A	0,031	-	5,000	0,035	4,480	0,01348	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,406	A	0,028	-	5,000	0,035	2,390	0,01348	Risk Yok	
S204	**i**	0,411	A	0,033	-	5,000	0,035	3,959	0,013815789	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,411	A	0,030	-	5,000	0,035	2,269	0,013815789	Risk Yok	
S205	**i**	0,548	A	0,037	-	5,000	0,035	3,365	0,014158246	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,548	A	0,034	-	5,000	0,035	2,073	0,014158246	Risk Yok	

Çizelge C.3 (Devam) : Parametrik çalışmaya ait RBTE(2013) -Y depremi için risk değerlendirmesi sonuçları

		V_e/V_r	Sınıf	$N_K / (f_{cm}A_c)$	$A_{sh} / (s.b_k)$	$m_{sınır}$	$\delta_{sınır}$	m	δ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S206	**i**	0,157	A	0,094	-	5,000	0,035	0,874	0,014622807	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,157	A	0,090	-	5,000	0,035	0,760	0,014622807	Risk Yok	
S207	**i**	0,641	A	0,061	-	5,000	0,035	2,387	0,01331193	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,641	A	0,057	-	5,000	0,035	2,135	0,01331193	Risk Yok	
S208	**i**	0,625	A	0,056	-	5,000	0,035	2,618	0,014005965	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,625	A	0,052	-	5,000	0,035	2,287	0,014005965	Risk Yok	
S209	**i**	0,710	B	0,067	0,001	2,249	0,012	2,060	0,013644561	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,710	B	0,063	0,001	2,249	0,012	1,802	0,013644561	RİSKLİ	
S210	**i**	0,448	A	0,126	-	4,872	0,034	2,108	0,012758596	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,448	A	0,122	-	4,890	0,034	2,111	0,012758596	Risk Yok	
S211	**i**	0,515	A	0,117	-	4,913	0,034	3,064	0,013187368	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,515	A	0,114	-	4,931	0,034	3,017	0,013187368	Risk Yok	
S212	**i**	0,501	A	0,110	-	4,949	0,035	3,382	0,014158246	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,501	A	0,107	-	4,967	0,035	3,343	0,014158246	Risk Yok	
S213	**i**	0,519	A	0,119	-	4,904	0,034	2,749	0,014622807	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,519	A	0,116	-	4,922	0,034	2,654	0,014622807	Risk Yok	
S214	**i**	0,519	A	0,119	-	4,903	0,034	2,938	0,01331193	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,519	A	0,116	-	4,921	0,034	2,895	0,01331193	Risk Yok	
S215	**i**	0,616	A	0,175	-	4,627	0,032	2,141	0,013644561	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,616	A	0,171	-	4,645	0,032	2,057	0,013644561	Risk Yok	
S216	**i**	0,529	A	0,124	-	4,878	0,034	3,039	0,014005965	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,529	A	0,121	-	4,896	0,034	2,989	0,014005965	Risk Yok	
S217	**i**	0,514	A	0,117	-	4,916	0,034	2,554	0,012768772	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,514	A	0,113	-	4,934	0,034	2,503	0,012768772	Risk Yok	
S218	**i**	0,607	A	0,169	-	4,654	0,032	2,341	0,014622807	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,607	A	0,166	-	4,672	0,032	2,257	0,014622807	Risk Yok	
S219	**i**	0,735	B	0,170	0,001	2,149	0,011	1,674	0,013187368	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,735	B	0,166	0,001	2,157	0,011	1,495	0,013187368	RİSKLİ	
S220	**i**	0,791	B	0,158	0,001	2,176	0,011	1,884	0,014158246	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,791	B	0,155	0,001	2,184	0,011	1,627	0,014158246	RİSKLİ	
S221	**i**	0,475	A	0,147	-	4,765	0,033	2,341	0,01331193	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,475	A	0,143	-	4,783	0,033	2,323	0,01331193	Risk Yok	
S222	**i**	0,478	A	0,149	-	4,753	0,033	2,453	0,014005965	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,478	A	0,146	-	4,771	0,033	2,430	0,014005965	Risk Yok	
S223	**i**	0,397	A	0,119	-	4,906	0,034	2,792	0,01331193	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,397	A	0,115	-	4,924	0,034	2,751	0,01331193	Risk Yok	
S224	**i**	0,438	A	0,118	-	4,909	0,034	2,685	0,014005965	Risk Yok	**Risk Yok**
	j	0,438	A	0,115	-	4,927	0,034	2,669	0,014005965	Risk Yok	

