

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DÜŞEYDE DÜZENSİZ BETONARME BİR BİNANIN DEPREM ETKİSİ
ALTINDAKİ YAPISAL PERFORMANSININ BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Emre ÜNER

Anabilim Dalı: İnşaat Mühendisliği

Programı: Yapı Mühendisliği

MAYIS 2009

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DÜŞEYDE DÜZENSİZ BETONARME BİR BİNANIN DEPREM ETKİSİ
ALTINDAKİ YAPISAL PERFORMANSININ BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Emre ÜNER

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 08 Mayıs 2009

Tezin Savunulduğu Tarih : 01 Haziran 2009

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Beyza TAŞKIN (İTÜ)

Eş Danışman : Prof. Dr. Melike ALTAN (İTÜ)

Diğer Jüri Üyeleri : Yrd. Dr. Sema Noyan ALACALI (YTÜ)

HAZİRAN 2009

ÖNSÖZ

Yüksek lisans programı süresince, engin bilgi ve deneyimlerinden yararlanma fırsatı bulduğum, özellikle tez çalışmam esnasında karşılaştığım güçlüklerde kıymetli zamanını benimle paylaşan değerli danışmanım Sayın Y. Doç. Dr. Beyza TAŞKIN'a ve üzerimde emeği olan tüm öğretim üyelerine teşekkürü bir borç bilir, saygılarımı sunarım.

Ayrıca tez çalışmam sırasında her zaman yanımda olan ve desteğini ve yardımlarını esirgemeyen İrem Dinçel'e, kıymetli meslektaşlarım Aykun Coşkun ve Oğuz Köroğlu'na ve sevgili aileme sonsuz teşekkür ederim.

Haziran 2009

Emre ÜNER

(İnşaat Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	v
KISALTMALAR.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
SEMBOL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xix
SUMMARY.....	xxii
1. GİRİŞ.....	1
2. DÜZENSİZ YAPILAR.....	5
2.1 DBYBHY 2007’de Yapısal Düzensizlikler.....	5
2.1.1 Planda düzensizlikler.....	5
2.1.1.1 A1-Burulma düzensizliği.....	5
2.1.1.2 A2- Döşeme süreksizlikleri.....	6
2.1.1.3 A3- Planda çıkıntılar bulunması.....	7
2.1.2 Düşey doğrultuda düzensizlik durumları.....	8
2.1.2.1 B1- Komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat).....	8
2.1.2.2 B2- Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat).....	9
2.1.2.3 B3- Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği.....	9
2.2 Uniform Building Code (1997)’da Yapısal Düzensizlikler.....	10
2.2.1 Düşeyde yapısal düzensizlikler.....	10
2.2.1.1 Tip 1 - Rijitlik düzensizliği (yumuşak kat).....	10
2.2.1.2 Tip 2 - Ağırlık (kütle) düzensizliği.....	11
2.2.1.3 Tip 3 - Düşeyde geometrik düzensizlik.....	11
2.2.1.4 Tip 4 – Yatay yük taşıyan sistemlerde düşey eleman süreksizliği.....	11
2.2.1.5 Tip 5 - Kapasite süreksizliği (zayıf kat).....	12
2.2.2 Planda yapısal düzensizlikler.....	12
2.2.2.1 Tip 1 – Burulma düzensizliği (rijit diyafram kabulü durumunda).....	12
2.2.2.2 Tip 2 – Plandaki çıkıntılar.....	13
2.2.2.3 Tip 3 – Döşeme süreksizliği.....	14
2.2.2.4 Tip 4 – Düzlem dışına sapma.....	14
2.2.2.5 Tip 5 – Paralel olmayan sistemler.....	14
2.3 Eurocode 8’de Yapısal Düzensizlikler.....	15
2.3.1 Yapının genel davranışı.....	15
2.3.1.1 Taşıyıcı sistemin basitliği.....	16
2.3.1.2 Düzgünlük ve simetri.....	16
2.3.1.3 Her iki doğrultuda dayanım ve rijitlik.....	16
2.3.1.4 Burulma dayanımı ve rijitliği.....	17
2.3.1.5 Kat seviyelerinde rijit diyafram etkisi.....	17
2.3.1.6 Yeterli temel.....	17

2.3.2	Yapısal düzenlilik kriterleri	18
2.3.2.1	Plandaki yapısal düzenlilik kriterleri.....	18
2.3.2.2	Düşeyde yapısal düzenlilik kriterleri,.....	20
3.	YAPISAL PERFORMANS HAKKINDA KARAR VERİLMESİ.....	23
3.1	Performans Kavramı	23
3.2	DBYBHY 2007'ye Göre Performans Değerlendirilmesi.....	23
3.2.1	Binalardan bilgi toplanması	23
3.2.2	Yapı elemanlarının hasar sınırları ve hasar bölgeleri.....	24
3.2.3	Deprem hesabına ilişkin genel ilke ve kurallar	25
3.2.4	Bina performansının doğrusal elastik hesap yöntemleriyle belirlenmesi	26
3.2.5	Bina performansının doğrusal elastik olmayan hesap yöntemleriyle belirlenmesi	28
3.2.5.1	Artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi	30
3.2.5.2	Artımsal mod birleştirme yöntemi	35
3.2.5.3	Zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap yöntemi.....	35
3.2.6	Bina deprem performansının belirlenmesi.....	35
3.2.6.1	Hemen kullanım durumu	36
3.2.6.2	Can güvenliği durumu	36
3.2.6.3	Göçmenin önlenmesi durumu	36
3.2.6.4	Göçme durumu	37
3.2.7	Binalar için hedeflenen deprem performans düzeyleri.....	37
4.	MEVCUT BETONARME BİR BİNANIN ANALİZİ	39
4.1	Mevcut Bina Bilgileri.....	39
4.1.1	Genel bilgiler.....	39
4.1.2	Malzeme özellikleri.....	39
4.1.3	Binaya etkiyen yükler ve bina ağırlığı.....	41
4.2	Hesap Adımları	41
4.3	Mevcut Binanın Analizi	41
4.3.1	Bina performansının doğrusal elastik hesap yöntemi ile belirlenmesi	41
4.3.2	Bina performansının doğrusal elastik olmayan hesap yöntemi ile belirlenmesi	59
4.4	Mevcut Binanın B3 Tipi Düzensizliğe Sahip Halinin Analizi	74
4.4.1	Bina performansının doğrusal elastik hesap yöntemi ile belirlenmesi	74
4.4.2	Bina performansının doğrusal elastik olmayan hesap yöntemi ile belirlenmesi	85
4.5	Mevcut Binanın Malzeme Kalitesi Düşük Halinin Analizi.....	99
4.5.1	Bina performansının doğrusal elastik hesap yöntemi ile belirlenmesi...	99
4.5.2	Bina performansının doğrusal elastik olmayan hesap yöntemi ile belirlenmesi	104
5.	SONUÇLAR.....	114
	KAYNAKLAR.....	119
	ÖZGEÇMİŞ.....	HATA! YER İŞARETİ TANIMLANMAMIŞ.

KISALTMALAR

ABYYHY	:Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
BHB	:Belirgin Hasar Bölgesi
CG	:Can Güvenliği
DBYBHY	:Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
ETABS	:Extended 3D Analyses of Building Systems
GB	:Göçme Bölgesi
GÇ	:Göçme Sınırı
GÖ	:Göçmenin Önlenmesi
GV	:Güvenlik Sınırı
HK	:Hemen Kullanım
İHB	:İleri Hasar Bölgesi
MHB	:Minimum Hasar Bölgesi
MN	:Minimum Hasar Sınırı
SAP2000	:Integrated Software For Structural Analyses & Design
SRSS	:Square Root of the Sum of the Squares
TS500	:Türk Standartları 500
UBC	:Uniform Building Code

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1: Sismik analiz ve dizaynda yapısal düzenlilik sonuçları.....	18
Çizelge 3.1: Binalar için bilgi düzeyi katsayıları	24
Çizelge 3.2: Betonarme kirişler için hasar sınırları.....	27
Çizelge 3.3: Betonarme kolonlar için hasar sınırları.....	28
Çizelge 3.4: Betonarme perdeler için hasar sınırları	28
Çizelge 3.5: Göreli kat ötelemesi sınırları	37
Çizelge 3.6: Binalar için farklı deprem etkileri altında hedeflenen performans düzeyleri.....	38
Çizelge 4.1: Katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri.....	44
Çizelge 4.2: Zemin kat X doğrultusu kiriş donatıları.....	45
Çizelge 4.3: Zemin kat Y doğrultusu kiriş donatıları.....	46
Çizelge 4.4: Zemin kat X doğrultusu kiriş moment kapasiteleri	47
Çizelge 4.5: Zemin kat Y doğrultusu kiriş moment kapasiteleri	48
Çizelge 4.6: Zemin kat X doğrultusu düşey eleman donatıları ve moment kapasiteleri	49
Çizelge 4.7: Zemin kat Y doğrultusu düşey eleman donatıları ve moment kapasiteleri	50
Çizelge 4.8: Zemin kat X doğrultusu kiriş etki/kapasite oranları	51
Çizelge 4.9: Zemin kat Y doğrultusu kiriş etki/kapasite oranları	52
Çizelge 4.10: Zemin kat X doğrultusu kiriş kesit hasar bölgeleri.....	53
Çizelge 4.11: Zemin kat Y doğrultusu kiriş kesit hasar bölgeleri.....	54
Çizelge 4.12: Zemin kat X doğrultusu düşey eleman etki/kapasite oranları	55
Çizelge 4.13: Zemin kat Y doğrultusu düşey eleman etki/kapasite oranları	56
Çizelge 4.14: Zemin kat X doğrultusu düşey eleman kesit hasar bölgeleri.....	57
Çizelge 4.15: Zemin kat Y doğrultusu düşey eleman kesit hasar bölgeleri.....	58
Çizelge 4.16: Kat kütleleri	59
Çizelge 4.17: Modal kütle katılım oranları.....	60
Çizelge 4.18: Modal katılım oranları.....	60
Çizelge 4.19: Hakim mod şekilleri.....	60
Çizelge 4.20: Taban kesme kuvveti-tepe noktası yerdeğiştirmesi	61
Çizelge 4.21: X ve Y yönlerine ait modal yerdeğiştirme ve modal ivme değerleri...63	
Çizelge 4.22: Tepe noktası yatay yerdeğiştirme istemi değerleri	65
Çizelge 4.23: Performans noktasındaki taban kesme kuvveti değerleri.....	65
Çizelge 4.24: Zemin kat X yönü kirişleri için toplam eğrilik istemi değerlerinin elde edilmesi	66
Çizelge 4.25: Zemin kat Y yönü kirişleri için toplam eğrilik istemi değerlerinin elde edilmesi	67
Çizelge 4.26: Zemin kat X yönü kirişlerinin deprem performans seviyeleri.....	68
Çizelge 4.27: Zemin kat Y yönü kirişlerinin deprem performans seviyeleri.....	69
Çizelge 4.28: Zemin kat X yönü düşey elemanları için toplam eğrilik istemi değerlerinin elde edilmesi	70

Çizelge 4.29: Zemin kat Y yönü düşey elemanları için toplam eğrilik istemi değerlerinin elde edilmesi	71
Çizelge 4.30: Zemin kat X yönü düşey elemanları deprem performans seviyeleri...	72
Çizelge 4.31: Zemin kat Y yönü düşey elemanları deprem performans seviyeleri...	73
Çizelge 4.32: Katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri	75
Çizelge 4.33: Zemin kat X doğrultusu kiriş moment kapasiteleri	75
Çizelge 4.34: Zemin kat Y doğrultusu kiriş moment kapasiteleri	76
Çizelge 4.35: Zemin kat X doğrultusu kiriş etki/kapasite oranları	77
Çizelge 4.36: Zemin kat Y doğrultusu kiriş etki/kapasite oranları	78
Çizelge 4.37: Zemin kat X doğrultusu kiriş kesit hasar bölgeleri	79
Çizelge 4.38: Zemin kat Y doğrultusu kiriş kesit hasar bölgeleri	80
Çizelge 4.39: Zemin kat X doğrultusu düşey eleman etki/kapasite oranları	81
Çizelge 4.40: Zemin kat Y doğrultusu düşey eleman etki/kapasite oranları	82
Çizelge 4.41: Zemin kat X doğrultusu düşey eleman kesit hasar bölgeleri	83
Çizelge 4.42: Zemin kat Y doğrultusu düşey eleman kesit hasar bölgeleri	84
Çizelge 4.43: Kat kütleleri	85
Çizelge 4.44: Modal kütle katılım oranları	86
Çizelge 4.45: Modal katılım oranları	86
Çizelge 4.46: Hakim mod şekilleri	87
Çizelge 4.47: Taban kesme kuvveti-tepe noktası yerdeğiştirmesi değeri	87
Çizelge 4.48: X ve Y yönlerine ait modal yerdeğiştirme ve modal ivme değeri	89
Çizelge 4.49: Tepe noktası yatay yerdeğiştirme istemi değeri	90
Çizelge 4.50: Zemin kat X doğrultusu kirişleri için toplam eğrilik istemi değeri elde edilmesi	91
Çizelge 4.51: Zemin kat Y doğrultusu kirişleri için toplam eğrilik istemi değeri elde edilmesi	92
Çizelge 4.52: Zemin kat X doğrultusu kirişlerinin deprem performans seviyeleri ...	93
Çizelge 4.53: Zemin kat Y doğrultusu kirişlerinin deprem performans seviyeleri ...	94
Çizelge 4.54: Zemin kat X doğrultusu düşey elemanları için toplam eğrilik istemi değerlerinin elde edilmesi	95
Çizelge 4.55: Zemin kat Y doğrultusu düşey elemanları için toplam eğrilik istemi değerlerinin elde edilmesi	96
Çizelge 4.56: Zemin kat X doğrultusu düşey eleman deprem performans seviyeleri	97
Çizelge 4.57: Zemin kat Y doğrultusu düşey eleman deprem performans seviyeleri	98
Çizelge 4.58: Zemin kat X doğrultusu kiriş kesit hasar bölgeleri	100
Çizelge 4.59: Zemin kat Y doğrultusu kiriş kesit hasar bölgeleri	101
Çizelge 4.60: Zemin kat X doğrultusu düşey eleman kesit hasar bölgeleri	102
Çizelge 4.61: Zemin kat Y doğrultusu düşey eleman kesit hasar bölgeleri	103
Çizelge 4.62: Kat kütleleri	104
Çizelge 4.63: Modal kütle katılım oranları	104
Çizelge 4.64: Modal katılım oranları	105
Çizelge 4.65: Hakim mod şekilleri	105
Çizelge 4.66: Taban kesme kuvveti-tepe noktası yerdeğiştirmesi değeri	106
Çizelge 4.67: X ve Y yönlerine ait modal yerdeğiştirme ve modal ivme değeri	107
Çizelge 4.68: Tepe noktası yatay yerdeğiştirme istemi değeri	109
Çizelge 4.69: Performans noktasındaki taban kesme kuvveti değeri	109
Çizelge 4.70: Zemin kat X doğrultusu kirişlerinin deprem performans seviyeleri .	110
Çizelge 4.71: Zemin kat X doğrultusu kirişlerinin deprem performans seviyeleri .	111
Çizelge 4.72: Zemin kat X doğrultusu düşey eleman deprem performans seviyeleri	112

Çizelge 4.73: Zemin kat Y doğrultusu düşey eleman deprem performans seviyeleri	113
Çizelge 5.1: 3 durumun hedef tepe yerdeğiştirme ve hedef taban kesme kuveti değerleri	116

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: A1-Burulma düzensizliği	6
Şekil 2.2: A2-Döşeme süreksizlikleri	7
Şekil 2.3: A3-Planda çıkıntılar bulunması	7
Şekil 2.4: B3-Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği	9
Şekil 2.5: UBC'ye göre düşeyde düzensizlik	12
Şekil 2.6: UBC'ye göre planda düzensizlik	15
Şekil 2.7: Eurocode 8 düşeyde düzenlilik kriterleri	21
Şekil 2.8: Eurocode 8 düşeyde düzenlilik kriterleri	21
Şekil 2.9: Eurocode 8 düşeyde düzenlilik kriterleri	22
Şekil 3.1: Kesit hasar sınırları ve hasar bölgeleri	24
Şekil 3.2: Performans noktasının belirlenmesi ($T_1(1) \geq T_B$)	33
Şekil 3.3: Performans noktasının belirlenmesi ($T_1^{(1)} < T_B$)	34
Şekil 4.1: Beton için gerilme-şekildeğiştirme grafiği	40
Şekil 4.2: Donatı çeliği için gerilme-şekildeğiştirme grafiği	40
Şekil 4.3: Binanın mevcut halinin kalıp planı	42
Şekil 4.4: Bina modelinin 3 boyutlu görüntüsü	43
Şekil 4.5: X yönü statik itme eğrisinin iki doğrulu diyagrama dönüştürülmesi	62
Şekil 4.6: Y yönü statik itme eğrisinin iki doğrulu diyagrama dönüştürülmesi	62
Şekil 4.7: X yönüne ait spektral ivme-spektral yerdeğiştirme diyagramı	64
Şekil 4.8: Y yönüne ait spektral ivme-spektral yerdeğiştirme diyagramı	64
Şekil 4.9: X yönü statik itme eğrisinin iki doğrulu diyagrama dönüştürülmesi	88
Şekil 4.10: Y yönü statik itme eğrisinin iki doğrulu diyagrama dönüştürülmesi	88
Şekil 4.11: X yönüne ait spektral ivme-spektral yerdeğiştirme diyagramı	89
Şekil 4.12: Y yönüne ait spektral ivme-spektral yerdeğiştirme diyagramı	90
Şekil 4.13: X yönü statik itme eğrisinin iki doğrulu diyagrama dönüştürülmesi	106
Şekil 4.14: Y yönü statik itme eğrisinin iki doğrulu diyagrama dönüştürülmesi	107
Şekil 4.15: X yönüne ait spektral ivme-spektral yerdeğiştirme diyagramı	108
Şekil 4.16: Y yönüne ait spektral ivme-spektral yerdeğiştirme diyagramı	108
Şekil 5.1: Doğrusal elastik hesap yönteminde kesit hasar bölgeleri % dağılımı	115
Şekil 5.2: 3 durumun X doğrultusu taban kesme kuvveti-tepe yerdeğiştirme grafiği	116
Şekil 5.3: 3 durumun Y doğrultusu taban kesme kuvveti-tepe yerdeğiştirme grafiği	116
Şekil 5.4: Doğrusal elastik olmayan hesap yönteminde kesit hasar bölgeleri % dağılımı	117

SEMBOL LİSTESİ

A_c	: Kolon ve perdenin brüt kesit alanı
$A(T)$	: Spektral ivme katsayısı
A_0	: Etkin yer ivmesi katsayısı
A_s	: Toplam donatı alanı
$a_1^{(i)}$	: (i)'inci itme adımı sonunda elde edilen birinci moda ait modal ivme
a_{y1}	: Birinci moda ait eşdeğer akma ivmesi
b	: Kolonun basınç yüzündeki kenar boyutu
b_w	: Kirişin gövde genişliği
C_{R1}	: Birinci moda ait spektral yerdeğiştirme oranı
D	: UBC'de ölü yük (sabit yük)
d	: Kirişin ve kolonun faydalı yüksekliği
d_i	: Binanın i'inci katında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yerdeğiştirme
$d_1^{(i)}$	: (i)'inci itme adımı sonunda elde edilen birinci moda ait modal yerdeğiştirme
$d_1^{(p)}$	: Birinci moda ait modal yerdeğiştirme istemi
d_{y1}	: Birinci moda ait eşdeğer akma yerdeğiştirmesi
E	: Elastisite modülü
E_c	: Çerçeve betonunun elastisite modülü
El_o	: Çatlamış kesit eğilme rijitliği
E_m	: UBC'de öngörülen maksimum deprem yükü
E_s	: Beton çeliğinin elastisite modülü
e_{0x}	: Eurocode'da x doğrultusu boyunca ölçülmüş kütle merkezi ve rijitlik merkezi arasındaki, gözönüne alınan x doğrultusu için hesaplanan mesafe
F_{fi}	: Birinci doğal titreşim periyodunun hesabında i'inci kata etkileyen fiktif yük
F_c	: Betonun basınç dayanımı
F_i	: Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nde i'inci kata etkileyen eşdeğer deprem yükü
f_c	: Sargılı betonda beton basınç gerilmesi
f_{cc}	: Sargılı beton dayanımı
f_{co}	: Sargısız betonun basınç dayanımı
f_e	: Etkili sargılama basıncı
f_s	: Donatı çeliğindeki gerilme
f_{sy}	: Donatı çeliğinin akma dayanımı
f_{su}	: Donatı çeliğinin kopma dayanımı
f_{cd}	: Betonun tasarım basınç dayanımı
f_{ck}	: Betonun karakteristik silindirik basınç dayanımı
f_{ctd}	: Betonun tasarım çekme dayanımı
f_{cm}	: Mevcut beton dayanımı
f_{ctm}	: Mevcut betonun çekme dayanımı
f_{yd}	: Hasır donatı çeliğinin tasarım akma dayanımı

f_{yk}	: Boyuna donatının karakteristik akma dayanımı
f_{ywd}	: Enine donatının tasarım akma dayanımı
f_{ywk}	: Enine donatının karakteristik akma dayanımı
g	: Yerçekimi ivmesi (9.81 m/s ²)
g_i	: Binanın i'inci katındaki toplam sabit yük
h	: Çalışan doğrultudaki kesit boyutu
h_i	: Kat yüksekliği
H_i	: Binanın i'inci katının temel üstünden itibaren ölçülen yüksekliği (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda i'inci katın zemin kat döşemesi üstünden itibaren ölçülen yüksekliği)
H_N	: Binanın temel üstünden itibaren ölçülen toplam yüksekliği (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda zemin kat döşemesi üstünden itibaren ölçülen toplam yükseklik)
L	: UBC'de canlı yük (hareketli yük)
l	: Perde uzunluğu
L_p	: Plastik mafsallık boyu
L_s	: Eurocode'da döşeme kütlelerinin plandaki dönme yarıçapı
l_w	: Başlık kolonların ağırlık merkezleri arasındaki mesafe
I	: Bina önem katsayısı
i	: İncelenen kat seviyesi
j	: İncelenen kat seviyesi
M_E	: Deprem etkisinde oluşan eğilme momenti
M_{G+Q}	: Düşey yükler etkisinde oluşan eğilme momenti
M_{ra}	: Kolonun veya perdenin serbest yüksekliğinin alt ucunda f_{cd} ve f_{yd} 'ye göre hesaplanan taşıma gücü momenti
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
$M_{rü}$	: Kolonun veya perdenin serbest yüksekliğinin üst ucunda f_{cd} ve f_{yd} 'ye göre hesaplanan taşıma gücü momenti
M_{x1}	: X deprem doğrultusunda doğrusal elastik davranış için tanımlanan birinci moda ait etkin kütle
m_i	: Binanın i'inci katının kütlesi ($m_i = w_i / g$)
N	: Deprem ve düşey yükler altında kolonda oluşan aksenal kuvvet
n	: Hareketli yük katılım katsayısı
N_D	: Düşey yükler altına kolonda oluşan aksenal kuvvet
N_d	: Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan aksenal kuvvet
(q)	: UBC'de Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
q_i	: Binanın i'inci katındaki toplam hareketli yük
R	: Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
r	: Etki/Kapasite oranı
r_{alt}	: Elemanın alt bölgesi için etki/kapasite oranı
$r_{üst}$	: Elemanın üst bölgesi için etki/kapasite oranı
$R_a(T)$	: Deprem yükü azaltma katsayısı
R_{y1}	: Birinci moda ait dayanım azaltma katsayısı
r_x	: Eurocode'da y doğrultusundaki burulma rijitliğinin karekökü
S_a	: Spektral ivme
$S(T)$	: Spektrum katsayısı