Çizelge C.3 (Devam) : Parametrik çalışmaya ait RBTE(2013) -Y depremi için risk değerlendirmesi sonuçları

		V_e/V_r	Sınıf	$N_K / (f_{cm}A_c)$	$A_{sh} / (s.b_k)$	$m_{sınır}$	$\delta_{sınır}$	m	δ	Kesit Hasarı	Eleman Hasarı
S225	**i**	0,579	A	0,154	-	4,731	0,033	1,347	0,012768772	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,579	A	0,150	-	4,749	0,033	1,214	0,012768772	Risk Yok	
S226	**i**	0,713	B	0,121	0,001	2,262	0,012	1,851	0,013187368	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,713	B	0,117	0,001	2,271	0,012	1,658	0,013187368	RİSKLİ	
S227	**i**	0,716	B	0,086	0,001	2,311	0,012	2,417	0,014158246	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,716	B	0,082	0,001	2,311	0,012	2,106	0,014158246	RİSKLİ	
S228	**i**	0,510	A	0,115	-	4,925	0,034	2,800	0,014622807	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,510	A	0,111	-	4,943	0,034	2,714	0,014622807	Risk Yok	
S229	**i**	0,451	A	0,086	-	5,000	0,035	3,348	0,01331193	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,451	A	0,082	-	5,000	0,035	3,303	0,01331193	Risk Yok	
S230	**i**	0,619	A	0,177	-	4,616	0,032	2,198	0,013644561	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,619	A	0,173	-	4,634	0,032	2,124	0,013644561	Risk Yok	
S231	**i**	0,446	A	0,083	-	5,000	0,035	3,581	0,014005965	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,446	A	0,080	-	5,000	0,035	3,531	0,014005965	Risk Yok	
S232	**i**	0,529	A	0,125	-	4,877	0,034	3,164	0,014158246	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,529	A	0,121	-	4,895	0,034	3,102	0,014158246	Risk Yok	
S233	**i**	0,625	A	0,180	-	4,599	0,031	2,303	0,014622807	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,625	A	0,178	-	4,612	0,032	2,215	0,014622807	Risk Yok	
S234	**i**	0,570	A	0,147	-	4,765	0,033	2,559	0,013187368	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,570	A	0,143	-	4,783	0,033	2,503	0,013187368	Risk Yok	
S235	**i**	0,311	A	0,107	-	4,965	0,035	0,964	0,012785965	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,311	A	0,103	-	4,983	0,035	0,840	0,012785965	Risk Yok	
S236	**i**	0,739	B	0,136	0,001	2,228	0,012	1,823	0,01331193	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,739	B	0,132	0,001	2,236	0,012	1,617	0,01331193	RİSKLİ	
S237	**i**	0,793	B	0,131	0,001	2,239	0,012	2,004	0,014005965	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,793	B	0,127	0,001	2,248	0,012	1,740	0,014005965	RİSKLİ	
S238	**i**	0,829	B	0,092	0,001	2,249	0,012	3,078	0,013644561	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,829	B	0,088	0,001	2,249	0,012	2,783	0,013644561	RİSKLİ	
S239	**i**	0,547	A	0,117	-	4,914	0,034	2,005	0,012785965	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,547	A	0,114	-	4,931	0,034	1,919	0,012785965	Risk Yok	
S240	**i**	0,591	A	0,144	-	4,778	0,033	1,396	0,013187368	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,591	A	0,141	-	4,796	0,033	1,238	0,013187368	Risk Yok	
S241	**i**	0,345	A	0,008	-	5,000	0,035	4,171	0,013511228	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,345	A	0,002	-	5,000	0,035	3,719	0,013511228	Risk Yok	
S242	**i**	0,340	A	0,015	-	5,000	0,035	2,129	0,013782456	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,340	A	0,012	-	5,000	0,035	1,702	0,013782456	Risk Yok	
S243	**i**	0,860	B	0,151	0,001	2,193	0,011	2,025	0,014158246	RİSKLİ	**RİSKLİ**
	j	0,860	B	0,147	0,001	2,201	0,011	1,768	0,014158246	RİSKLİ	
S244	**i**	0,273	A	0,110	-	4,951	0,035	0,972	0,014622807	Risk Yok	**Risk Yok***
	j	0,273	A	0,106	-	4,969	0,035	0,861	0,014622807	Risk Yok	

Çizelge C.4 : Parametrik çalışmadaki kolonların eksenel basınç gerilmeleri ve Y doğrultusundaki kesme kuvvetleri

	$N_{G+0,3Q}$	Boyut (x yönü)	Boyut (y yönü)	A_c	Eksenel Gerilme	Kesme Kuvveti
	kN	cm	cm	m^2	kN/m^2	kN
S201	578,53	120	25	0,3	1928,43	173,90
S202	561,76	25	120	0,3	1872,52	1058,49
S203	344,71	120	25	0,3	1149,02	85,53
S204	354,83	120	25	0,3	1182,77	98,99
S205	552,67	25	120	0,3	1842,22	1225,00
S206	601,24	120	25	0,3	2004,13	92,89
S207	480,55	30	90	0,27	1779,80	617,14
S208	478,69	30	90	0,27	1772,93	652,82
S209	537,59	30	100	0,3	1791,97	683,55
S210	789,65	120	25	0,3	2632,16	242,00
S211	723,63	100	30	0,3	2412,10	375,93
S212	667,94	100	30	0,3	2226,46	405,19
S213	858,96	100	30	0,3	2863,19	335,41
S214	616,41	100	30	0,3	2054,70	361,84
S215	747,46	100	30	0,3	2491,52	308,60
S216	629,03	100	30	0,3	2096,77	380,65
S217	750,29	100	30	0,3	2500,96	313,16
S218	834,98	100	30	0,3	2783,28	333,01
S219	758,67	30	90	0,27	2809,88	617,13
S220	674,82	30	90	0,27	2499,33	665,60
S221	807,92	120	25	0,3	2693,08	283,47
S222	816,69	120	25	0,3	2722,28	298,85
S223	787,69	120	25	0,3	2625,62	283,02
S224	788,08	120	25	0,3	2626,93	298,92
S225	722,37	30	90	0,27	2675,46	470,61
S226	809,80	30	90	0,27	2999,26	604,13
S227	654,11	30	90	0,27	2422,64	686,42
S228	883,70	100	30	0,3	2945,68	336,87
S229	623,67	100	30	0,3	2078,89	360,10
S230	753,44	100	30	0,3	2511,47	318,70
S231	622,28	100	30	0,3	2074,28	381,07
S232	677,77	100	30	0,3	2259,23	398,63
S233	916,69	100	30	0,3	3055,63	338,54
S234	820,37	100	30	0,3	2734,57	346,78
S235	749,29	25	120	0,3	2497,62	517,24
S236	530,70	30	90	0,27	1965,55	611,30
S237	512,15	30	90	0,27	1896,85	657,02

Çizelge C.4 (Devam) : Parametrik çalışmadaki kolonların eksenel basınç gerilmeleri ve Y doğrultusundaki kesme kuvvetleri

	$N_{G+0,3Q}$	Boyut (x yönü)	Boyut (y yönü)	A_c	Eksenel Gerilme	Kesme Kuvveti
	kN	cm	cm	m^2	kN/m^2	kN
S238	649,81	30	100	0,3	2166,05	1149,67
S239	526,75	100	30	0,3	1755,83	229,77
S240	555,16	30	90	0,27	2056,15	466,36
S241	320,68	120	25	0,3	1068,93	181,89
S242	312,82	120	25	0,3	1042,75	108,98
S243	523,47	30	90	0,27	1938,78	690,47
S244	603,00	100	30	0,3	2010,01	102,26
Toplam				12,87	97517,68	19147,9

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Merve ÖZKARATAY

Doğum Yeri ve Tarihi: İstanbul – 08/07/1987

Adres: Bahçeşehir / İstanbul

E-Posta: merveozkaratay@gmail.com

Lisans: İnşaat Mühendisliği – İstanbul Teknik Üniversitesi / 2010