$S_{ae}(T)$	: Elastik spektral ivme
$S_{aR}(T)$	: n'inci doğal titreşim modu için azaltılmış spektral ivme
S_d	: Spektral yerdeğiştirme
S_{de1}	: Birinci moda ait doğrusal elastik spektral yerdeğiştirme
S_{di1}	: Birinci moda ait doğrusal elastik olmayan spektral yerdeğiştirme
s	: Enine donatı aralığı
T	: Binanın doğal titreşim periyodu
T_i	: Binanın i. doğal titreşim periyodu
T_A, T_B	: Spektrum karakteristik periyotları
$T_1^{(1)}$	: Başlangıçtaki (i=1) itme adımı birinci (deprem doğrultusunda hakim) titreşim moduna ait doğal titreşim periyodu
U_{hedef}	: Tepe noktası yatay yerdeğiştirme istemi
UX	: Yapının x yönü
UY	: Yapının y yönü
u_n	: Tepe noktası yerdeğiştirmesi
$u_{xN1}^{(i)}$	: Binanın N'inci katında x deprem doğrultusunda (i). itme adımı sonunda elde edilen birinci moda ait yerdeğiştirme
$u_{xN1}^{(p)}$	: Binanın N'inci katında x deprem doğrultusunda tepe yerdeğiştirme istemi
V	: Deprem ve düşey yükler etkisi altında kiriş uçlarında oluşan kesme kuvveti
V_e	: Kolon ve kirişte enine donatı hesabına esas alınan kesme kuvveti
V_r	: Kolon, kiriş veya perde kesitinin kesme dayanımı
$V_{x1}^{(i)}$	: x deprem doğrultusunda (i)'inci itme adımı sonunda elde edilen birinci moda (hakim) ait taban kesme kuvveti
V_b	: Taban kesme kuvveti
V_i	: Gözönüne alınan deprem doğrultusunda binanın i'inci katına etki eden kat kesme kuvveti
V_t	: Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nde gözönüne alınan deprem doğrultusunda binaya etkiyen toplam eşdeğer deprem yüğü (taban kesme kuvveti)
W	: Bina toplam ağırlığı
W_i	: Kat ağırlığı
w_i	: Binanın i'inci katının, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı
V_t	: Taban kesme kuvveti
Z	: Deprem bölge indeksi
$\emptyset$	: Donatı çapı
ΣA_e	: Herhangi bir katta, gözönüne alınan deprem doğrultusunda etkili kesme alanı
ΣA_g	: Herhangi bir katta, gözönüne alınan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda perde olarak çalışan taşıyıcı sistem elemanlarının enkesit alanlarının toplamı
ΣA_k	: Herhangi bir katta, gözönüne alınan deprem doğrultusuna paralel kargir dolgu duvar alanlarının (kapı ve pencere boşlukları hariç) toplamı
ΣA_w	: Herhangi bir katta, kolon enkesiti etkin gövde alanları A_w 'ların toplamı
α_1	: Birinci doğal titreşim modu için modal kütle katsayısı

β	: Mod Birleştirme Yöntemi ile hesaplanan büyüklüklerin alt sınırlarının belirlenmesi için kullanılan katsayı
Δi	: Binanın i'inci katındaki azaltılmış görelî kat ötelemesi
$(\Delta i)_{ort}$	: Binanın i'inci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelemesi
ΔF_N	: Binanın N'inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü
δ_i	: Binanın i'inci katındaki etkin görelî kat ötelemesi
$(\delta i)_{max}$	: Binanın i'inci katındaki maksimum etkin görelî kat ötelemesi
ϵ_c	: Beton basınç birim şekildeğiştirmesi
ϵ_{cg}	: Sargılı bölgenin en dış lifindeki beton basınç birim şekildeğiştirmesi
ϵ_{cu}	: Sargılı betondaki maksimum basınç birim şekildeğiştirmesi
ϵ_{sy}	: Donatı çeliğinin akma birim şekildeğiştirmesi
ϵ_s	: Donatı çeliğinin pekleşme başlangıcındaki birim şekildeğiştirmesi
ϵ_{su}	: Donatı çeliğinin kopma birim şekildeğiştirmesi
η_{bi}	: i'inci katta tanımlanan burulma düzensizliğı katsayısı
η_{ci}	: i'inci katta tanımlanan dayanım düzensizliğı katsayısı
η_{ki}	: i'inci katta tanımlanan rijitlik düzensizliğı katsayısı
Γ_1	: Birinci doğal titreşim modu için modal katılım katsayısı
$\omega_1^{(1)}$	: Başlangıçtaki (i=1) itme adımında birinci (deprem doğrultusunda hakim) titreşim moduna ait doğal açısal frekans
ω_B	: İvme spektrumundaki karakteristik periyoda karşı gelen doğal açısal frekans
ϕ_p	: Plastik eğrilik istemi
ϕ_t	: Toplam eğrilik istemi
ϕ_y	: Eşdeğer akma eğriliğı
Φ_{xN1}	: Binanın tepesinde (N'inci katında) x deprem doğrultusunda birinci moda ait mod şekli genliğı
λ	: Eşdeğer deprem yükü azaltma katsayısı
θ_p	: Plastik dönme istemi
ρ	: Çekme donatısı oranı
ρ_b	: Dengeli donatı oranı
ρ	: Basınç donatısı oranı

DÜŞEYDE DÜZENSİZ BETONARME BİR BİNANIN DEPREM ETKİSİ ALTINDAKİ YAPISAL PERFORMANSININ BELİRLENMESİ

ÖZET

Türkiye coğrafi konumu itibarıyla deprem kuşağında olan bir ülkedir. 1999 yılında Marmara Bölgesinde yaşanan büyük deprem başta olmak üzere, tarih boyunca çok sayıda can ve mal kayıpları yaşanmıştır. Bu kayıpların yaşanmasında, mevcut binaların öngörülen depremlere karşı yetersiz olması durumunun etkin bir rolü olduğu bilinmektedir. Bu doğrultuda 2007 yılında yürürlüğe giren Deprem Bölgelerinde Yapılan Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY)'nin 7. bölümünü oluşturan, mevcut binaların deprem etkileri altındaki performanslarının değerlendirilmesi konusu bu çalışmanın kapsamını oluşturur.

Bu çalışmada yeni deprem yönetmeliğine göre yapılmış, düşeyde ve planda düzenli betonarme bir bina ile söz konusu binanın düşeyde düzensiz hale getirilmiş durumunun performans analizi, doğrusal elastik analiz yöntemi ve doğrusal olmayan statik itme analizi yöntemi ile yapılmıştır.

Birinci bölümde, çalışmanın amacı, çalışma esasları ve konu ile ilgili daha önce yapılmış çalışmalara yer verilmiştir.

İkinci bölümde, çalışmanın esas konusunu oluşturan düzensizlik kavramı üzerinde durulmuş ve çeşitli yönetmeliklerdeki düzensizlik durumları şekiller, grafikler ve açıklamalarla özetlenmiştir.

Üçüncü bölümde, performans kavramı üzerinde durulmuştur. Ayrıca, DBYBHY 2007' ye göre performansın belirlenmesindeki yöntem ve esaslar özetlenmiştir.

Dördüncü bölümde, bina mevcut hali, yapı malzemeleri kalitesinin daha düşük kabul edildiği hali ve düşeyde düzensiz hali SAP2000 v9.0.3 ve ETABS v9.5 programlarında tasarlanmış, ayrıca doğrusal elastik analiz yöntemiyle ve doğrusal elastik olmayan analiz yöntemiyle çözülmüştür ve karşılaştırılmıştır. Analizlerden elde edilen sonuçlar; grafiklerle ve çizelgelerle karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

Çalışmada bulguların tartışıldığı sonuçlar bölümünde, hesaplara ait yapısal performans seviyeleri ile üç farklı durum için değişimleri karşılaştırmalı olarak irdelenmiştir. Ayrıca binanın deprem güvenliğinin mevcut yapısı ve malzemesi ile yakın ilişkisi ortaya konulmuştur.

DETERMINATION OF THE SEISMIC PERFORMANCE OF A VERTICALLY IRREGULAR REINFORCED CONCRETE BUILDING

SUMMARY

Due to its geographical location, Turkey settles on a region with high seismicity. Earthquakes, especially the destructive one that took place in Marmara Region in 1999 caused life and property losses. It is commonly known that lack of proper design and structural material quality in the existing structures played an important role on these losses. In this point of view, the seventh chapter of the Turkish Earthquake Resistant Design Code with the title 'performance of the existing structures under the earthquake effects' deals with the structural performance evaluation of existing buildings.

In this study, a newly designed and constructed regular reinforced-concrete building is investigated by means of structural performance under seismic loads. Assuming poor material quality as a second case, removing some columns from the structural system of a third case, structural performances are calculated and compared with the original system. Computations of structural performances are carried out considering two different solution techniques: Linear Elastic Capacity Method and Non-linear Static Pushover Analyses.

The first chapter contains the purpose of the study, principles of the study and the other studies about this subject which has been done before

The second chapter has elaborated the notion of the irregularity which is the fundamental theme of this study and the irregularity cases have been condensed with figures, graphics and explanations.

In the third chapter the notion of the performance has been emphasized. Besides, principles of the performance values according to Turkish Regulation have been explained with graphics and figures.

The fourth chapter has been designed to emphasise the existing building, the version of the reduced quality material that is used in the construction of foregoing building on the softwares of SAP2000 v.9.0.3 and ETAPS v.9.5. moreover the building has been analyzed and compared with either the linear analyses method and nonlinear analyses method. The results of the analyses have been represented with graphics and charts.

In the final section, it has been commented on the result of the study and the obtained values. Otherwise, the relation of earthquake safety of existing structures and material that is used in the structure has been declared.

1. GİRİŞ

Deprem esnasında yapı sistemleri önceden büyüklüğü ve süresi kestirilemeyen bazı yüklere maruz kalır ve bu yükler etkisinde büyük kesit zorlamaları, burulmalar ve momentler ortaya çıkar. Bu etkiler yapının kapasitesine göre büyük maddi hasarlara yol açabileceği gibi, ani çökmelerle can kayıplarına da sebep olabilir.

Deprem etkileri binanın tasarımı, kat yüksekliği ve buna bağlı olarak ağırlığı, yapım hataları, malzeme kalitesi gibi birçok etkene göre farklılık gösterir. Ancak günümüzün ekonomik koşulları ve mimari kaygıları yapının her zaman simetrik, uzun konsolları ve büyük döşeme boşlukları olmayan, düşeyde süreklilik gösteren taşıyıcı elemanlar bulunduran şekilde tasarlanmasını engeller. Bu etkenler altında deprem etkilerinin en aza indirilebilmesi için birçok yöntem geliştirilmiştir ve bu çalışmalar birçok hesap yöntemi ortaya çıkarmıştır. Bunlardan bir tanesi de bu tezin konusu olan doğrusal olmayan statik itme analizi (pushover) 'dir.

Binanın düşey yüklerini sabit tutup yatay yükleri kademeli olarak arttırarak, bir performans noktası belirleyip bu performans noktasında kesit hasar sınırlarını kontrol ederek performans seviyesi tespiti yapmaya yarayan, doğrusal olmayan bu hesap yöntemine statik itme analizi denir. Bu yöntem, binanın deprem etkisindeki gerçek davranışını temsil ederek, çözümlemenin daha detaylı ve doğru bir şekilde yapılmasına olanak verir.

Bu çözümleme yöntemiyle, yapının elastik sınır ötesi plastik davranışını gözönünde tutularak, binanın kullanım özelliği ve belirlenen performansı için oluşabilecek depremlerde en az can ve mal kaybının oluşmasına imkan vererek güvenilir ve gerçeğe yakın bir hesaplama yapılmaktadır.

Öztunç (1996), çalışmasında taşıyıcı sistemi düşeyde düzensiz bir binanın statik ve dinamik davranışları incelemiştir. Teze konu olan yapı, taşıyıcı sistemi kolon ve kirişlerin oluşturduğu düzensiz çerçevelerden oluşmuş bir bina. Çalışmada farklı düzensizliklerden bahsedilip konuyla ilgili araştırmalara yer verilmiş olup konsol ucunda kolon uygulaması şeklinde tarif edilen düşeyde düzensiz bir yapı

incelenmiştir. Kolonları aynı düşey doğrultuda bulunmayan sistemlerde deprem kuvvetlerinin karşılanmasında etkili olan çerçeve sistemi kurulamamakta ve düzenli yapılan bir yapının işçilik ve maliyet açısından daha avantajlı olduğu sonucuna varılmıştır.

Yaver (1997), çalışmasında düşeyde düzensiz çok katlı betonarme bir binanın deprem davranışlarını incelemiştir. Çalışmasına konu olan yapı, 8 katlı, taşıyıcı sistemi kolon ve kirişlerden oluşan düşeyde düzensiz çerçeveler ile teşkil edilmiş bir binadır. Zemin kat dış eksen kolonlarına üst düğüm noktalarından mesnetlenen konsolların uç kısımlarına birinci kat dış cephe kolonlarının mesnetlenmesi ile oluşan düşeyde B3 türü düzensiz bir yapıdır. Düşeyde düzensiz bu binanın, üç boyutlu statik ve dinamik analizleri, kolonların tabanda ankastre olmaları yanında, zemin rijitliğinin bir parametre olarak gözönüne alınması halleri için ayrı ayrı olarak incelenmiştir. Eşdeğer statik çözümlemede deprem yönetmeliğinde verilen yöntem kullanılmıştır. Çalışmanın yapılmasındaki amaç, statik ve dinamik analiz sonuçlarının karşılaştırarak, yapıların taşıyıcı sistemlerini oluşturan çerçeve elemanlarının süreksizlik göstermemelerinin istenmeyen bir hal olduğunu ortaya koyup, bu gibi durumlarda ortaya çıkacak kesit ve rijitlik farklılıklarını belirtmektir.

Güney (1997), çalışmasında B3 olarak adlandırılan “Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği” düzensizliğini içeren birinci kat kolonlarının eksenlerinden saparak konsollara oturması durumunu idealize eden bir yapı hazırlamıştır. Konsollar yönetmeliğin izin verdiği maksimum değer olan 1,5 m uzunluğunda alınmıştır. Bina beş katlı olarak tasarlanıp birinci katta zemin kattan gelen kolonlar 1,5 m eksenden kayarak bu konsollara oturtulmuştur. Bina üç boyutlu olarak SAP90 programıyla incelenip statik ve dinamik çözümlemeler kullanılmıştır. Sonuç olarak, düşeyde kolonların konsol kirişlere oturtulmasıyla oluşturulan sistemlerde kolonların oturduğu konsollarda büyük mertebelerde moment ve kesme kuvveti ortaya çıktığından, önlemler alınarak emniyetin sağlanmasının zorunlu olduğu tespit edilmiştir. Böyle bir süreksizlikten kaynaklanacak durumu giderebilmek için iç kirişte guse yapmak, iç kirişin yüksekliğinin artırılması, konsola oturan kat sayısının ya da konsol yüklerinin artması durumunda kiriş kesitini artırmak veya kat sınırlaması yerine konsolu üçgen perdeye dönüştürmek gibi çözümler önerilmiştir. Ayrıca yönetmelikte de belirtildiği gibi kolonun oturduğu kirişte ve bu kirişin bağlandığı düğüm noktasına birleşen diğer taşıyıcı sistem

elemanlarının bütün kesitlerinde düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm iç kuvvet değerlerinin %50 artırılması şartının sağlanması gerektiği de öngörülmüştür.

Bayhan (2003), ABYYHY’de tanımlanan A1 Burulma Düzensizliği, A4 Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması ve B3 Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği durumlarına sahip, sekiz katlı betonarme perde-çerçeve taşıyıcı sistemi olan ve çevre kirişleri ile düşey taşıyıcı elemanlara bağlı kirişsiz döşemeler ile düzenlenmiş bir binanın deprem yükleri etkisindeki davranışını irdelenmiştir. Bina, SAP2000 programıyla üç boyutlu olarak modellenmiştir. Çalışma sonucunda, B3 tipi düzensizlik görülen binalarda, düşey taşıyıcı elemanların kiriş açıklıklarına oturtulması sonucu yüksek iç kuvvet değerleri meydana gelmekle beraber, ABYYHY’de bir önlem olarak yer alan “depremin ve düşey yüklerin ortak etkisinden oluşan tüm iç kuvvetlerin, kolonların açıklığa oturduğu kirişlerin bütün kesitlerinde ve buna bağlanan elemanların tüm düğüm noktalarında %50 artırılması” koşulunun, bu düzensizliğin etkilerini dikkate almak bakımından yerinde bir uygulama olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, B3 düzensizliği olan yapılarda yerleşim her ne kadar simetrik ve rijitlik ve ağırlık merkezlerinin çakışacağı bir sistem oluşturulsa da, alt katlarda ortaya çıkan A1 burulma düzensizliğini engellemenin güç olduğu saptanmıştır.

Kartal (2006), taşıyıcı sistemlerinde düşeyde düzensizliğin mevcut olduğu altı katlı farklı iki betonarme binayı SAP2000 programı yardımıyla Statik İtme Analizi Yöntemi kullanarak, performansa dayalı tasarım yaklaşımı ile ele almıştır. Birinci bina için yapılan çözümleme sonuçlarına göre, yapının x yönündeki deprem güvenliğinin y yönüne oranla oldukça zayıf olduğu tespit edilip, deprem güvenliğinin artırılmasına karar verilmiştir. Yapı için perde elemanlar ilave edilmesi ve perde uçlarındaki kolonların mantolanması şeklinde bir güçlendirme yöntemi seçilmiştir. Bu çözüm, sistemin rijitliğinin artmasını sağlayarak yapının performans seviyesini yükseltmiştir. İkinci yapı için SAP2000 programından elde edilen analiz sonuçlarına dayanılarak performans seviyesi araştırıldığında, binanın her iki doğrultu için de güç tükenmesi durumunda olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, yapının düzensizliği giderilerek mevcut taşıyıcı sistemin iyileştirilmesi öngörülmüştür. Bina dış eksenlerinde bulunan ve zemin katta devam etmeyen kolonların devamı sağlanmış ve bina köşelerine L şeklinde perde elemanı ilave edilmiştir. Güçlendirilen

yapının performans seviyesinin her iki yön için de sınırlı güvenlik aralığında olduğu belirlenmiştir.

Yapılarda bulunan taşıyıcı sistem düzensizliği, binaların deprem yükleri etkisindeki davranışını olumsuz olarak etkileyen faktörlerdendir. Bu çalışmada da konu olan düşey doğrultuda düzensizlikler, gerek DBYBHY-2007’de; gerekse farklı ülkelere ait önemli tasarım yönetmeliklerinde ele alınmıştır. Yapısal düzensizliklerin, binaların sismik davranışına olan etkisi hakkında son yıllarda yoğun olarak araştırmalar yapılmıştır. Bunlar arasından Bakkaloğlu (2007), 2 bodrum kat, zemin kat ve 4 normal kattan oluşan toplam 7 katlı düşeyde düzensiz betonarme bir yapıyı incelemiştir. Kolon süreksizliği olan bu yapıda farklı hesap yöntemleri ile çözümleme yapılarak gerek yapısal düzensizliğin etkileri gerekse yönetmelikte mevcut yapıların performansının belirlenmesi için önerilen yaklaşık hesap yöntemlerinden olan doğrusal olmayan statik itme analizi ile diğer sonuçların uyumu karşılaştırılmalı olarak incelenmiştir.

2. DÜZENSİZ YAPILAR

Yapılan çalışmalar birbirine dik herhangi iki ekseninde simetrik olan, büyük konsolları ve boşlukları olmayan, taşıyıcı sistemi tüm katlarda devam eden ve donatı simetrisine sahip yapıların model davranışlarının gerçek davranışlarına yakın olduğunu, inşası sırasında meydana gelebilecek işçilik hatalarının en aza indirildiğini, bunun ise maliyet ve inşaa hızı açısından büyük avantaj sağladığını ortaya koymuştur. Bunlar, yapıların deprem kuvveti altında gelecek olan ek gerilmelerin en aza inmesini ve yapının performansının artmasını sağlayacaktır. Yapının simetrik olması, rijitlik merkezi ile kütle merkezinin birbirine yakın olmasını ve böylece ek burulma kuvvetlerinin taşıyıcı eleman boyutlandırmasındaki kesitleri en az etkilemesini sağlayacaktır. Yapı kesitlerinin belirlenmesinde yapının düzenli veya düzensiz olması büyük rol oynamaktadır. Bu düzensizlikler çeşitli yönetmeliklerle sınırlanmış ve düzensizlik tanımları yapılmıştır.

2.1 DBYBHY 2007’de Yapısal Düzensizlikler

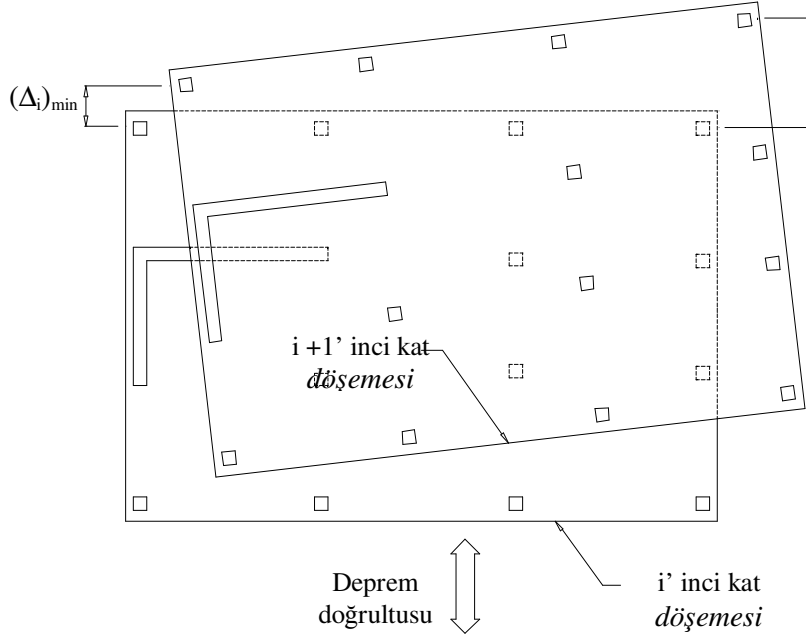
Halihazırda yürürlükte bulunan 2007 tarihli DBYBHY esaslarına göre, yapısal düzensizlikler planda ve düşey doğrultuda olmak üzere iki grupta toplanmaktadır. Bunlardan ilki kısaca A türü, ikincisi ise B türü düzensizlikler olarak tanımlanmıştır.

2.1.1 Planda düzensizlikler

Yönetmelikte planda üç farklı tip düzensizlik durumu tanımlanmıştır. Bu düzensizlikler aşağıda özetlenmiştir.

2.1.1.1 A1-Burulma düzensizliği

Bir katta %5’lik yatay kuvvet dış merkezliği altında öteleme ve burulma sonucu oluşan en büyük göreceli kat ötelemesinin ortalama göreceli kat ötelemesine oranının 1.2’den büyük olması durumudur.



Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda

$$(\Delta_i)_{ort} = 1/2 [(\Delta_i)_{max} + (\Delta_i)_{min}]$$

Burulma düzensizliği katsayısı :

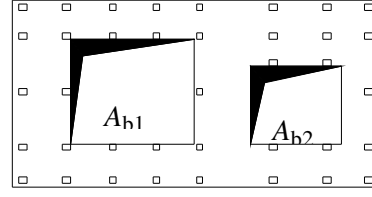
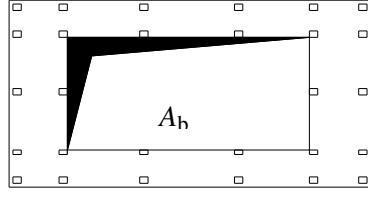
$$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{max} / (\Delta_i)_{ort}$$

Burulma düzensizliği durumu : $\eta_{bi} > 1.2$

Şekil 2.1: A1-Burulma düzensizliği

2.1.1.2 A2- Döşeme süreksizlikleri

Katlarda diyafram görevi yapan döşeme sistemlerinde %33'den fazla boşluk bulunması ve döşeme düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalma olması durumudur.



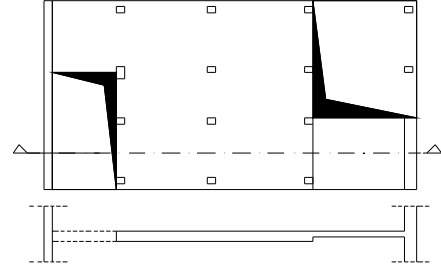
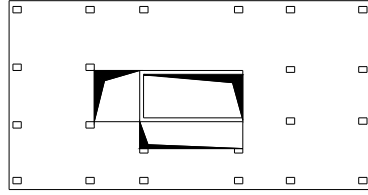
$$A_b = A_{b1} + A_{b2}$$

A2 türü düzensizlik durumu – I

$$A_b / A > 1/3$$

A_b : Boşluk alanları toplamı

A : Brüt kat alanı



A2 türü düzensizlik durumu – II

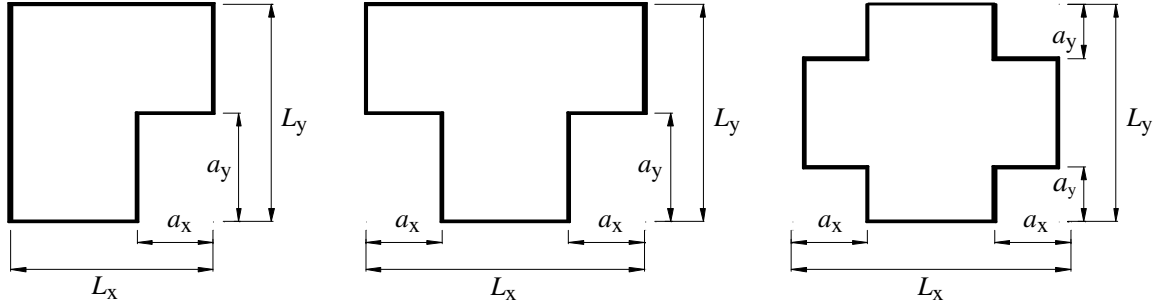
Kesit A-A

A2 türü düzensizlik durumu – II ve III

Şekil 2.2: A2-Döşeme süreksizlikleri

2.1.1.3 A3- Planda çıkıntılar bulunması

Planda her iki doğrultudaki çıkıntıların bu doğrultudaki toplam plan boyutunun %20'sinden fazla olması durumudur.



Şekil 2.3: A3-Planda çıkıntılar bulunması

2.1.2 Düşey doğrultuda düzensizlik durumları

Yönetmelikte düşeyde üç farklı tip düzensizlik durumu tanımlanmıştır. Bu düzensizlikler aşağıda özetlenmiştir.

2.1.2.1 B1- Komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)

Herhangi bir katın etkili kesme alanının, üst katına oranının 0.8'den küçük olması durumudur.

$$[\eta_{ci} = (\sum A_e)_i / (\sum A_e)_{i+1} < 0.80] \quad (2.1)$$

Herhangi bir katta etkili kesme alanı şu şekilde tanımlanmıştır.

$$\sum A_e = \sum A_w + \sum A_g + 0.15 \sum A_k \quad (2.2)$$

Burada;

$\sum A_e$ = Herhangi bir katta, gözönüne alınan deprem doğrultusunda etkili kesme alanı

$\sum A_w$ = Herhangi bir katta, gözönüne alınan deprem doğrultusunda kolon enkesiti etkin gövde alanları toplamı

$\sum A_g$ = Herhangi bir katta, gözönüne alınan deprem doğrultusunda perde enkesit alanlarının toplamı

$\sum A_k$ = Herhangi bir katta, gözönüne alınan deprem doğrultusunda dolgu duvar alanlarının (kapı ve pencere boşlukları hariç) toplamı

B1 türü düzensizliğinin bulunduğu binalarda, i'inci kattaki dolgu duvarı alanlarının toplamı bir üst kattakine göre fazla ise, hesapta dolgu duvar alanları gözönüne alınmayacaktır. $0.60 \leq (\eta_{ci})_{min} < 0.80$ aralığında ise Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R), 1.25 $(\eta_{ci})_{min}$ değeri ile çarpılarak binanın tümüne uygulanacaktır. $\eta_{ci} < 0.60$ durumunda ise zayıf katın rijitliği ve dayanımı artırılarak hesap tekrarlanacaktır.

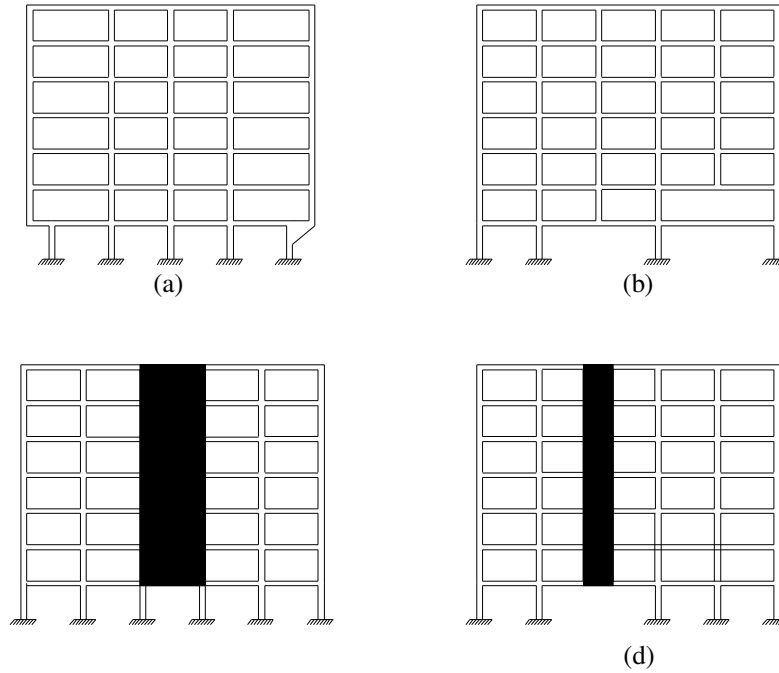
2.1.2.2 B2- Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)

Bir katta %5'lik yatay kuvvet dış merkezliği altında oluşan ortalama görelî kat ötelemesinin üst veya alt katın ortalama görelî kat ötelemesine oranının 2'den fazla olması durumudur.

$$[\eta_{ki} = (\Delta_i / h_i)_{\text{ort}} / (\Delta_{i+1} / h_{i+1})_{\text{ort}} > 2.0 \text{ veya } \eta_{ki} = (\Delta_i / h_i)_{\text{ort}} / (\Delta_{i-1} / h_{i-1})_{\text{ort}} > 2.0] \quad (2.3)$$

2.1.2.3 B3- Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği

Taşıyıcı sistemi oluşturan düşey elemanların alt katlarda devam etmemesi durumudur.



Şekil 2.4: B3-Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği

- (a) Kolonların konsol kirişlere veya guselere oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez.
- (b) Kolonun kirişe oturması durumunda, kirişin ve bu kirişe bağlı kiriş ve kolonların bütün kesitlerinde, düşey yükler ve iç kuvvetler %50 oranında arttırılacaktır.
- (c) Perdelerin kolonlara oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez.
- (d) Perdelerin kirişlerin ortasına oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez.

2.2 Uniform Building Code (1997)'da Yapısal Düzensizlikler

UBC'ye göre düzensiz yapılar genel olarak aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır.

1. Düzensiz binalar, geometrileri bakımından veya yatay yük taşıyan yapısal elemanlarında önemli fiziksel süreksizliklere sahiptir. Düzensizliğe neden olan özellikler aşağıda tanımlanmıştır fakat sınırlandırılmamıştır. Birinci derece sismik bölgede yer alan tüm yapılar ve ikinci derece sismik bölgenin 4. ve 5. kategorilerinde yer alan yapılar, sadece 5. tip düşey düzensizlik (zayıf kat) ve 1. tip yatay düzensizlik (burulma düzensizliği) durumları için ele alınmalıdır.
2. Düşeyde yapısal düzensizliklerde tanımlanan özellikleri barındıran yapılar düşeyde düzensizliğe sahip yapılar olarak adlandırılır.

İstisna: Tasarım deprem kuvvetleri altındaki kat yerdeğiştirme oranı, üst katın yerdeğiştirme oranından 1.3 kat büyük değilse, bu yapının düşey yapısal düzensizliklerden 1. ve 2. Tip düzensizliklere (rijitlik düzensizliği ve kütle düzensizliği) sahip olmadığı farz edilir. En üstteki iki kat için kat yerdeğiştirme oranı gözönüne alınmayabilir. Bu tip yapılarda hesaplanan kat yerdeğiştirmesinde burulma etkileri ihmal edilebilir.

3. Planda yapısal düzensizliklerde tanımlanan özellikleri barındıran yapılar planda düzensizliklere sahip yapılar olarak adlandırılır.

2.2.1 Düşeyde yapısal düzensizlikler

2.2.1.1 Tip 1 - Rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)

Yumuşak kat, herhangi bir katın yatay ötelenme rijitliğinin üst katın yatay ötelenme rijitliğinin %70'inden az olması veya üstteki üç katın ortalama yanal rijitliğinin %80'inden az olması durumunda oluşur. Bu tip düzensizliği içeren yapılarda dinamik yatay kuvvet yöntemi uygulanır.

2.2.1.2 Tip 2 - Ağırlık (kütle) düzensizliği

Kütle düzensizliği, herhangi bir katın etkin kütesinin, komşu bir katın (alt veya üst) etkin kütesinden %150 oranında daha fazla olması durumunda ortaya çıkar. Alt katının ağırlığından daha hafif olan çatı katının gözönüne alınmasına gerek yoktur. Bu tip düzensizliği içeren yapılarda dinamik yatay kuvvet yöntemi uygulanır.

2.2.1.3 Tip 3 - Düşeyde geometrik düzensizlik

Düşeyde geometrik düzensizlik, yatay yük taşıyan sistemlerde herhangi bir katın plan boyutunun, komşu katın plan boyutundan %130 oranında daha fazla olması durumunda oluşur. Bu tip düzensizliği içeren yapılarda dinamik yatay kuvvet yöntemi uygulanır.

2.2.1.4 Tip 4 – Yatay yük taşıyan sistemlerde düşey eleman süreksizliği

Bu düzensizlik, yatay yük taşıyan düşey elemanların eksenlerinden sapma uzunluğunun, bu elemanların enkesit boyutlarından büyük olması durumunda ortaya çıkar. Bu düzensizliği içeren yapılar aşağıda belirtilen özel sismik yük kombinasyonlarıyla bulunan yüklere dayanıklı olmalıdırlar.

$$1.2D + f_1L + 1.0E_m \quad (2.4)$$

$$0.9D \pm 1.0E_m \quad (2.5)$$

Burada;

D = ölü yük (sabit yük)

L = canlı yük (hareketli yük)

E_m = öngörülen maksimum deprem yükü

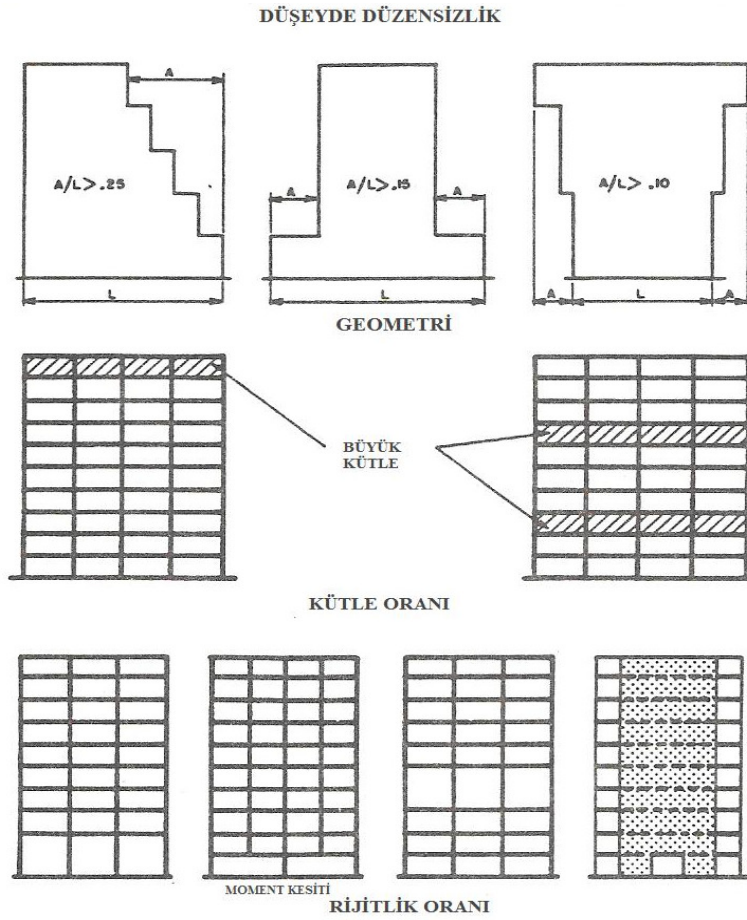
$f_1 = 1.0$: insanların toplu olarak bulunduğu yerlerde, otoparklarda ve hareketli yükün 4.79 kN/m^2 'den fazla olduğu yerlerde

1.5 : diğer hareketli yükler için

İstisna: E_m yük değeri yatay yük taşıyan sistemler tarafından elemanlara iletilen maksimum yük değerini aşmamalıdır.

2.2.1.5 Tip 5 - Kapasite süreksizliği (zayıf kat)

Zayıf kat, herhangi bir katın dayanımının, üst katının dayanımından %80 oranında küçük olması durumunda oluşur. Kat dayanımı, gözönüne alınan doğrultudaki kat kesme kuvvetlerini paylaşan sismik dayanıklı elemanların kesme kuvveti kapasitelerinin toplamıdır. Zayıf kat dayanımının üst katın dayanımının %65'inden küçük olduğu yapılar, iki kattan fazla olmamalı veya 30 feet (9.14 m) sınırını aşmamalıdır.



Şekil 2.5: UBC'ye göre düşeyde düzensizlik

2.2.2 Planda yapısal düzensizlikler

2.2.2.1 Tip 1 – Burulma düzensizliği (rijit diyafram kabulü durumunda)

Burulma düzensizliği, ek dışmerkezlik etkilerini de gözönüne alarak bir katın belirli bir doğrultudaki maksimum yerdeğiştirmesinin, o katın her iki doğrultudaki ortalama yerdeğiştirmesinden 1.2 kat fazla olması durumunda ortaya çıkar.

Bu tip düzensizliğe sahip elemanların tasarımında ortagonal etkileri gözönüne almak için tanımlanan deprem doğrultusundaki deprem kuvvetinin %100'üyle bu yöne dik doğrultudaki deprem kuvvetinin %30'u toplanır. Bu işlem birbirine dik her iki doğrultu için ayrı ayrı yapılır ve büyük olan değere göre tasarım yapılır. Alternatif olarak iki ortagonal yöne göre bulunan değerlerin karelerinin toplamın karekökü yöntemine (SRSS) göre bulunan değer, tasarımda kullanılır. SRSS metodu kullanıldığında hesaplanan her terimin işareti elverişsiz etkileri verecek şekilde atanacaktır.

Bu tip planda düzensizliğe sahip 3. ve 4. derece sismik bölgelerde bulunan yapılarda diyafram döşemelerin düşey elemanlarla bağlantıları, deprem yüklerine dayanıklı elemanlar için izin verilen gerilmelerde gözönüne alınan üçte bir artış ve yük artırımını süresi ihmal edilerek tasarlanmalıdır.

2.2.2.2 Tip 2 – Plandaki çıkıntılar

Yapının plandaki şekli itibariyle girinti-çıkıntı içeren yatay yük taşıyan sistemlerde, planda herhangi bir doğrultudaki çıkıntıların uzunluğunun yapının o doğrultudaki toplam uzunluğunun %15'inden büyük olduğu koşullarda oluşan düzensizlik durumudur.

Bu tip planda düzensizliğe sahip 3. ve 4. derece sismik bölgelerde bulunan yapılarda diyafram döşemelerin düşey elemanlarla bağlantıları, deprem yüklerine dayanıklı elemanlar için izin verilen gerilmelerde gözönüne alınan üçte bir artış ve yük artırımını süresi ihmal edilerek tasarlanmalıdır.

Bu tip düzensizliğe sahip 3. ve 4. derece sismik bölgelerde bulunan yapılarda diyafram döşemeler ve ötelenen elemanlar, yapının çıkıntılarının bağımsız hareketi gözönüne alınarak tasarlanmalıdır. Bu diyafram elemanların her biri aşağıdaki durumlardan en elverişsiz iç kuvvet yaratana göre tasarlanmalıdır.

- Çıkıntıların aynı yöndeki hareketi
- Çıkıntıların zıt yönlerdeki hareketi

İstisna: Tasarımda kullanılacak yatay deprem kuvvetlerinin belirlenmesinde 3 boyutlu modelleme yapılacaksa yukarıdaki şartın sağlandığı kabul edilir.

2.2.2.3 Tip 3 – Döşeme süreksizliği

Diyaframların (döşemelerin) rijitliklerinin ani süreksizliği veya değişimi durumunda oluşur. Plandaki boşlukların toplam alanının, toplam döşeme alanının %50'sinden fazla olduğu ve etkili diyafram rijitliğinin bir kattan diğerine oranla %50 daha fazla olduğu durumlarda ortaya çıkar.

Bu tip planda düzensizliğe sahip 3. ve 4. derece sismik bölgelerde bulunan yapılarda diyafram döşemelerin düşey elemanlarla bağlantıları, deprem yüklerine dayanıklı elemanlar için izin verilen gerilmelerde gözönüne alınan üçte bir artış ve yük artırımı süresi ihmal edilerek tasarlanmalıdır.

2.2.2.4 Tip 4 – Düzlem dışına sapma

Taşıyıcı sistemde, düşey elemanların eksenlerinin dışına çıkması durumunda olduğu gibi, yatay kuvvetlerin iletiminde süreksizliklerin ortaya çıkmasıyla oluşur.

Bu tip düzensizliği içeren yapılar aşağıda belirtilen özel yük birleşim kurallarıyla bulunan yüklere dayanacak kapasiteye sahip olmalıdır.

$$1.2D + f_1L + 1.0E_m \quad (2.6)$$

$$0.9D \pm 1.0E_m \quad (2.7)$$

İstisna: E_m yük değeri, yatay yük taşıyan sistemler tarafından elemanlara iletilen maksimum yük değerini aşmamalıdır.

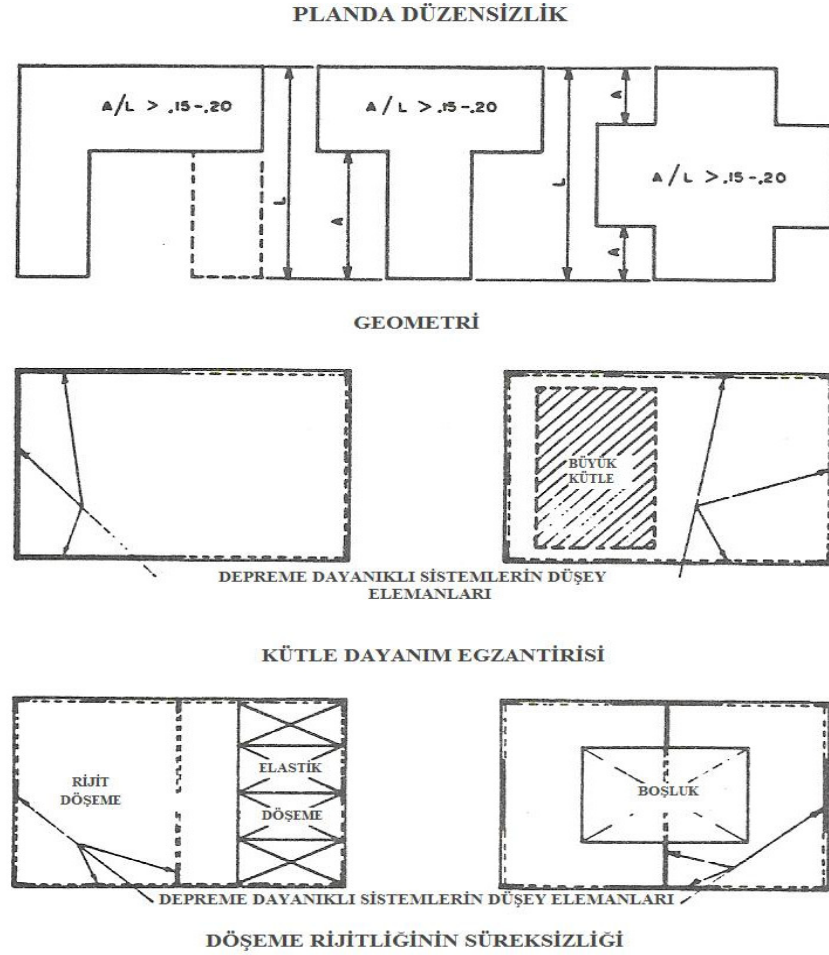
Bu tip planda düzensizliğe sahip 3. ve 4. derece sismik bölgelerde bulunan yapılarda diyafram döşemelerin düşey elemanlarla bağlantıları, deprem yüklerine dayanıklı elemanlar için izin verilen gerilmelerde gözönüne alınan üçte bir artış ve yük artırımı süresi ihmal edilerek tasarlanmalıdır.

2.2.2.5 Tip 5 – Paralel olmayan sistemler

Yatay yük taşıyan düşey elemanların, birbirlerine göre paralel olmaması ya da bu elemanların ortagonal düzende yerleştirilmemesi durumunda oluşur.

Bu tip düzensizliğe sahip elemanların tasarımında, ortagonal etkileri gözönüne almak için tanımlanan deprem doğrultusundaki deprem kuvvetinin %100'üyle bu yöne dik doğrultudaki deprem kuvvetinin %30'u toplanır. Bu işlem birbirine dik her iki doğrultu için ayrı ayrı yapılır ve büyük olan değere göre tasarım yapılır. Alternatif

olarak iki ortagonal yöne göre bulunan değerlerin karelerinin toplamın karekökü yöntemine (SRSS) göre bulunan değer, tasarımda kullanılır. SRSS metodu kullanıldığında hesaplanan her terimin işareti en konservatif olacak şekilde atanacaktır.



Şekil 2.6: UBC'ye göre planda düzensizlik

2.3 Eurocode 8'de Yapısal Düzensizlikler

2.3.1 Yapının genel davranışı

Eurocode 8'e göre, taşıyıcı sistemin düzenlenmesinde aşağıda belirtilen kuralların yapılarda uygulanması istenmektedir. Bu kurallar, deprem durumunda bina içindeki insan hayatının korunmasına, hasarın sınırlı tutulmasına ve önemli yapılardaki faaliyetin devam etmesinde yöneliktir.

2.3.1.1 Taşıyıcı sistemin basitliği

Deprem etkilerinin, meydana geldiği yerden zemine açık ve dolaysız yollardan iletilmesi sağlanmalıdır. Bu tür basitlik durumunda taşıyıcı sistemin modellenmesi, çözümlenmesi, boyutlandırılması, donatı düzeninin oluşturulması ve inşa edilmesi çok daha az belirsizlik içerir. Bu nedenle bu tür yapıların deprem davranışının belirlenmesi çok daha güvenilirdir.

2.3.1.2 Düzgünlük ve simetri

- Taşıyıcı sistem elemanlarının planda düzgün dağıtılması, atalet kuvvetlerinin kısa yoldan dolaysız olarak iletilmesini sağlar. Gerekli zaman bina, planda dinamik olarak birbirinden bağımsız olacak şekilde deprem derzleriyle parçalara ayrılabilir.
- Yapı yüksekliği boyunca, taşıyıcı sistem düşey kesitinde düzgünlük sağlanarak, göçmeye sebep olacak gerilme yığılması ve büyük süneklik ihtiyacı ortadan kaldırılabilir.
- Plandaki kütle dağılımına uygun olarak oluşturulacak dayanım ve rijitlik dağılımı ile kütle ve rijitlik arasındaki dış merkezlik en düşük düzeye indirilir.
- Simetrik ya da simetriğe yakın, taşıyıcı sistemi planda iyi dağıtılmış ve simetrik yerleştirilmiş yapı şekillerinde düzenlilik sağlandığı için bu yapılar kesin ve açık bir çözüme sahiptir.
- Taşıyıcı sistemi düzgün olarak yerleştirmek, tüm yapıda enerji dağılımı ve hareket etkilerinin dağılımının daha düzgün olmasına olanak sağlar ve gereksiz oluşacak etkileri azaltır.

2.3.1.3 Her iki doğrultuda dayanım ve rijitlik

- Yatay deprem etkisi iki doğrultuda etkir. Bu sebepten dolayı binanın iki doğrultuda da gelecek deprem etkisine dirençli olması gereklidir. Dolayısıyla taşıyıcı elemanlar, iki ana doğrultuda aynı rijitlik ve dayanım özelliklerini sağlamalı ve ortogonal planda olacak şekilde düzenlenmelidir.

- Taşıyıcı sistemin her iki doğrultuda rijit düzenlenmesiyle, büyük hasarlara ya da ikinci mertebe etkilerinden dolayı oluşacak stabilite bozulmalarına sebep olabilecek aşırı yerdeğiştirmeler sınırlanmış olur.

2.3.1.4 Burulma dayanımı ve rijitliği

Binalar yanal dayanım ve rijitlik yanında, yeterli burulma dayanımı ve rijitliğine de sahip olmalıdır. Bunu için, taşıyıcı sistemin ana elemanlarının bina dış çevresine yakın yerleştirilmesi uygundur. Bu suretle, burulma etkisiyle elemanların düzgün olmayan biçimde zorlanması önlenir.

2.3.1.5 Kat seviyelerinde rijit diyafram etkisi

- Döşemeler, taşıyıcı sistemin deprem davranışında, deprem kuvvetlerinin toplanması, dağıtılması ve sistemin beraber çalışması bakımından önemli bir rol oynar. Döşemelerin yatay diyafram şeklinde hareket etmesi, yalnız atalet kuvvetlerini toplamayı ve düşey taşıyıcı sistemlere iletmeyi değil, ayrıca yatay hareket anında tüm sistemin beraber çalışmasını da sağlar.
- Döşeme sistemleri, planda rijitlik ve dayanımla birlikte düşey taşıyıcı sistem ile sağlıklı bağlantıyı sağlamalıdır. Planda çok dağınık veya çok uzun dikdörtgen şeklinde bina düzeninden ve büyük boşluklardan, döşemenin rijit diyafram etkisini önleyeceği için kaçınılmalıdır.

2.3.1.6 Yeterli temel

- Temelin ve üst yapıya bağlantısının yeterli seviyede düzenlenmesiyle, tüm binanın deprem etkisine düzgün bir şekilde zorlanması ve ek etkilerin oluşmaması sağlanır.
- Çok farklı rijitliğe sahip kolon ve perdelerden oluşan binalarda, bütün elemanları birleştiren rijit bir temel yapılması uygundur.
- Tekil temelli yapılarda, bunların bir plakla veya bağ kirişleriyle iki ana doğrultuda birbirlerine bağlanmaları gözönüne alınmalıdır.

2.3.2 Yapısal düzenlilik kriterleri

Eurocode 8’de yapısal düzenlilikle ilgili genel ilkeler aşağıda maddelendirilmiştir:

1. Sismik tasarım için yapılar düzenli ve düzensiz olarak sınıflandırılmıştır.
2. Sismik tasarımdaki bu farklılık aşağıdaki durumları içerir:
 - a. Yapısal model, hem basitleştirilmiş düzlemsel model hem de üç boyutlu model olabilir.
 - b. Çözümleme yöntemi, basitleştirilmiş spektral analiz veya modal analiz olabilir.
 - c. Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (q) değeri, düşeyde düzensiz yapılar için azaltılmalıdır.
3. Yapının plandaki ve düşeydeki düzenlilik kriterlerine göre model ve çözümleme yöntemi aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Çizelge 2.1: Sismik analiz ve dizaynda yapısal düzenlilik sonuçları

TAŞIYICI SİSTEM		İZİN VERİLEN BASİTLEŞTİRMELER		DAVRANIŞ KATSAYISI
PLANDA	DÜŞEYDE	MODEL	DOĞRUSAL- ELASTİK ANALİZ	(DOĞRUSAL ANALİZ İÇİN)
DÜZENLİ	DÜZENLİ	DÜZLEMSEL	YATAY YÜK	TABLO DEĞERİ
DÜZENLİ	DÜZENSİZ	DÜZLEMSEL	ÇOK MODLU	AZALTILABİLİR
DÜZENSİZ	DÜZENLİ	ÜÇ BOYUTLU	YATAY YÜK	TABLO DEĞERİ
DÜZENSİZ	DÜZENSİZ	ÜÇ BOYUTLU	ÇOK MODLU	AZALTILABİLİR

4. Düşeyde düzensiz yapılar için taşıyıcı sistem davranış katsayısı tablo değerinin 0.8 ile çarpılmasıyla elde edilir.

2.3.2.1 Plandaki yapısal düzenlilik kriterleri

1. yapının plandaki rijitlik ve kütle dağılımı birbirine dik iki yatay doğrultu için yaklaşık olarak simetrik olmalıdır.
2. Yapının plandaki şekli birleşik olmalıdır, her döşeme çokgen bir poligon tarafından sınırlandırılmalıdır. Eğer planda geri çekme varsa, bu geri çekmeler yapının plandaki rijitliğini etkilemediği sürece düzenlilik durumu sürdürülür ve her geri çekme için döşemenin dış sınır çizgisi ile döşeme poligonunun kapsadığı döşeme arasındaki alan, döşeme alanının %5’ini aşmamalıdır.

3. Döşemenin plandaki rijitliği, düşey taşıyıcı elemanların yatay rijitliğine kıyasla yeterince büyük olmalıdır. Böylece, düşey taşıyıcı elemanlara etkiyen kuvvetlerin dağılımının döşemenin yer değiştirmesine etkisi az olur. Bu doğrultuda L, C, H, I ve X plan şekillerinin uygulanmasından rijit diyafram koşulunu sağlamak açısından kaçınılmalıdır.
4. Yapının plandaki narinliği ($\lambda = L_{\max}/L_{\min}$) 4'ten büyük olmamalıdır. $L_{\max}$ ve $L_{\min}$ iki dik doğrultuda ölçülen yapının plandaki en büyük ve en küçük boyutlarıdır.
5. Her katta ve her iki doğrultu için yapısal dışmerkezlik e_0 ve burulma yarıçapı r aşağıda y-y doğrultusu için verilmiş olup, her iki doğrultu için de uygun olmalıdır.

$$e_{0x} \leq 0.30 r_x \quad (2.8)$$

$$r_x \geq l_s \quad (2.9)$$

Burada;

e_{0x} = x doğrultusu boyunca ölçülmüş kütle merkezi ve rijitlik merkezi arasındaki, gözönüne alınan x doğrultusu için hesaplanan mesafedir.

r_x = y doğrultusundaki burulma rijitliğinin kareköküdür.

l_s = döşeme kütlelerinin plandaki dönme yarıçapı

6. Tek katlı binaların rijitlik merkezi, bütün ana yatay yük taşıyıcı elemanların rijitlik merkezi olarak tanımlanır. Burulma yarıçapı, toplam burulma rijitliğinin karekökü olarak tanımlanır. Bir doğrultudaki toplam yanal ötelenme rijitliği, o doğrultudaki tüm ana yatay yük taşıyan elemanların hesaba katılmasıyla bulunur.
7. Çok katlı yapılarda rijitlik merkezi ile burulma yarıçapının yalnızca yaklaşık olarak tanımlanması mümkündür. Yapının plandaki düzenliliği ve burulma etkilerinin yaklaşık hesabının sınıflandırılmasındaki en basit tanımlama aşağıdaki iki koşulla yapılabilir.

a- Bütün yatay yüklere dayanıklı sistemlerde, çekirdekler, perde duvarlar ve çerçeveler gibi taşıyıcı elemanlar, temelden binanın en üst noktasına kadar kesilmeden devam ettirilmelidir.

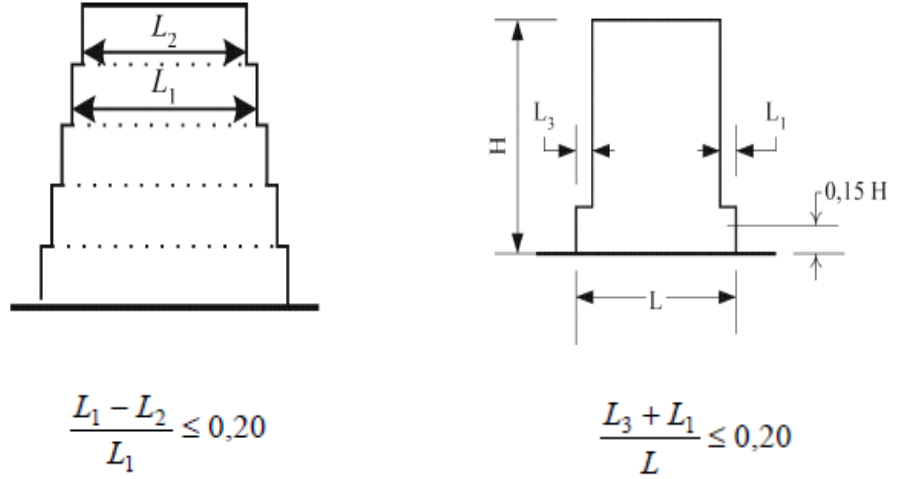
b- Bir sistemin, sisteme yatay yük etkitildiğinde değişen şekilleri fazla farklılık göstermez. Bu koşul, çerçeve sistemler ve perde duvar

sistemleri için geçerlidir. Bu koşul genellikle karma sistemler için geçerli değildir.

8. Eğilme deformasyonlarına sahip çerçevelerde ve narin perde duvar sistemlerinde, rijitlik merkezinin konumu ve tüm katlar için burulma yarıçapı, düşey elemanlarının kesitlerinin atalet momentleri olarak hesaplanabilir. Eğer eğilme deformasyonlarına ek olarak kesme deformasyonları da bulunuyorsa, bunlar kesitlerin eşdeğer atalet momentleri tarafından hesaplanabilir.

2.3.2.2 Düşeyde yapısal düzenlilik kriterleri,

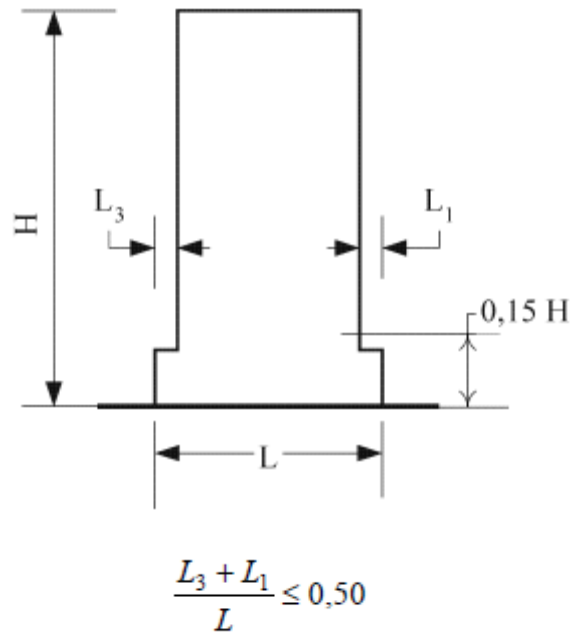
1. Tüm yatay yüklere dayanıklı sistemlerde, çekirdekler, perde duvarlar ve çerçeveler gibi taşıyıcı elemanlar temelden binanın en üst katına kadar kesilmeden ya da farklı yüksekliklerde geri çekmeler varsa yapının ilgili bölgesinin en üst noktasına kadar devam ettirilmelidir.
2. Yapının kat rijitliklerinin ve kütlelerinin her ikisinin de temelden en üst kata kadar sabit kalmaları veya ani değişiklikler göstermeden küçük oranlarda azalmaları gerekmektedir.
3. Çerçevesiz yapılarda, herhangi bir katın mevcut dayanımının hesaplama sonucu bulunan kat dayanımına oranı alt ve üst komşu katlara göre çok farklı olmamalıdır.
4. Yükseklik boyunca geri çekme yapılacaksa aşağıdaki koşullar sağlanmalıdır;
 - a. Eksenel simetriyi sağlama koşuluyla kademeli geri çekme yapılacak durumlarda herhangi bir kattaki geri çekme onun alt katındaki aynı yöndeki plan boyutunun %80'inden fazla olmalıdır.



(geriçekme 0.15H'ın üzerinde başlarsa)

Şekil 2.7: Eurocode 8 düşeyde düzenlilik kriterleri

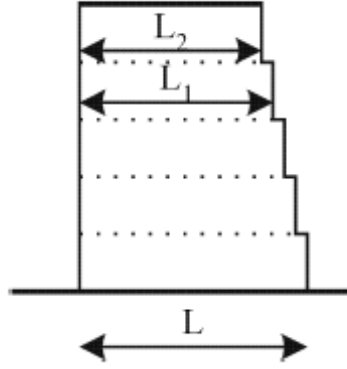
- b. Tek bir geri çekme toplam bina yüksekliğinin %15'inden daha düşük bir yükseklikte başlarsa, geri çekmeler alt katın plan boyutunun %50'sinden büyük olamaz.



(geriçekme 0.15H'ın altında başlarsa)

Şekil 2.8: Eurocode 8 düşeyde düzenlilik kriterleri

- c. Kademeli geri çekmede aksenal simetriyi sağlamayan koşullarda her bir katın plandaki boyutu ilk katın plandaki boyutunun %70'inden veya herhangi bir katın plandaki boyutu, altındaki katın plandaki boyutunun %90'ından fazla olmamalıdır.



$$\frac{L - L_2}{L} \leq 0,30$$

$$\frac{L_1 - L_2}{L_1} \leq 0,10$$

Şekil 2.9: Eurocode 8 düşeyde düzenlilik kriterleri

3. YAPISAL PERFORMANS HAKKINDA KARAR VERİLMESİ

3.1 Performans Kavramı

Performans, deprem hareketi altındaki bir yapının depreme karşı göstereceği davranışı ifade eder. Yapısal performans ise, yapıyı oluşturan taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan elemanların performanslarının birleşimi ile tanımlanır. Hakkında yeterli derecede bilgi sahibi olunan bir yapı için verilen bir deprem etkisi altında, hasar durumunun sınırlandırılması performans seviyeleri ile belirlenir. Bu performans seviyeleri ile binalardaki fiziksel hasarlar, bu hasarların yarattığı can güvenliği tehdidi ve depremden sonra yapının kullanılabilirliği tespit edilir.

3.2 DBYBHY 2007’ye Göre Performans Değerlendirilmesi

Yönetmeliğin yedinci bölümünde, deprem bölgelerinde bulunan mevcut ve güçlendirilecek tüm binaların ve bina türü yapıların deprem etkileri altındaki performanslarının değerlendirilmesinde uygulanacak hesap kuralları, güçlendirme kararlarında esas alınacak ilkeler ve güçlendirilmesine karar verilen binaların tasarım ilkeleri verilmiştir.

3.2.1 Binalardan bilgi toplanması

Mevcut binaların deprem performanslarının belirlenmesinde kullanılan malzeme özelliklerine, eleman detaylarına ve taşıyıcı sistem geometrisine ilişkin bilgiler bina projelerinden, binada yapılacak ölçüm ve incelemelerden ve malzeme örneklerine uygulanacak deneylerden elde edilen sonuçlarla belirlenir. Elde edilen bu verilerin kapsam ve güvenilirliği doğrultusunda binalar için; sınırlı bilgi düzeyi, orta bilgi düzeyi ve kapsamlı bilgi düzeyi olmak üzere üç farklı bilgi düzeyi tariflenmiştir. Çizelge 3.1’de verilen bilgi düzeylerine karşılık gelen bilgi düzeyi katsayıları taşıyıcı eleman kapasitelerinin hesabında kullanılmaktadır.

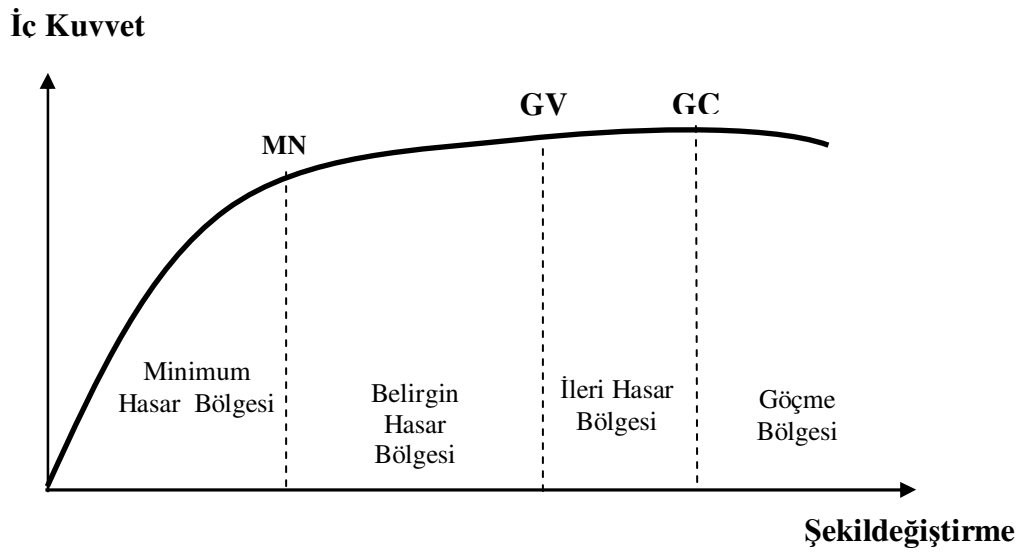
Çizelge 3.1: Binalar için bilgi düzeyi katsayıları

Bilgi Düzeyi	Bilgi Düzeyi Katsayısı
Sınırlı	0.75
Orta	0.90
Kapsamlı	1.00

3.2.2 Yapı elemanlarının hasar sınırları ve hasar bölgeleri

Sünek elemanlar için kesit düzeyinde üç sınır durum tanımlanmıştır. Bunlar; Minimum Hasar Sınırı (MN), Güvenlik Sınırı (GV) ve Göçme Sınırı (GÇ) olarak adlandırılmıştır. Minimum hasar sınırı kritik kesitte elastik ötesi davranışın başlangıcını, güvenlik sınırı kesitin dayanımını güvenli olarak sağlayabileceği elastik ötesi davranışın sınırını, göçme sınırı ise kesitin göçme öncesi davranışının sınırını tanımlamaktadır. Gevrek elemanlar için elastik ötesi davranışın oluşmasına izin verilmez.

Kritik kesitleri MN'ye ulaşmayan elemanlar Minimum Hasar Bölgesi'nde, MN ile GV arasında kalan elemanlar Belirgin Hasar Bölgesi'nde, GV ve GÇ arasında kalan elemanlar İleri Hasar Bölgesi'nde, GÇ'yi aşan elemanlar ise Göçme Bölgesi'nde kabul edilecektir.



Şekil 3.1: Kesit hasar sınırları ve hasar bölgeleri

Doğrusal elastik hesap yöntemleri veya doğrusal elastik olmayan hesap yöntemleri ile hesaplanan iç kuvvetlerin ve yer değiştirmelerin kesit hasar sınırlarına karşı gelen sayısal değerler ile karşılaştırılması sonucu kesitlerin hasar sınırları belirlenir. Eleman hasarı ise elemanın en fazla hasar gören kesitine göre belirlenir.

3.2.3 Deprem hesabına ilişkin genel ilke ve kurallar

Mevcut veya güçlendirilmiş binaların deprem performanslarının belirlenmesi için kullanılan doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan hesap yöntemleri için kullanılacak genel ilke ve kurallarının bir bölümü aşağıda tariflenmiştir;

- Deprem hesabında bina önem katsayısı kullanılmayacaktır. ($I=1$)
- Deprem kuvvetleri binaya her iki doğrultuda ve her iki yönde ayrı ayrı etki ettirilecektir.
- Deprem hesabında göz önüne alınacak kat ağırlıkları $w_i = g_i + n q_i$ denklemine göre hesaplanacaktır ve kat kütlelerine bir ek dış merkezlik uygulanmayacaktır.
- Döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, her katta iki yatay yer değiştirmeye düşey eksen etrafında dönme serbestlik dereceleri göz önüne alınacaktır. Kat serbestlik dereceleri her katın kütle merkezinde tanımlanacak, ayrıca ek dışmerkezlik uygulanmayacaktır.
- Betonarme sistemlerin eleman boyutlarının tanımında birleşim bölgeleri sonsuz rijit uç bölgeleri olarak göz önüne alınabilir.
- Eğilme etkisindeki betonarme elemanların akma öncesi doğrusal davranışlar için çatlamış kesite ait eğilme rijitlikleri kullanılacaktır. Çatlamış kesit etkin eğilme rijitlikleri aşağıdaki gibi kullanılacaktır:

a. Kirişlerde: $0.40 EI_0$

b. Kolon ve perdelerde, $N_D / (A_c f_{cm}) \leq 0.10$ olması durumunda: $0.40 EI_0$

$N_D / (A_c f_{cm}) \geq 0.40$ olması durumunda: $0.80 EI_0$

N_D 'nin ara değerleri için doğrusal enterpolasyon yapılabilir.

- Betonarme elemanlarda kenetlenme veya bindirme boyunun yetersiz olması durumunda, kesit kapasite momentinin hesabında ilgili donatının akma gerilmesi kenetlenme veya bindirme boyundaki eksikliği oranında azaltılabilir.
- Betonarme tablalı kirişlerin pozitif ve negatif plastik momentlerinin hesabında tabla betonu ve içindeki donatı hesaba katılabilir.

3.2.4 Bina performansının doğrusal elastik hesap yöntemleriyle belirlenmesi

Binaların deprem performansının doğrusal elastik hesap yöntemleriyle belirlenmesinde iki tip yöntem kullanılır, eşdeğer deprem yükü yöntemi ve mod birleştirme yöntemi. Eşdeğer deprem yükü yöntemi, yapının bodrum üzerinde toplam yüksekliği 25 metreyi ve toplam katsayısı 8'i aşmayan, yapının burulma düzensizliği katsayısı $\eta_{bi} < 1.4$ 'den küçük olan yapılarda kullanılabilir. Binaya etkiyen eşdeğer deprem yükü aşağıda tanımlanmıştır. Denklemdaki λ katsayısı bodrum hariç bir ve iki katlı binalarda 1, diğer binalarda 0.85 alınacaktır ve R_a katsayısı ise 1 alınacaktır.

$$V_t = W A(T) \lambda \quad (3.1)$$

Mod birleştirme yönteminde de R_a deprem yükü azaltma katsayısı 1 alınacaktır ve kullanılacak olan elastik spektral ivme aşağıda tanımlanmıştır.

$$S_{aR}(T_n) = S_{ae}(T_n) \quad (3.2)$$

Yapı elemanlarının hasar sınırlarının belirlenmesinde etki/kapasite oranı (r) kullanılacaktır. Kırılma türü eğilme olan sünek kiriş, kolon ve perde kesitlerin eğilme etki/kapasite oranı, sadece deprem etkisi altında hesaplanan kesit momentinin kesit artık moment kapasitesine bölünmesiyle elde edilmektedir (3.3). Kesit artık moment kapasitesi, kesitin eğilme moment kapasitesiyle düşey yükler altında kesitte hesaplanan momentin farkıdır.

$$r = \frac{M_e}{M_r - M_{g+q}} \quad (3.3)$$

Kolon, kiriş ve perdelerin sünek eleman sayılabilmesi için hesaplanan kesme kuvveti V_e 'nin kesme kapasitesi V_r 'yi aşmaması gerekir. V_r bina için tanımlanan bilgi düzeyi katsayısı ile çarpılarak TS500'e göre hesaplanır. V_r 'nin V_r 'yi aşması durumunda malzeme gevrek eleman sınıfına girer. Performans değerlendirilmesinde kolon, kiriş ve perdeler için kullanılacak V_e değeri aşağıda tanımlanmıştır.

$$\text{Kirişlerde} \quad V_e = V_{dy} \pm (M_{pi} + M_{pj}) / l_n \quad (3.4)$$

$$\text{Kolonlarda} \quad V_e = (M_a + M_{ii}) / l_n \quad (3.5)$$

$$\text{Perdelerde} \quad V_e = [(M_p)_t / (M_d)_t] V_d \quad (H_w / l_w > 2) \quad (3.6)$$

Hesaplanan kiriş, kolon ve perde kesitlerinin etki/kapasite oranları, Çizelge (3.2)-(3.4)'de verilen sınır değerler ile karşılaştırılarak elemanların hangi hasar bölgesinde olduğuna karar verilir.

Çizelge 3.2: Betonarme kirişler için hasar sınırları

Sünek Kirişler			Hasar Sınırı		
$\frac{\rho - \rho'}{\rho_b}$	Sargılama	$\frac{V}{b_w d f_{ctm}} \quad (1)$	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	2.5	4	6
≥ 0.5	Yok	≥ 1.30	1.5	2.5	4
Gevrek Kirişler			1	1	1

(1) Birimler N ve mm'dir. V kuvveti deprem kuvvetinin yönü ile uyumlu olacak, ancak pekleşmeli taşıma gücü momentleri yerine mevcut malzeme dayanımları kullanarak hesaplanan moment kapasiteleri kullanılacaktır.

Çizelge 3.3: Betonarme kolonlar için hasar sınırları

Sünek Kolonlar			Hasar Sınırı		
$\frac{N}{A_c f_c}$	Sargılama	$\frac{V}{b_w d f_{ctm}}^{(1)}$	MN	GV	GÇ
≤ 0.1	Var	≤ 0.65	3	6	8
≤ 0.1	Var	≥ 1.30	2.5	5	6
≥ 0.4	Var	≤ 0.65	2	4	6
≥ 0.4	Var	≥ 1.30	2	3	5
≤ 0.1	Yok	≤ 0.65	2	3.5	5
≤ 0.1	Yok	≥ 1.30	1.5	2.5	3.5
≥ 0.4	Yok	≤ 0.65	1.5	2	3
≥ 0.4	Yok	≥ 1.30	1	1.5	2
Gevrek Kolonlar			1	1	1

(1) Birimler N ve mm'dir. V kuvveti deprem kuvvetinin yönü ile uyumlu olacak, ancak pekleşmeli taşıma gücü momentleri yerine mevcut malzeme dayanımları kullanarak hesaplanan moment kapasiteleri kullanılacaktır.

Çizelge 3.4: Betonarme perdeler için hasar sınırları

Sünek Perdeler	Hasar Sınırı		
Sargılama	MN	GV	GÇ
Var	3	6	8
Yok	2	4	6
Gevrek Perdeler	1	1	1

3.2.5 Bina performansının doğrusal elastik olmayan hesap yöntemleriyle belirlenmesi

Deprem etkileri altındaki mevcut binaların yapısal performanslarının belirlenmesi ve güçlendirme analizleri için kullanılacak doğrusal elastik olmayan hesap yöntemlerinin amacı, verilen bir deprem için sünek davranışa ilişkin plastik şekil değiştirme istemleri ile gevrek davranışa ilişkin iç kuvvet istemlerinin hesaplanmasıdır. Daha sonra bu istem büyüklükleri, bu bölümde tanımlanan şekil değiştirme ve iç kuvvet kapasiteleriyle karşılaştırılarak, kesit ve bina düzeyinde yapısal performans değerlendirilmesi yapılır.

Yönetmelik kapsamında bulunan doğrusal elastik olmayan analiz yöntemleri, Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi, Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi ve Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemidir.

Bu yöntemlerin hesapları sonucunda çıkış bilgisi olarak herhangi bir kesitte elde edilen θ_p plastik dönme istemine bağlı olarak plastik eğilirlilik istemi aşağıdaki bağıntıyla hesaplanacaktır.

$$\phi_p = \frac{\theta_p}{L_p} \quad (3.7)$$

Amaca uygun olarak seçilen bir beton modeli ile pekleşmeyi de göz önüne alan donatı çeliği modeli kullanılarak, kesitteki aksinel kuvvet istemi altında yapılan analizden elde edilen iki doğrulu moment-eğrilik ilişkisi ile tanımlanan ϕ_y eşdeğer akma eğrililiği, Denklem (3.7) ile tanımlanan ϕ_p plastik eğrilik istemine eklenerek, kesitteki ϕ_t toplam eğrilik istemi elde edilecektir.

$$\phi_t = \phi_y + \phi_p \quad (3.8)$$

Betonarme sistemlerde betonun basınç birim şekildeğiştirilmesi istemi ile donatı çeliğindeki birim şekildeğiştirme istemi, Denklem (3.8) ile tanımlanan toplam eğrilik istemine göre moment-eğrilik analizi ile hesaplanacaktır.

Plastik şekildeğiştirmelerin meydana geldiği betonarme sünek taşıyıcı sistem elemanlarında, çeşitli kesit asal sınırlarına göre izin verilen şekil değiştirme üst sınırları aşağıda tanımlanmıştır.

- a. Kesit Minimum Hasar Sınırı (MN) için kesitin en dış lifindeki beton basınç birim şekildeğiştirilmesi ile donatı çeliği birim şekildeğiştirilmesi üst sınırları:

$$(\epsilon_{cu})_{MN} = 0.004 \quad ; \quad (\epsilon_s)_{MN} = 0.010 \quad (3.9)$$

- b. Kesit Güvenlik Sınırı (GV) için sargılı bölgenin en dış lifindeki beton basınç birim şekildeğiştirilmesi ile donatı çeliği birim şekildeğiştirilmesi üst sınırları:

$$(\epsilon_{cg})_{GV} = 0.004 + 0.0095 (\rho_s / \rho_{sm}) \leq 0.0135 \quad ; \quad (\epsilon_s)_{GV} = 0.040 \quad (3.10)$$

- c. Kesit Göçme Sınırı (GÇ) için sargılı bölgenin en dış lifindeki beton basınç birim şekildeğiştirilmesi ile donatı çeliği birim şekildeğiştirilmesi üst sınırları:

$$(\epsilon_{cg})_{GC} = 0.004 + 0.013 (\rho_s / \rho_{sm}) \leq 0.018 \quad ; \quad (\epsilon_s)_{GC} = 0.060 \quad (3.11)$$

3.2.5.1 Artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi

Binaların deprem performanslarının artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemiyle değerlendirilmesinde izlenen adımlar aşağıda özetlenmiştir.

- Artımsal itme analizinden önce kütlelerle uyumlu düşey yüklerin gözönüne alındığı bir doğrusal olmayan statik taşıyıcı sistem analizi yapılır. Bu analizin sonuçları, artımsal itme analizinin başlangıç koşulları olarak kaydedilir.
- Artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemiyle yapılan analizde, koordinatları “modal yerdeğiştirme-modal ivme” olarak tanımlanan birinci moda ait “modal kapasite diyagramı” elde edilir. Bu diyagram ile birlikte, farklı aşılma olasılıklı depremler için elastik davranış spektrumu gözönüne alınarak birinci moda ait modal yerdeğiştirme istemi belirlenir. Son aşamada, modal yerdeğiştirme istemine karşı gelen yerdeğiştirme, plastik şekildeğiştirme ve iç kuvvet değerleri hesaplanır.
- Plastikleşen kesitlerde hesaplanmış bulunan plastik dönme istemlerinden plastik eğrilik istemleri ve ardından toplam eğrilik istemleri elde edilir. Daha sonra, bunlara bağlı olarak betonarme kesitlerde betonda ve donatı çeliğinde meydana gelen birim şekildeğiştirme istemleri hesaplanır. Bu istem değerleri, kesit düzeyinde çeşitli hasar sınırları için yönetmeliğin ilgili bölümünde tanımlanan birim şekildeğiştirme kapasiteleri ile karşılaştırılarak kesit düzeyinde sünek davranışa ilişkin performans değerlendirmesi yapılır. Analiz sonucunda elde edilen kesme kuvveti istemleri ise, yönetmelikte tanımlanan kapasitelerle karşılaştırılarak kesit düzeyinde gevrek davranışa ilişkin performans değerlendirilmesi yapılır.
- Bu yöntemin amacı, birinci (deprem doğrultusundaki hakim) titreşim mod şekliyle orantılı olacak biçimde, deprem istem sınırına kadar monotonik olarak adım adım artırılan eşdeğer deprem yüklerinin etkisi altında doğrusal olmayan itme analizinin yapılmasıdır. Düşey yük analizini izleyen itme analizinin her bir adımında taşıyıcı sistemde meydana gelen yerdeğiştirme, plastik şekildeğiştirme ve iç kuvvet artımları ile bunlara ait birikimli değerler ve son adımda deprem istemine karşı gelen maksimum değerler hesaplanır.

- Yöntemin kullanılabilmesi için katsayısının bodrum hariç 8’den fazla olmaması ve herhangi bir katta ek dışmerkezlik gözönüne alınmaksızın doğrusal elastik davranışa göre hesaplanan burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} < 1.4$ koşulunu sağlaması gereklidir. Ayrıca, gözönüne alınan deprem doğrultusunda, doğrusal elastik davranış esas alınarak hesaplanan birinci titreşim moduna ait etkin kütlenin bina toplam kütesine oranının en az 0.7 olması zorunludur.
- Analiz sırasında eşdeğer deprem yükü dağılımının taşıyıcı sistemdeki plastik kesit oluşumlarından bağımsız olarak sabit kaldığı varsayımı yapılabilir. Bu durumda yük dağılımı, analizin başlangıç adımında doğrusal elastik davranış için hesaplanan birinci doğal titreşim mod şekli genliği ile ilgili kütlenin çarpımından elde edilen değerle orantılı olacak şekilde tanımlanır. Bu sabit yük dağılımına göre yapılan itme analizi ile koordinatları “tepe yerdeğiştirmesi-taban kesme kuvveti” olan itme eğrisi elde edilir. Tepe yerdeğiştirmesi, binanın en üst katındaki kütle merkezinde gözönüne alınan deprem doğrultusunda her itme adımında hesaplanan yerdeğiştirmedir. Taban kesme kuvveti ise, her adımda eşdeğer deprem yüklerinin deprem doğrultusundaki toplamıdır. İtme eğrisine uygulanan koordinat dönüşümü ile koordinatları “modal yerdeğiştirme-modal ivme” olan modal kapasite diyagramı aşağıdaki gibi elde edilir;

- a. (i)’inci itme adımında birinci (deprem doğrultusunda hakim) moda ait modal ivme $a_1^{(i)}$ aşağıdaki şekilde elde edilir:

$$a_1^{(i)} = \frac{V_{x1}^{(i)}}{M_{x1}} \quad (3.12)$$

- b. (i)’inci itme adımında birinci (deprem doğrultusunda hakim) moda ait modal yer değiştirme $d_1^{(i)}$ ’nin hesabı için ise, aşağıdaki bağıntıdan yararlanılabilir:

$$d_1^{(i)} = \frac{u_{xN1}^{(i)}}{\Phi_{xN1} \Gamma_{x1}} \quad (3.13)$$

Birinci moda ait modal katkı çarpanı Γ_{x1} deprem doğrultusunda taşıyıcı sistemin başlangıç adamındaki doğrusal elastik davranışı için tanımlanan L_{x1} ve M_1 kullanılarak aşağıdaki bağıntı elde edilebilir:

$$\Gamma_{x1} = \frac{L_{x1}}{M_1} \quad (3.14)$$

- İtme analizi sonucunda elde edilen modal kapasite diyagramıyla birlikte birinci moda ait maksimum modal yerdeğiştirme (modal yerdeğiştirme istemi) hesaplanır. Tanım olarak modal yerdeğiştirme istemi $d_1^{(p)}$, doğrusal olmayan spektral yerdeğiştirme S_{di1} ’e eşittir.

$$d_1^{(p)} = S_{di1} \quad (3.15)$$

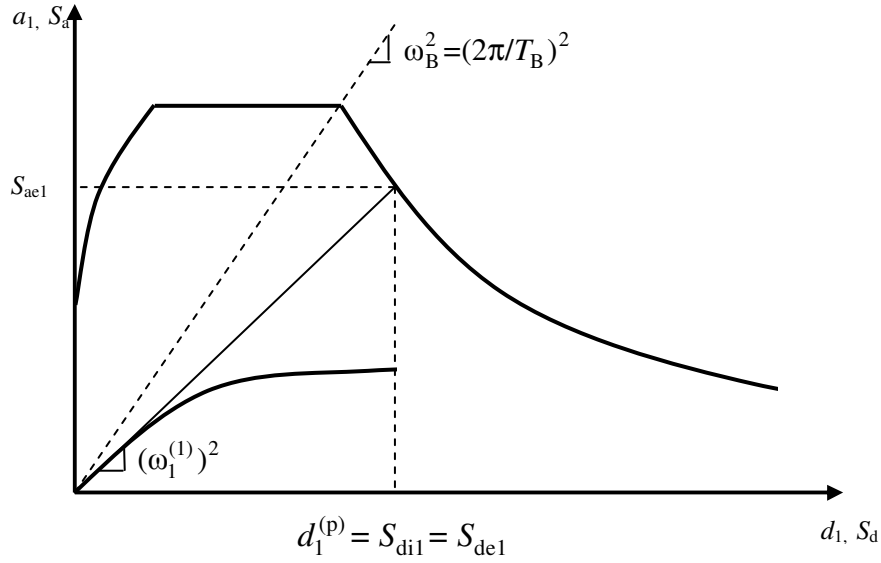
- Doğrusal elastik olmayan spektral yerdeğiştirme S_{di1} , itme analizinin ilk adımında, doğrusal elastik davranış esas alınarak birinci moda ait $T_1^{(1)}$ başlangıç periyoduna karşı gelen doğrusal elastik spektral yerdeğiştirme S_{de1} ’e bağlı olarak elde edilir.

$$S_{di1} = C_{R1} S_{de1} \quad (3.16)$$

- Doğrusal elastik spektral yerdeğiştirme S_{de1} , itme analizinin ilk adımında birinci moda ait elastik spektral ivme S_{ae1} ’den hesaplanır.

$$S_{de1} = \frac{S_{ae1}}{(\omega_1^{(1)})^2} \quad (3.17)$$

- Spektral yerdeğiştirme oranı C_{R1} , $T_1^{(1)}$ başlangıç periyodunun ivme spektrumundaki karakteristik periyot T_B ’ye eşit veya daha büyük olması durumunda ($T_1^{(1)} \geq T_B$ veya $(\omega_1^{(1)})^2 \leq \omega_B^2$) $C_{R1} = 1$ varsayımı yapılır.



Şekil 3.2: Performans noktasının belirlenmesi ($T_1(1) \geq T_B$)

- Spektral yerdeğiştirme oranı C_{R1} , $T_1^{(1)}$ başlangıç periyodunun ivme spektrumundaki karakteristik periyot T_B 'den daha kısa olması durumunda ($T_1^{(1)} < T_B$ veya $(\omega_1^{(1)})^2 > \omega_B^2$) ise ardışık yaklaşımla aşağıdaki gibi hesaplanır.

a. İtme analizi sonucunda elde edilen modal kapasite diyagramı, yaklaşık olarak iki doğrulu bir diyagrama dönüştürülür. Diyagramın başlangıç doğrusunun eğimi, item analizinin ilk adımındaki ($i=1$) doğrunun eğimi olan birinci moda ait özdeğere $(\omega_1^{(1)})^2$, eşit alınır. ($T_1^{(1)} = 2\pi / \omega_1^{(1)}$)
Şekil(3.3a)

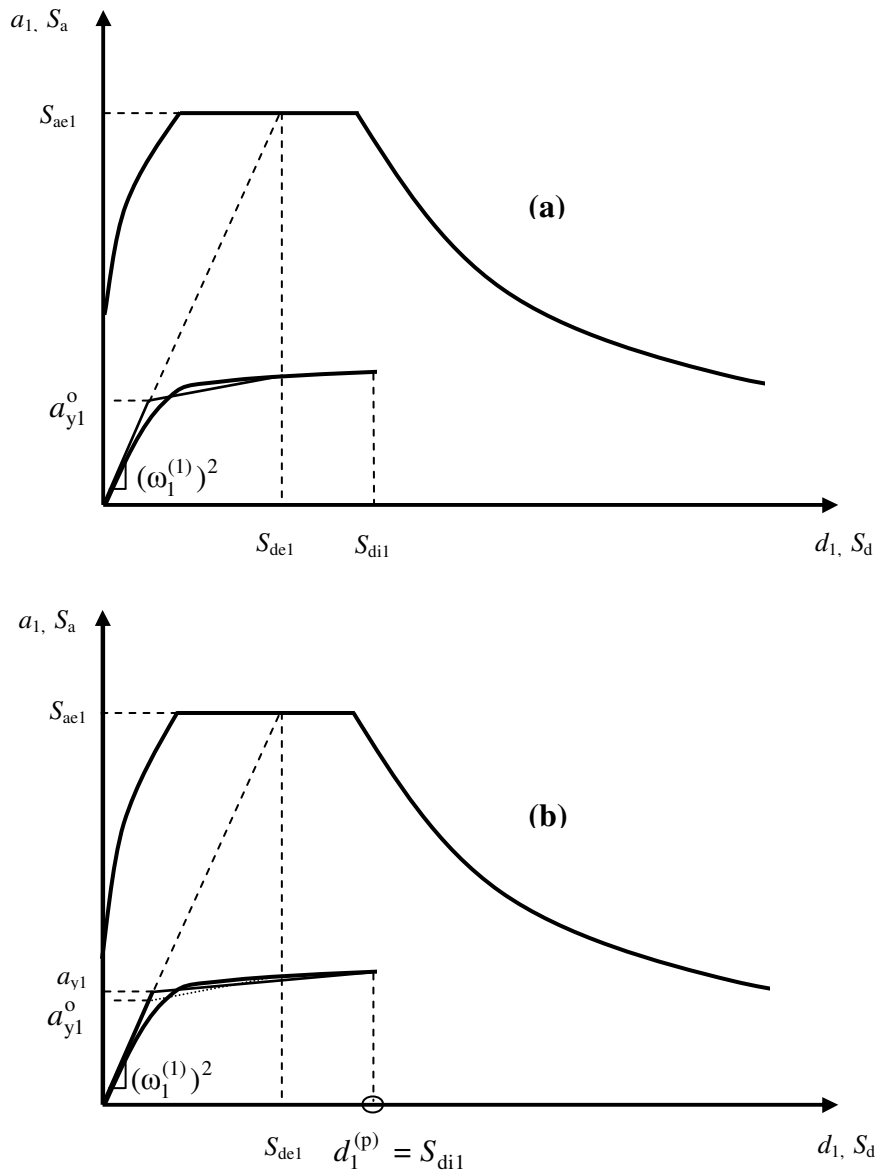
b. Ardışık yaklaşımın ilk adımında $C_{R1}=1$ kabulü yapılarak, eşdeğer akma noktasının koordinatları eşit alanlar kuralıyla belirlenir. Şekil 3.3a'da görülen a_{y1}^0 esas alınarak C_{r1} aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$C_{R1} = \frac{1 + (R_{y1} - 1) T_B / T_1^{(1)}}{R_{y1}} \geq 1 \quad (3.18)$$

Bu bağıntıda R_{y1} birinci moda ait dayanım azaltma katsayısını göstermektedir.

$$R_{y1} = \frac{S_{ae1}}{a_{y1}} \quad (3.19)$$

c. S_{di1} esas alınarak eşdeğer akma noktasının koordinatları, eşit alanlar kuralı ile yeniden belirlenir ve bunlara göre a_{y1} , R_{y1} ve C_{R1} tekrar hesaplanır. Ardışık iki adımda elde edilen sonuçların kabul edilebilir ölçüde birbirlerine yaklaştıkları adımda ardışık yaklaşıma son verilir. (Şekil 3.3b)



Şekil 3.3: Performans noktasının belirlenmesi ($T_1^{(1)} < T_B$)

- Son itme adımı $i=p$ için deprem doğrultusundaki tepe yerdeğiştirmesi istemi $u_{xN1}^{(p)}$ aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$u_{xN1}^{(p)} = \Phi_{xN1} \Gamma_{x1} d_1^{(p)} \quad (3.20)$$

Buna karşılık gelen tüm istem büyüklükleri mevcut itme analizi dosyasından elde edilir veya tepe yer değiştirmesi istemine ulaşıncaya kadar yapılacak yeni bir itme analizi ile hesaplanır.

3.2.5.2 Artımsal mod birleştirme yöntemi

Bu yöntemin amacı, taşıyıcı sistem davranışını temsil eden yeteri sayıda doğal titreşim mod şekli ile orantılı olacak şekilde adım adım artırılan ve birbirleri ile uygun biçimde ölçeklendirilen modal yerdeğiştirmeler veya onlarla uyumlu modal deprem yükleri esas alınarak mod birleştirme yönteminin artımsal olarak uygulanmasıdır. Bu analiz yönteminde ardışık iki plastik kesit oluşumu arasındaki her bir itme adımında, taşıyıcı sistemde adım adım doğrusal elastik davranış esas alınır. Bu yöntemde gözönüne alınan bütün modlara ait modal kapasite diyagramları ile birlikte modal yerdeğiştirme istemleri de elde edilerek, bunlara bağlı olarak taşıyıcı sistemde meydana gelen yerdeğiştirme, plastik şekildeğiştirme ve iç kuvvet istemleri hesaplanır.

3.2.5.3 Zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap yöntemi

Yöntemin amacı taşıyıcı sistemdeki doğrusal olmayan davranış gözönüne alınarak sistemin hareket denkleminin adım adım entegre edilmesidir. Analiz sırasında her bir zaman artımında sistemde meydana gelen yerdeğiştirme, plastik şekildeğiştirme ve iç kuvvetler ile bu büyüklüklerin deprem istemine karşı gelen maksimum değerleri hesaplanır.

3.2.6 Bina deprem performansının belirlenmesi

Binaların deprem güvenliği, uygulanan deprem etkisi altında yapıda oluşması beklenen hasarların durumu ile ilgilidir ve dört farklı hasar durumu için tanımlanmıştır. Hesap yöntemlerinin birinin uygulanması ve elaman hasar bölgelerine karar verilmesiyle bina deprem performans değeri belirlenir. Sonuçların değerlendirilmesiyle güçlendirme kararı alınır.

3.2.6.1 Hemen kullanım durumu

Herhangi bir katta, her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda kirişlerin en fazla %10'u belirgin hasar bölgesine geçebilir, ancak diğer taşıyıcı elemanların tümü minimum hasar bölgesindedir. Bu durumda bina, hemen kullanım durumunda kabul edilebilir ve güçlendirilmesine gerek yoktur.

3.2.6.2 Can güvenliği durumu

Herhangi bir katta, her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda kirişlerin en fazla %20'si ve kolonların bir kısmı ileri hasar bölgesine geçebilir. Ancak ileri hasar bölgesindeki kolonların, kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine toplam katkısı %20'nin altında olmalıdır. Diğer taşıyıcı elemanların tümü minimum hasar bölgesi veya belirgin hasar bölgesindedir. Bu durumda bina can güvenliği durumunda kabul edilir. Can güvenliği durumunun kabul edilebilmesi için herhangi bir katta alt ve üst kesitlerin ikisinde birden maksimum hasar sınırı aşılmış olan kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetlerinin, o kattaki tüm kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranının %30'u aşmaması gerekir. En üst katta ileri hasar bölgesindeki düşey elemanların kesme kuvvetleri toplamının, o kattaki tüm kolonların kesme kuvvetlerinin toplamına oranı en fazla %40 olabilir. Binanın güçlendirilmesine, güvenlik sınırını aşan elemanların sayısına ve yapı içindeki dağılımına göre karar verilir.

3.2.6.3 Göçmenin önlenmesi durumu

Herhangi bir katta, her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda kirişlerin en fazla %20'si ve kolonların bir kısmı göçme bölgesine geçebilir. Ancak göçme bölgesindeki kolonların, kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine toplam katkısı %20'nin altında olmamalıdır ve bu elemanların durumu, yapının kararlılığını bozmamalıdır. Diğer taşıyıcı elemanların tümü minimum hasar bölgesi, belirgin hasar bölgesi veya ileri hasar bölgesindedir. Bu durumda bina göçmenin önlenmesi durumunda kabul edilir. Göçmenin önlenmesi durumunun kabul edilebilmesi için herhangi bir katta alt veya üst kesitlerinin ikisinde birden minimum hasar sınırı aşılmış olan kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetlerinin, o kattaki tüm kolonlar tarafından taşınan kat kesme kuvvetine oranının %30'u aşmaması gerekir. En üst katta göçme bölgesindeki kolonların kesme kuvvetleri toplamının o kattaki tüm

kolonların kesme kuvvetlerinin toplamına oranı en fazla %40 olabilir. Binanın mevcut durumunda kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalıdır ve güçlendirilmelidir. Ancak güçlendirmenin ekonomik açıdan uygulanabilirliği değerlendirilmelidir.

3.2.6.4 Göçme durumu

Her bir deprem doğrultusu için, binanın herhangi bir katındaki görelî kat ötelemesi her performans düzeyi için Çizelge 3.5’i sağlamalıdır. Çizelgedeki $(\delta_i)_{\max}$ ilgili katta düşey elemanların uçları arasında hesaplanan en büyük görelî kat ötelemesini, h_i ise kat yüksekliğini göstermektedir.

Çizelge 3.5: Görelî kat ötelemesi sınırları

Görelî Kat Ötelemesi Oranı	Performans Düzeyi		
	Hemen Kullanım	Can Güvenliği	Göçmenin Önlenmesi
$(\delta_i)_{\max}/h_i$	0.008	0.02	0.03

3.2.7 Binalar için hedeflenen deprem performans düzeyleri

Yönetmelikte tanımlanan ivme spektrumu 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem etkisini esas almaktadır. 50 yılda aşılma olasılığı %50 olan depremin ivme spektrumu, bu spektrumun yaklaşık olarak yarısı, 50 yılda aşılma olasılığı %2 olan depremin ivme spektrumu ise bu spektrumun yaklaşık 1.5 katı olarak kabul edilmiştir. Mevcut veya güçlendirilecek binaların deprem güvenliğinin belirlenmesinde esas alınacak deprem etkileri ve hedeflenen performans düzeyleri Çizelge 3.6’da verilmiştir.

Çizelge 3.6: Binalar için farklı deprem etkileri altında hedeflenen performans düzeyleri

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

Yapılan bu analizler sonucunda deprem hasarlarına neden olacak kusurların giderilmesi, deprem güvenliğini artırmaya yönelik olarak yeni elemanlar eklenmesi, kütle azaltılması, mevcut elemanların deprem davranışlarının geliştirilmesi, kuvvet aktarımında sürekliliğin sağlanması türündeki kararlar alınır ve güçlendirme yapıp yapılmayacağına karar verilir.

4. MEVCUT BETONARME BİR BİNANIN ANALİZİ

Bu bölümde betonarme çerçeve taşıyıcı sisteme sahip mevcut 5 katlı bir binanın deprem etkisi altında performans analizi ilk aşamada doğrusal elastik hesap yöntemi, sonrasında ise doğrusal elastik olmayan hesap yöntemleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Doğrusal elastik hesap, eşdeğer deprem yükü yöntemiyle SAP2000 v. 9.0.5 programı yardımıyla ve doğrusal elastik olmayan hesap, artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemiyle ETABS v.9.5.0 programı yardımıyla çözümlenmiştir.

4.1 Mevcut Bina Bilgileri

4.1.1 Genel bilgiler

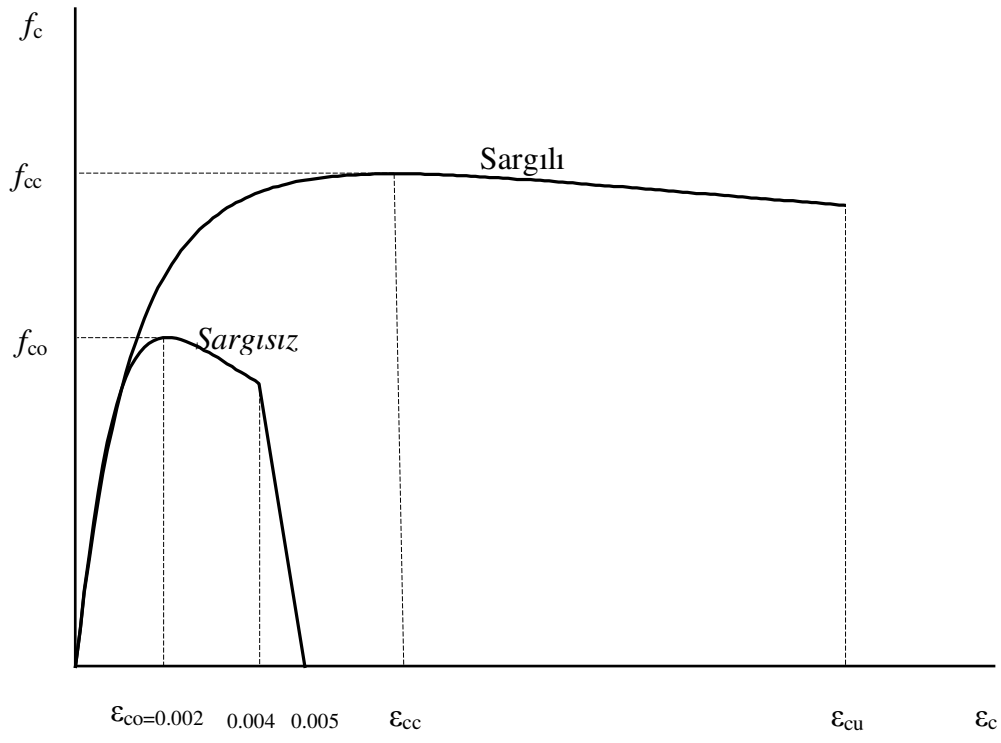
Yapı, İstanbul ili Silivri ilçesinde bulunan, bir bodrum, bir zemin ve 3 normal kattan oluşan konut tipi bir binadır. Tüm katlarda kat yüksekliği eşit olup 3 metredir. Bina toplam yüksekliği 15 metredir. Binanın taşıyıcı sistemi betonarme çerçevelerden ve perdelerden oluşmaktadır. Döşemeler asmolen dolgulu dişli döşemedir. Deprem hesabında kullanılacak parametreler aşağıdaki gibidir:

- Bina ikinci derece deprem bölgesindedir. ($A_0 = 0.3$)
- Bina önem katsayısı, $I=1$ 'dir. (Konut)
- Yerel zemin sınıfı Z3'tür. ($T_a = 0.15s$, $T_b = 0.6s$)

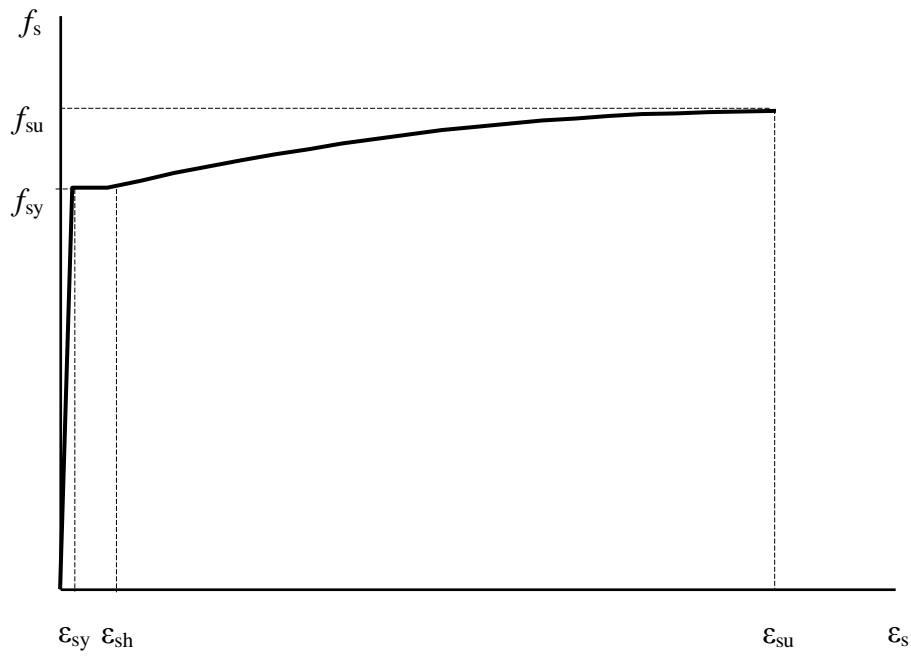
4.1.2 Malzeme özellikleri

Yapıda kullanılan beton kalitesi C25, donatı çeliği kalitesi S420'dir. Betonun elastisite modülü $E_c = 30000$ MPa'dır.

Doğrusal olmaya statik itme analizinde kullanmak üzere, elemanların eğilme momenti-dönme ilişkilerinin hesabında, beton ve donatı malzeme özelliklerine dayanarak DBYBHY 2007'de öngörülen malzeme modelleri esas alınarak belirlenmiştir. Bu malzeme modellerine ait gerilme-şekildeğiştirme grafikleri Şekil 4.1 ve Şekil 4.2'de verilmiştir.



Şekil 4.1: Beton için gerilme-şekildeğiştirme grafiği



Şekil 4.2: Donatı çeliği için gerilme-şekildeğiştirme grafiği

4.1.3 Binaya etkiyen yükler ve bina ağırlığı

Tüm katlarda döşeme sabit yükü 5.3 kN/m^2 , hareketli yükü 2 kN/m^2 olarak alınmıştır.

Kat ağırlıkları hesabında, bina konut amacı ile kullanıldığı için hareketli yük katılım katsayısı $n = 0.3$ kabul edilmiştir. Bina toplam ağırlığı 33060.8 kN 'dur.

4.2 Hesap Adımları

Mevcut haliyle çözümlenecek olan bina, inşaatı 2008 yılı içinde tamamlanmış, DBYBHY 2007 yönetmeliği esaslarına göre projelendirilmiş ve uygulanmış, planda ve düşeyde düzenli simetrik bir binadır. Binanın kalıp planı Şekil 4.3'de verilmiştir. Binanın projesi mevcut olduğu için yönetmeliğe göre bina bilgi düzeyi "kapsamlı" olarak belirlenmiş ve Bilgi Düzeyi Katsayısı 1.00 olarak alınmıştır. Hesap adımlarında ilk olarak binanın bu mevcut durumu doğrusal elastik analize ve doğrusal elastik olmayan analize göre çözümlenecektir. İkinci adımda, yapı düşeyde B3 tipi düzensiz bir yapı haline getirilecektir. Bu durumdaki yapının deprem etkileri altında doğrusal elastik analizi ve doğrusal elastik olmayan analizi yapılacak, ilk hesap adımındaki mevcut sonuçlarla karşılaştırılarak düzensizliğin yarattığı olumsuz sonuçlar irdelenecektir. Üçüncü adımda, mevcut binanın eski yıllarda daha düşük malzeme kalitesiyle yapıldığı varsayılacaktır. Beton sınıfı C12, donatı çeliği sınıfı S220 olarak kabul edilip statik itme analizi yapılarak performans noktası tespit edilecek ve mevcut analizlerle karşılaştırılacaktır.

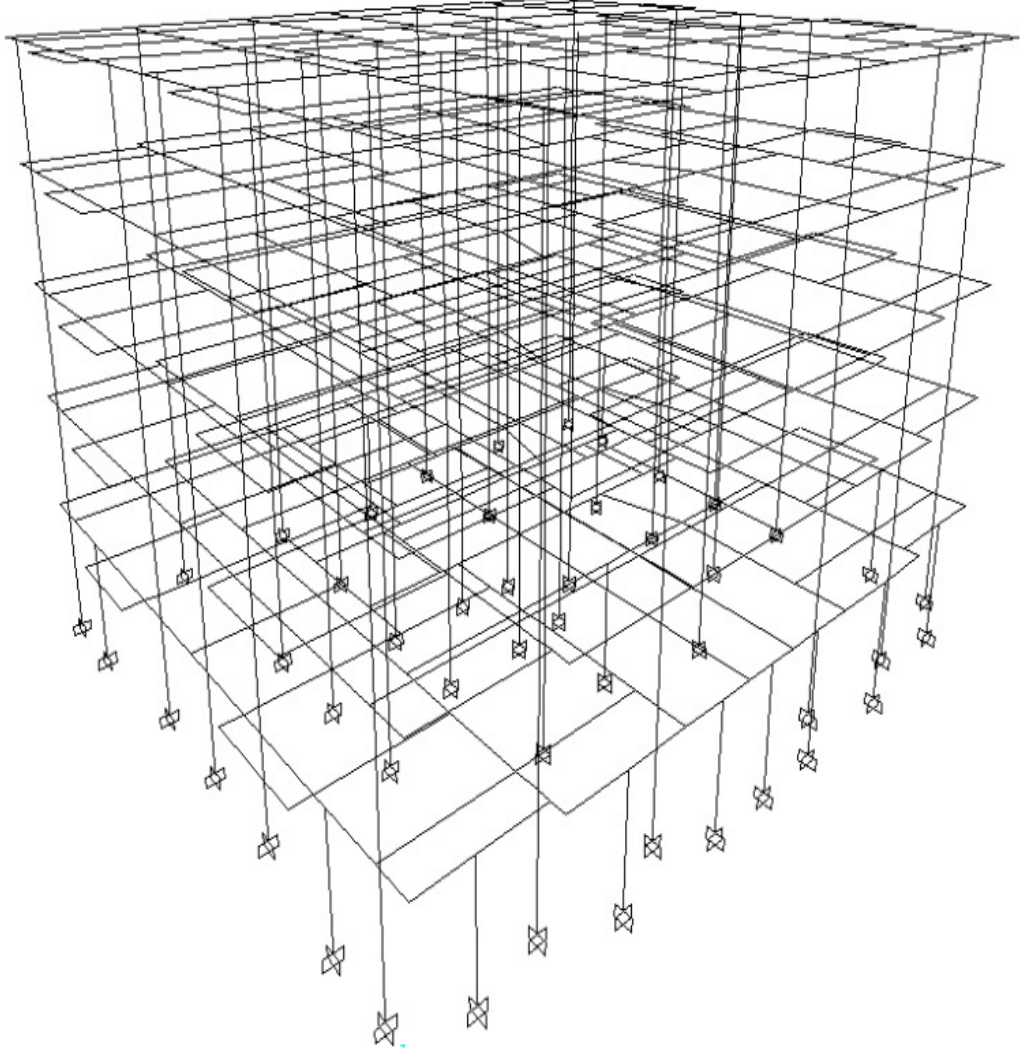
4.3 Mevcut Binanın Analizi

4.3.1 Bina performansının doğrusal elastik hesap yöntemi ile belirlenmesi

Yapının doğrusal elastik hesap yöntemiyle performansı eşdeğer deprem yükü yöntemine göre belirlenmiştir. Performans belirlenmesinde eşdeğer deprem yükü yönteminin kullanılması için gerekli koşullar aşağıdaki gibi sağlanmıştır.

- Bina toplam yüksekliği, $h=15\text{m} < 25\text{m}$
- Toplam kat yüksekliği $= 5 < 8$
- Burulma düzensizliği katsayısı $\eta_{bi}=1.31 < 1.4$

Binanın eşdeğer deprem yükü yöntemiyle analizinde SAP2000 programı kullanılmıştır. Eleman boyutları, malzeme ve kesit özellikleri, uygulanan yük değerleri gibi özellikler programa tanıtılarak yapı modeli oluşturulur, (Şekil 4.4).



Şekil 4.4: Bina modelinin 3 boyutlu görüntüsü

Programda tanımlanan yapı modal analiz yapılarak binanın deprem doğrultularındaki doğal titreşim periyotları belirlenmiştir. Elde edilen değerler doğrultusunda spektral ivme katsayısı ve taban kesme kuvveti aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$T_x = 0.46 \text{ sn} \quad T_y = 0.35 \text{ sn}$$

$$W = G + 0.3Q = 31771.4 + (0.3 \cdot 4298) = 33060.8 \text{ kN}$$

$$S(T)_x = 2.5 \rightarrow (T_A=0.15 < T_x=0.46 < T_B = 0.6)$$

$$S(T)_y = 2.5 \rightarrow (T_A=0.15 < T_x=0.46 < T_B = 0.6)$$

$$A(T)_x = A_0 \cdot I \cdot S(T)_x = 0.3 \cdot 1 \cdot 2.5 = 0.75$$

$$A(T)_y = A_0 \cdot I \cdot S(T)_y = 0.3 \cdot 1 \cdot 2.5 = 0.75$$

$$V_{t_x} = W \cdot A(T)_x \cdot \lambda = 25700 \cdot 0.75 \cdot 0.85 = 16383.75 \text{ kN}$$

$$V_{t_y} = W \cdot A(T)_y \cdot \lambda = 25700 \cdot 0.75 \cdot 0.85 = 16383.75 \text{ kN}$$

Hesaplara göre elde edilen iki deprem doğrultusundaki taban kesme kuvveti, Çizelge 4.1’de hesaplandığı gibi katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri olarak dağıtılmıştır.

Çizelge 4.1: Katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri

KAT	$h_i(\text{m})$	$H_i(\text{m})$	$W_i(\text{kN})$	$W_i \cdot H_i$	$F_{ix}(\text{kN})$	$F_{iy}(\text{kN})$
3	3	12	6281	75372	6733.91	6733.91
2	3	9	6473	58257	4824.92	4824.92
1	3	6	6473	38838	3216.61	3216.61
Zemin	3	3	6473	19419	1608.31	1608.31
Bodrum	3	0	7361	0	1472.20	1472.20
Toplam			33061	191886	17856	17856

Yapının bodrum katında rijitliği yüksek çevre perdeler olduğundan ve normal katların taşıyıcı sistem eleman boyutları ve donatıları zemin kat taşıyıcı sistem eleman özelliklerine sahip olduğu için, binada sadece en çok zorlanması muhtemel zemin kat kolon, kiriş ve perdelerin kontrolü yapılmıştır.

Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3’de her iki deprem doğrultusundaki zemin kat kirişlerin donatıları verilmiştir.

Çizelge 4.2: Zemin kat X doğrultusu kiriş donatıları

Aks No	Kiriş no	b/h (cm)	Montaj don.	Alt donatı	Sol mesnet üst ilave	Sol mesnet alt ilave	Sağ mesnet üst ilave	Sağ mesnet alt ilave
1a	K251	30/33	2 ϕ 14 (308 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)	1 ϕ 14(154 mm ²)	-	5 ϕ 14(770 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)
	K252	30/33	2 ϕ 14 (308 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)	5 ϕ 14(770 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)	5 ϕ 14(770 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)
	K253	30/33	2 ϕ 14 (308 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)	5 ϕ 14(770 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)	1 ϕ 14(154 mm ²)	-
2a	K250	30/33	2 ϕ 12 (226 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)	1 ϕ 14(154 mm ²)	-	1 ϕ 14(154 mm ²)	-
	K254	30/33	2 ϕ 12 (226 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)	1 ϕ 14(154 mm ²)	-	1 ϕ 14(154 mm ²)	-
2k1	K245	40/33	3 ϕ 12 (339 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)	3 ϕ 14(462 mm ²)	1 ϕ 14 (154 mm ²)	3 ϕ 14+5 ϕ 12 (1027 mm ²)	2 ϕ 16 (402 mm ²)
	K246	60/33	5 ϕ 12 (565 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)	3 ϕ 14+3 ϕ 12 (801 mm ²)	2 ϕ 16 (402 mm ²)	9 ϕ 12+2 ϕ 14 (1326 mm ²)	5 ϕ 14 (770 mm ²)
	K247	60/33	5 ϕ 12 (565 mm ²)	4 ϕ 14 (616 mm ²)	9 ϕ 12+2 ϕ 14 (1326 mm ²)	3 ϕ 14 (462 mm ²)	9 ϕ 12+2 ϕ 14 (1326 mm ²)	3 ϕ 14 (462 mm ²)
	K248	60/33	5 ϕ 12 (565 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)	9 ϕ 12+2 ϕ 14 (1326 mm ²)	5 ϕ 14 (770 mm ²)	3 ϕ 14+3 ϕ 12 (801 mm ²)	2 ϕ 16 (402 mm ²)
	K249	40/33	3 ϕ 12 (339 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)	3 ϕ 14+5 ϕ 12 (1027 mm ²)	2 ϕ 16 (402 mm ²)	3 ϕ 14(462 mm ²)	1 ϕ 14 (154 mm ²)
	K241	25/33	2 ϕ 12 (226 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)	1 ϕ 14(154 mm ²)	-	1 ϕ 14(154 mm ²)	-
2k2	K242	25/33	2 ϕ 12 (226 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)	1 ϕ 14(154 mm ²)	-	1 ϕ 14(154 mm ²)	-
	K243	25/33	2 ϕ 12 (226 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)	1 ϕ 14(154 mm ²)	-	1 ϕ 14(154 mm ²)	-
	K244	25/33	2 ϕ 12 (226 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)	1 ϕ 14(154 mm ²)	-	1 ϕ 14(154 mm ²)	-
	K238	40/33	3 ϕ 12 (339 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)	1 ϕ 14(154 mm ²)	-	4 ϕ 14+4 ϕ 12 (1068 mm ²)	3 ϕ 14 (462 mm ²)
2f	K239	60/33	4 ϕ 12 (452 mm ²)	3 ϕ 14 (462 mm ²)	4 ϕ 14+3 ϕ 12 (955 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)	5 ϕ 14+3 ϕ 12 (1109 mm ²)	3 ϕ 14 (462 mm ²)
	K240	40/33	3 ϕ 12 (339 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)	5 ϕ 14+4 ϕ 12 (1222 mm ²)	4 ϕ 14 (616 mm ²)	1 ϕ 14(154 mm ²)	-
4a	K235	40/33	3 ϕ 12 (339 mm ²)	3 ϕ 14 (462 mm ²)	1 ϕ 14(154 mm ²)	-	2 ϕ 14(308 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)
	K236	40/33	3 ϕ 12 (339 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)	2 ϕ 14(308 mm ²)	3 ϕ 14 (462 mm ²)	1 ϕ 14(154 mm ²)	-
	K237	40/33	3 ϕ 12 (339 mm ²)	3 ϕ 14 (462 mm ²)	1 ϕ 14(154 mm ²)	-	1 ϕ 14(154 mm ²)	-
4b	K230	25/50	2 ϕ 12 (226 mm ²)	3 ϕ 14 (462 mm ²)	1 ϕ 14(154 mm ²)	-	3 ϕ 14(462 mm ²)	1 ϕ 14 (154 mm ²)
	K231	25/50	2 ϕ 12 (226 mm ²)	3 ϕ 14 (462 mm ²)	3 ϕ 14(462 mm ²)	1 ϕ 14 (154 mm ²)	3 ϕ 12(339 mm ²)	3 ϕ 14 (462 mm ²)
	K232	40/33	3 ϕ 12 (339 mm ²)	3 ϕ 14 (462 mm ²)	2 ϕ 12(226 mm ²)	3 ϕ 14 (462 mm ²)	1 ϕ 14(154 mm ²)	-
	K233	40/33	3 ϕ 12 (339 mm ²)	3 ϕ 14 (462 mm ²)	1 ϕ 14(154 mm ²)	-	1 ϕ 16(201 mm ²)	-
	K234	25/50	2 ϕ 12 (226 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)	2 ϕ 14(308 mm ²)	-	1 ϕ 14(154 mm ²)	-
	K227	40/33	3 ϕ 12 (339 mm ²)	3 ϕ 14 (462 mm ²)	1 ϕ 14(154 mm ²)	-	1 ϕ 14(154 mm ²)	-
7	K228	40/33	3 ϕ 12 (339 mm ²)	3 ϕ 14 (462 mm ²)	1 ϕ 14(154 mm ²)	-	1 ϕ 14(154 mm ²)	-

Çizelge 4.3: Zemin kat Y doğrultusu kiriş donatıları

Aks No	Kiriş no	b/h (cm)	Montaj don.	Alt donatı	Sol mesnet üst ilave	Sol mesnet alt ilave	Sağ mesnet üst ilave	Sağ mesnet alt ilave
A	K255	25/33	2 ϕ 12 (226 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)	-	-	1 ϕ 14(154 mm ²)	-
	K256	25/33	2 ϕ 12(226 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)	1 ϕ 14(154 mm ²)	-	-	-
bl	K257	40/33	3 ϕ 12(339 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)	2 ϕ 12(226 mm ²)	-	3 ϕ 16+2 ϕ 12 (829 mm ²)	3 ϕ 14 (462 mm ²)
	K258	40/33	3 ϕ 12(339 mm ²)	3 ϕ 14 (462 mm ²)	3 ϕ 16+2 ϕ 12 (829 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)	1 ϕ 16+3 ϕ 12 (540 mm ²)	-
	K259	40/33	3 ϕ 12(339 mm ²)	3 ϕ 14 (462 mm ²)	1 ϕ 16+3 ϕ 12 (540 mm ²)	-	2 ϕ 14+2 ϕ 12 (534 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)
	K260	40/33	3 ϕ 12(339 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)	2 ϕ 14+2 ϕ 12 (534 mm ²)	3 ϕ 14 (462 mm ²)	2 ϕ 12(226 mm ²)	-
cl	K261	50/33	4 ϕ 12(452 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)	2 ϕ 12(226 mm ²)	-	5 ϕ 16+2 ϕ 12 (1231 mm ²)	4 ϕ 14 (616 mm ²)
	K262	50/33	4 ϕ 12(452 mm ²)	3 ϕ 14 (462 mm ²)	5 ϕ 16+2 ϕ 12 (1231 mm ²)	3 ϕ 14 (462 mm ²)	4 ϕ 12(452 mm ²)	-
	K263	50/33	4 ϕ 12(452 mm ²)	3 ϕ 14 (462 mm ²)	4 ϕ 12(452 mm ²)	-	5 ϕ 16+2 ϕ 12 (1231 mm ²)	3 ϕ 14 (462 mm ²)
	K264	50/33	4 ϕ 12(452 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)	5 ϕ 16+2 ϕ 12 (1231 mm ²)	4 ϕ 14 (616 mm ²)	2 ϕ 12(226 mm ²)	-
ck	K265	25/50	2 ϕ 12(226 mm ²)	3 ϕ 14 (462 mm ²)	1 ϕ 14(154 mm ²)	-	1 ϕ 14(154 mm ²)	-
	K266	25/50	2 ϕ 12(226 mm ²)	3 ϕ 14 (462 mm ²)	1 ϕ 14(154 mm ²)	-	1 ϕ 16(201 mm ²)	-
ck2	K267	25/50	2 ϕ 12(226 mm ²)	3 ϕ 14 (462 mm ²)	1 ϕ 14(154 mm ²)	-	1 ϕ 14(154 mm ²)	-
c5	K268	40/33	3 ϕ 12(339 mm ²)	3 ϕ 14 (462 mm ²)	1 ϕ 14(154 mm ²)	-	1 ϕ 14(154 mm ²)	-
	K269	40/33	3 ϕ 12(339 mm ²)	3 ϕ 14 (462 mm ²)	1 ϕ 14(154 mm ²)	-	1 ϕ 16(201 mm ²)	-
	K270	40/33	3 ϕ 12(339 mm ²)	3 ϕ 14 (462 mm ²)	1 ϕ 14(154 mm ²)	-	1 ϕ 14(154 mm ²)	-
	K271	40/33	3 ϕ 12(339 mm ²)	3 ϕ 14 (462 mm ²)	1 ϕ 14(154 mm ²)	-	1 ϕ 14(154 mm ²)	-
d2	K272	40/33	3 ϕ 12(339 mm ²)	3 ϕ 14 (462 mm ²)	1 ϕ 14(154 mm ²)	-	2 ϕ 14+2 ϕ 12 (534 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)
	K273	25/33	2 ϕ 12(226 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)	2 ϕ 14+3 ϕ 12 (647 mm ²)	3 ϕ 14 (462 mm ²)	1 ϕ 16+3 ϕ 12 (540 mm ²)	3 ϕ 14 (462 mm ²)
	K274	40/33	3 ϕ 12(339 mm ²)	3 ϕ 14 (462 mm ²)	1 ϕ 16+2 ϕ 12 (427 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)	1 ϕ 14(154 mm ²)	-
EF	K275	25/33	2 ϕ 12(226 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)	-	-	1 ϕ 14(154 mm ²)	-
	K276	25/33	2 ϕ 12(226 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)	1 ϕ 14(154 mm ²)	-	1 ϕ 14(154 mm ²)	-
	K277	25/33	2 ϕ 12(226 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)	1 ϕ 14(154 mm ²)	-	1 ϕ 14(154 mm ²)	-
	K278	25/33	2 ϕ 12(226 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)	1 ϕ 14(154 mm ²)	-	-	-
fl	K280	40/33	3 ϕ 12(339 mm ²)	3 ϕ 14 (462 mm ²)	1 ϕ 14(154 mm ²)	-	2 ϕ 16+2 ϕ 12 (628 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)
	K281	25/33	2 ϕ 12(226 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)	2 ϕ 16+3 ϕ 12 (741 mm ²)	3 ϕ 14 (462 mm ²)	2 ϕ 14+3 ϕ 12 (647 mm ²)	3 ϕ 14 (462 mm ²)
	K282	40/33	3 ϕ 12(339 mm ²)	3 ϕ 14 (462 mm ²)	2 ϕ 14+2 ϕ 12 (534 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)	1 ϕ 14(154 mm ²)	-
hl	K283	40/33	3 ϕ 12(339 mm ²)	3 ϕ 14 (462 mm ²)	1 ϕ 14(154 mm ²)	-	1 ϕ 14(154 mm ²)	-
	K284	40/33	3 ϕ 12(339 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)	4 ϕ 14(616 mm ²)	2 ϕ 16 (402 mm ²)	2 ϕ 16+1 ϕ 14 (556 mm ²)	2 ϕ 16 (402 mm ²)
	K285	40/33	3 ϕ 12(339 mm ²)	2 ϕ 14 (308 mm ²)	4 ϕ 14(616 mm ²)	2 ϕ 16 (402 mm ²)	2 ϕ 16+1 ϕ 14 (556 mm ²)	2 ϕ 16 (402 mm ²)
	K286	40/33	3 ϕ 12(339 mm ²)	3 ϕ 14 (462 mm ²)	1 ϕ 14(154 mm ²)	-	1 ϕ 14(154 mm ²)	-

Çizelge 4.4 ve Çizelge 4.5’de ise bu donatılara sahip kirişlerin sağ ve sol kesitlerinin alt ve üst moment kapasiteleri hesaplanmıştır. Devam eden işlem adımlarında elde edilen kesit moment kapasite değerlerinin de yardımıyla kesitlerin etki/kapasite oranları hesaplanacak ve elde edilen değerlere göre elemanların hasar sınırları belirlenecektir.

Çizelge 4.4: Zemin kat X doğrultusu kiriş moment kapasiteleri

Aks No	Kiriş no	b/h (cm)	Sol uç $M_{r\bar{u}}$ (kNm)	Sol uç $M_{r\bar{a}}$ (kNm)	Sağ uç $M_{r\bar{u}}$ (kNm)	Sağ uç $M_{r\bar{a}}$ (kNm)
1a	K251	30/33	52.39	34.93	122.25	69.85
	K252	30/33	122.25	69.85	122.25	69.85
	K253	30/33	122.25	69.85	52.39	34.93
2a	K250	30/33	43.09	34.93	43.09	34.93
	K254	30/33	43.09	34.93	43.09	34.93
2k1	K245	40/33	90.83	52.39	154.90	80.51
	K246	60/33	154.90	80.51	214.44	122.25
	K247	60/33	214.44	122.25	214.44	122.25
	K248	60/33	214.44	122.25	154.90	80.51
	K249	40/33	154.90	80.51	90.83	52.39
2k2	K241	25/33	43.09	34.93	43.09	34.93
	K242	25/33	43.09	34.93	43.09	34.93
	K243	25/33	43.09	34.93	43.09	34.93
	K244	25/33	43.09	34.93	43.09	34.93
2f	K238	40/33	55.91	34.93	159.55	87.32
	K239	60/33	159.55	87.32	177.02	104.78
	K240	40/33	177.02	104.78	55.91	34.93
4a	K235	40/33	55.91	52.39	73.37	87.32
	K236	40/33	73.37	87.32	55.91	34.93
	K237	40/33	55.91	52.39	55.91	52.39
4b	K230	25/50	43.09	52.39	78.02	69.85
	K231	25/50	78.02	69.85	64.07	104.78
	K232	40/33	64.07	104.78	55.91	52.39
	K233	40/33	55.91	52.39	61.24	52.39
	K234	25/50	60.56	34.93	43.09	34.93
7	K227	40/33	55.91	52.39	55.91	52.39
	K228	40/33	55.91	52.39	55.91	52.39

Çizelge 4.5: Zemin kat Y doğrultusu kiriş moment kapasiteleri

Aks No	Kiriş no	b/h (cm)	Sol uç $M_{r\ddot{u}}$ (kNm)	Sol uç $M_{r\grave{a}}$ (kNm)	Sağ uç $M_{r\ddot{u}}$ (kNm)	Sağ uç $M_{r\grave{a}}$ (kNm)
A	K255	25/33	25.63	34.93	43.09	34.93
	K256	25/33	43.09	34.93	25.63	34.93
b1	K257	40/33	64.07	34.93	132.45	87.32
	K258	40/33	132.45	87.32	99.68	52.39
	K259	40/33	99.68	52.39	99.00	87.32
	K260	40/33	99.00	87.32	64.07	34.93
c1	K261	50/33	76.89	34.93	190.85	104.78
	K262	50/33	190.85	104.78	102.51	52.39
	K263	50/33	102.51	52.39	190.85	104.78
	K264	50/33	190.85	104.78	76.89	34.93
ck	K265	25/50	43.09	52.39	43.09	52.39
	K266	25/50	43.09	52.39	48.42	52.39
ck2	K267	25/50	43.09	52.39	43.09	52.39
c5	K268	40/33	55.91	52.39	55.91	52.39
	K269	40/33	55.91	52.39	61.24	52.39
	K270	40/33	55.91	52.39	55.91	52.39
	K271	40/33	55.91	52.39	55.91	52.39
d2	K272	40/33	55.91	52.39	99.00	87.32
	K273	25/33	99.00	87.32	86.86	87.32
	K274	40/33	86.86	87.32	55.91	52.39
EF	K275	25/33	25.63	34.93	43.09	34.93
	K276	25/33	43.09	34.93	43.09	34.93
	K277	25/33	43.09	34.93	43.09	34.93
	K278	25/33	43.09	34.93	25.63	34.93
f1	K280	40/33	55.91	52.39	109.66	87.32
	K281	25/33	109.66	87.32	86.18	87.32
	K282	40/33	99.00	87.32	55.91	52.39
h1	K283	40/33	55.91	52.39	55.91	52.39
	K284	40/33	108.30	80.51	101.49	80.51
	K285	40/33	108.30	80.51	101.49	80.51
	K286	40/33	55.91	52.39	55.91	52.39

Zemin kat düşey taşıyıcı elemanların donatı değerleri projeye uygun olarak alınıp kesitlerin mevcut donatı alanlarından yararlanılarak elde edilen değerlerle elemanların alt ve üst kesitlerinin moment kapasite değerleri Çizelge 4.6 ve Çizelge 4.7’de hesaplanmıştır.

Çizelge 4.6: Zemin kat X doğrultusu düşey eleman donatıları ve moment kapasiteleri

Aks No	Perde - Kolo n no	b/h (cm)	Donatı düzeni	ρ	$N_{d(g+q)} \text{ üst}$	n_d	ρ_m	$M_{r \text{ üst}}$	$N_{d(g+q)} \text{ alt}$	n_d	$M_{r \text{ alt}}$
1a-2a-2k1	P230	210/30	18 ϕ 14+16 ϕ 8 (3576 mm ²)	0.006	597.26	0.067	0.073	401.62	644.51	0.072	401.62
	P231	210/30	18 ϕ 14+16 ϕ 8 (3576 mm ²)	0.006	861.54	0.096	0.073	441.78	908.79	0.102	441.78
	P232	210/30	18 ϕ 14+16 ϕ 8 (3576 mm ²)	0.006	1211.24	0.135	0.073	502.03	1258.4	0.141	502.03
	P233	210/30	18 ϕ 14+16 ϕ 8 (3576 mm ²)	0.006	1210.9	0.135	0.073	502.03	1258.1	0.141	502.03
	P234	210/30	18 ϕ 14+16 ϕ 8 (3576 mm ²)	0.006	858.1	0.096	0.073	441.78	905.35	0.101	441.78
	P235	210/30	18 ϕ 14+16 ϕ 8 (3576 mm ²)	0.006	598.19	0.067	0.073	401.62	645.44	0.072	401.62
2f	P228	210/30	18 ϕ 14+16 ϕ 8 (3576 mm ²)	0.006	1041.39	0.116	0.073	441.78	1088.6	0.122	441.78
	P229	210/30	18 ϕ 14+16 ϕ 8 (3576 mm ²)	0.006	1122.63	0.126	0.073	481.95	1169.8	0.131	441.78
4a	P224	30/210	18 ϕ 14+16 ϕ 8 (3576 mm ²)	0.006	750.31	0.084	0.073	3092.5	797.56	0.089	3092.5
	S225	30/120	18 ϕ 16 (3619 mm ²)	0.010	967.11	0.189	0.129	1560.6	994.11	0.195	1560.6
	S226	30/120	18 ϕ 16 (3619 mm ²)	0.010	1027.51	0.201	0.129	1560.6	1054.5	0.206	1560.6
	P227	30/210	18 ϕ 14+16 ϕ 8 (3576 mm ²)	0.006	753.44	0.084	0.073	3092.5	800.69	0.090	3092.5
4b	S221	30/95	16 ϕ 16 (3217 mm ²)	0.011	377.21	0.093	0.145	805.48	398.58	0.099	805.48
	S222	60/30	10 ϕ 16 (2011 mm ²)	0.011	412.49	0.161	0.144	172.12	425.99	0.167	160.65
	S223	80/30	12 ϕ 16 (2413 mm ²)	0.010	668.57	0.196	0.129	260.10	686.57	0.202	260.10
7	P216	30/210	18 ϕ 14+20 ϕ 8 (3777 mm ²)	0.006	372.83	0.042	0.077	2811.3	420.08	0.047	2811.3
	S217	30/120	18 ϕ 16 (3619 mm ²)	0.010	458.27	0.090	0.129	1377.0	485.27	0.095	1377.0
	P218	310/25	22 ϕ 14+24 ϕ 8 (4594 mm ²)	0.006	174.38	0.016	0.076	329.37	232.5	0.021	329.37
	S219	30/120	18 ϕ 16 (3619 mm ²)	0.0101	663.03	0.130	0.129	1468.8	696.03	0.136	1468.8
	P220	30/210	18 ϕ 14+18 ϕ 8 (3677 mm ²)	0.006	376.49	0.042	0.075	2811.3	423.74	0.047	2811.3

Çizelge 4.7: Zemin kat Y doğrultusu düşey eleman donatıları ve moment kapasiteleri

Aks No	Perde - Kolon no	b/h (cm)	Donatı düzeni	ρ	$N_{d(g+q)}$ üst	n_d	ρ_m	$M_{r\text{ üst}}$	$N_{d(g+q)}$ alt	n_d	$M_{r\text{ alt}}$
b1	P230	30/ 210	18 ϕ 14+16 ϕ 8 (3576 mm ²)	0.006	597.26	0.067	0.073	2811.38	644.51	0.072	2811.38
	P224	210/ 30	18 ϕ 14+16 ϕ 8 (3576 mm ²)	0.006	750.31	0.084	0.073	441.79	797.56	0.089	441.79
	P216	210/ 30	18 ϕ 14+20 ϕ 8 (3777 mm ²)	0.006	372.83	0.042	0.077	401.625	420.08	0.047	401.63
	P209	210/ 30	18 ϕ 14+16 ϕ 8 (3576 mm ²)	0.006	756.13	0.085	0.073	441.788	803.38	0.090	441.79
	P201	30/ 210	18 ϕ 14+16 ϕ 8 (3576 mm ²)	0.006	569.81	0.064	0.073	2811.38	617.06	0.069	2811.38
c1	P231	30/ 210	18 ϕ 14+16 ϕ 8 (3576 mm ²)	0.006	861.54	0.096	0.073	3092.51	908.79	0.102	3092.51
	S225	120/ 30	18 ϕ 16 (3619 mm ²)	0.01	967.11	0.189	0.129	401.625	994.11	0.195	401.63
	S217	120/ 30	18 ϕ 16 (3619 mm ²)	0.01	458.27	0.090	0.129	321.300	485.27	0.095	321.30
	S210	120/ 30	18 ϕ 16 (3619 mm ²)	0.01	962.37	0.188	0.129	401.625	989.37	0.194	401.63
	P202	30/ 210	18 ϕ 14+16 ϕ 8 (3576 mm ²)	0.006	864.05	0.097	0.073	3092.51	911.3	0.102	3092.51
c5	P232	30/ 210	18 ϕ 14+16 ϕ 8 (3576 mm ²)	0.006	1211.24	0.135	0.073	3514.22	1258.49	0.141	3514.22
	P228	30/ 210	18 ϕ 14+16 ϕ 8 (3576 mm ²)	0.006	1041.39	0.116	0.073	3092.51	1088.64	0.122	3092.51
	S221	95/30	16 ϕ 16 (3217 mm ²)	0.011	377.21	0.093	0.145	254.363	398.58	0.099	254.36
	S213	95/30	16 ϕ 16 (3217 mm ²)	0.011	366.94	0.091	0.145	254.363	388.31	0.096	254.36
	P207	30/ 210	18 ϕ 14+16 ϕ 8 (3576 mm ²)	0.006	1100.71	0.123	0.073	3092.51	1147.96	0.128	3092.51
	P203	30/ 210	18 ϕ 14+16 ϕ 8 (3576 mm ²)	0.006	1174.89	0.131	0.073	3373.65	1222.14	0.137	3373.65
d2	S222	30/60	10 ϕ 16 (2011 mm ²)	0.011	412.49	0.161	0.144	344.250	425.99	0.167	344.25
	S214	30/60	10 ϕ 16 (2011 mm ²)	0.011	401.37	0.157	0.144	344.250	414.87	0.162	344.25
f1	S223	30/80	12 ϕ 16 (2413 mm ²)	0.01	668.57	0.196	0.129	693.600	686.57	0.202	693.60
	S215	30/80	12 ϕ 16 (2413 mm ²)	0.01	653.3	0.192	0.129	693.600	671.3	0.197	693.60
h1	P233	30/ 210	18 ϕ 14+16 ϕ 8 (3576 mm ²)	0.006	1210.9	0.135	0.073	3514.22	1258.15	0.141	3514.22
	P229	30/ 210	18 ϕ 14+16 ϕ 8 (3576 mm ²)	0.006	1122.63	0.126	0.073	3373.65	1169.88	0.131	3373.65
	P218	25/ 310	22 ϕ 14+24 ϕ 8 (4594 mm ²)	0.006	174.38	0.016	0.076	4084.25	232.5	0.021	4084.25
	P208	30/ 210	18 ϕ 14+16 ϕ 8 (3576 mm ²)	0.006	1175.62	0.131	0.073	3514.22	1222.87	0.137	3514.22
	P204	30/ 210	18 ϕ 14+16 ϕ 8 (3576 mm ²)	0.006	1174.47	0.131	0.073	3514.22	1221.72	0.137	3514.22

Katlara etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin SAP2000 programına girilmesiyle oluşturulan x ve y doğrultusundaki deprem kuvvetlerinin etkisiyle elde edilen kiriş kesit moment değerleri ve bu moment değerlerinin kesit artık moment kapasitesine bölünmesiyle elde edilmiş etki/kapasite oranları Çizelge 4.8 ve Çizelge 4.9’de verilmiştir.

Çizelge 4.8: Zemin kat X doğrultusu kiriş etki/kapasite oranları

Aks No	Kiriş numarası ve ucu	M_{G+0} (kNm)	M_E (kNm)	M_{Ri} (kNm)	M_{Ra} (kNm)	$r_{üst}$	r_{alt}
1a	K251 Sol uç	-7.43	39.24	52.39	34.93	0.87	0.93
	K251 Sağ uç	-27.61	35.29	122.25	69.85	0.37	0.36
	K252 Sol uç	-45.08	21.28	122.25	69.85	0.28	0.19
	K252 Sağ uç	-45.12	21.21	122.25	69.85	0.28	0.18
	K253 Sol uç	-27.55	35.31	122.25	69.85	0.37	0.36
	K253 Sağ uç	-7.51	39.24	52.39	34.93	0.87	0.92
2a	K250 Sol uç	-3.72	43.26	43.09	34.93	1.10	1.12
	K250 Sağ uç	-12.03	59.01	43.09	34.93	1.90	1.26
	K254 Sol uç	-11.93	59.02	43.09	34.93	1.89	1.26
	K254 Sağ uç	-3.81	43.26	43.09	34.93	1.10	1.12
2k1	K245 Sol uç	-26.31	89.99	90.83	52.39	1.39	1.14
	K245 Sağ uç	-20.72	51.67	154.90	80.51	0.39	0.51
	K246 Sol uç	-24.4	48.2	154.90	80.51	0.37	0.46
	K246 Sağ uç	-82.96	53.26	214.44	122.25	0.41	0.26
	K247 Sol uç	-113.92	34.79	214.44	122.25	0.35	0.15
	K247 Sağ uç	-113.92	34.61	214.44	122.25	0.34	0.15
	K248 Sol uç	-82.84	53.54	214.44	122.25	0.41	0.26
	K248 Sağ uç	-24.7	47.85	154.90	80.51	0.37	0.45
	K249 Sol uç	-20.57	51.54	154.90	80.51	0.38	0.51
2k2	K249 Sağ uç	-26.45	89.96	90.83	52.39	1.40	1.14
	K241 Sol uç	-0.66	3.21	43.09	34.93	0.08	0.09
	K241 Sağ uç	-6.94	4.96	43.09	34.93	0.14	0.12
	K242 Sol uç	-14.15	22.63	43.09	34.93	0.78	0.46
	K242 Sağ uç	-8.4	11.84	43.09	34.93	0.34	0.27
	K243 Sol uç	-8.21	11.18	43.09	34.93	0.32	0.26
	K243 Sağ uç	-14.08	22.55	43.09	34.93	0.78	0.46
	K244 Sol uç	-6.93	4.95	43.09	34.93	0.14	0.12
2f	K244 Sağ uç	-0.66	3.2	43.09	34.93	0.08	0.09
	K238 Sol uç	-7.86	13.77	55.91	34.93	0.29	0.32
	K238 Sağ uç	-72.69	24.79	159.55	87.32	0.29	0.15
	K239 Sol uç	-93.04	32.07	159.55	87.32	0.48	0.18
	K239 Sağ uç	-89.51	32.23	177.02	104.78	0.37	0.17
	K240 Sol uç	-65.31	21.2	177.02	104.78	0.19	0.12
4a	K240 Sağ uç	-6.8	17.99	55.91	34.93	0.37	0.43
	K235 Sol uç	-2.81	21.83	55.91	52.39	0.41	0.40
	K235 Sağ uç	-8.28	91.4	73.37	87.32	1.40	0.96
	K236 Sol uç	-11.64	63.35	73.37	87.32	1.03	0.64
	K236 Sağ uç	-5	31.96	55.91	34.93	0.63	0.80
	K237 Sol uç	-4.46	28.43	55.91	52.39	0.55	0.50
4b	K237 Sağ uç	-2.81	21.72	55.91	52.39	0.41	0.39
	K230 Sol uç	4.97	70.49	43.09	52.39	1.47	1.49
	K230 Sağ uç	-5.84	211.99	78.02	69.85	2.94	2.80
	K231 Sol uç	-5.84	211.98	78.02	69.85	2.94	2.80
	K231 Sağ uç	1.94	188.61	64.07	104.78	2.86	1.83
	K232 Sol uç	-4.31	80.06	64.07	104.78	1.34	0.73
	K232 Sağ uç	-17.43	72.58	55.91	52.39	1.89	1.04
	K233 Sol uç	-44.85	8.3	55.91	52.39	0.75	0.09
	K233 Sağ uç	39.38	5.97	61.24	52.39	0.06	0.46
7	K234 Sol uç	-32.58	15.37	60.56	34.93	0.55	0.23
	K234 Sağ uç	-9.36	52.75	43.09	34.93	1.56	1.19
	K227 Sol uç	-6.7	10.79	55.91	52.39	0.22	0.18
	K227 Sağ uç	-1.74	58.13	55.91	52.39	1.07	1.07
	K228 Sol uç	-6.98	40.95	55.91	52.39	0.84	0.69
	K228 Sağ uç	-7.57	10.72	55.91	52.39	0.22	0.18

Çizelge 4.9: Zemin kat Y doğrultusu kiriş etki/kapasite oranları

Aks No	Kiriş numarası ve ucu	M_{G+0}	M_E	M_{ri}	M_{ra}	r_{ist}	r_{alt}
A	K255 Sol uç	-8.01	0.62	25.63	34.93	0.04	0.01
	K255 Sağ uç	-10.77	8.89	43.09	34.93	0.28	0.19
	K256 Sol uç	-10.01	8.76	43.09	34.93	0.26	0.19
	K256 Sağ uç	-6.76	0.84	25.63	34.93	0.04	0.02
b1	K257 Sol uç	-0.63	0.09	64.07	34.93	0.00	0.00
	K257 Sağ uç	-57.39	27.43	132.45	87.32	0.37	0.19
	K258 Sol uç	-37.3	32.39	132.45	87.32	0.34	0.26
	K258 Sağ uç	-6.42	33.58	99.68	52.39	0.36	0.57
	K259 Sol uç	-6.18	33.69	99.68	52.39	0.36	0.58
	K259 Sağ uç	-38.16	33.16	99.00	87.32	0.55	0.26
	K260 Sol uç	-59.85	26.86	99.00	87.32	0.69	0.18
	K260 Sağ uç	-0.99	0.22	64.07	34.93	0.00	0.01
c1	K261 Sol uç	-29.79	34.9	76.89	34.93	0.74	0.54
	K261 Sağ uç	-94.28	33.99	190.85	104.78	0.35	0.17
	K262 Sol uç	-51.32	34.58	190.85	104.78	0.25	0.22
	K262 Sağ uç	-7.63	34.32	102.51	52.39	0.36	0.57
	K263 Sol uç	-7.53	34.38	102.51	52.39	0.36	0.57
	K263 Sağ uç	-52.02	34.73	190.85	104.78	0.25	0.22
	K264 Sol uç	-95.7	33.68	190.85	104.78	0.35	0.17
ck	K264 Sağ uç	-16.36	32.68	76.89	34.93	0.54	0.64
	K265 Sol uç	-9	40.33	43.09	52.39	1.18	0.66
	K265 Sağ uç	-10.73	30.07	43.09	52.39	0.93	0.48
	K266 Sol uç	-10.72	30.08	43.09	52.39	0.93	0.48
ck2	K266 Sağ uç	-8.46	40.4	48.42	52.39	1.01	0.66
	K267 Sol uç	-4.35	48.19	43.09	52.39	1.24	0.85
c5	K267 Sağ uç	-4.12	48.18	43.09	52.39	1.24	0.85
	K268 Sol uç	-8.89	1.07	55.91	52.39	0.02	0.02
	K268 Sağ uç	66.44	36.23	55.91	52.39	0.30	2.58
	K269 Sol uç	16.12	25.77	55.91	52.39	0.36	0.71
	K269 Sağ uç	-23.88	38.67	61.24	52.39	1.04	0.51
	K270 Sol uç	-21.75	38.81	55.91	52.39	1.14	0.52
	K270 Sağ uç	6.55	30.76	55.91	52.39	0.49	0.67
	K271 Sol uç	-36.01	35.19	55.91	52.39	1.77	0.40
d2	K271 Sağ uç	-9.27	1.53	55.91	52.39	0.03	0.02
	K272 Sol uç	-33.04	5.8	55.91	52.39	0.25	0.07
	K272 Sağ uç	-34.7	46.89	99.00	87.32	0.73	0.38
	K273 Sol uç	-10.09	56.78	99.00	87.32	0.64	0.58
	K273 Sağ uç	-9.97	56.8	86.86	87.32	0.74	0.58
	K274 Sol uç	-31.91	46.32	86.86	87.32	0.84	0.39
EF	K274 Sağ uç	-28.43	7.99	55.91	52.39	0.29	0.10
	K275 Sol uç	-8.08	4.13	25.63	34.93	0.24	0.10
	K275 Sağ uç	3.29	10.27	43.09	34.93	0.22	0.32
	K276 Sol uç	8.1	8.81	43.09	34.93	0.17	0.33
	K276 Sağ uç	-0.98	2.03	43.09	34.93	0.05	0.06
	K277 Sol uç	-3.16	2.18	43.09	34.93	0.05	0.06
	K277 Sağ uç	11.16	7.79	43.09	34.93	0.14	0.33
	K278 Sol uç	3.27	10.95	43.09	34.93	0.24	0.35
f1	K278 Sağ uç	-7.81	4.35	25.63	34.93	0.24	0.10
	K280 Sol uç	-31.06	6.48	55.91	52.39	0.26	0.08
	K280 Sağ uç	-66	39.53	109.66	87.32	0.91	0.26
	K281 Sol uç	-7.06	69.04	109.66	87.32	0.67	0.73
	K281 Sağ uç	-7.23	69.04	86.18	87.32	0.87	0.73
	K282 Sol uç	-62.98	38.99	99.00	87.32	1.08	0.26
h1	K282 Sağ uç	26.12	8.21	55.91	52.39	0.10	0.31
	K283 Sol uç	-8.98	1.04	55.91	52.39	0.02	0.02
	K283 Sağ uç	-34.81	33.66	55.91	52.39	1.60	0.39
	K284 Sol uç	-10.83	18.32	108.30	80.51	0.19	0.20
	K284 Sağ uç	-1.98	15.1	101.49	80.51	0.15	0.18
	K285 Sol uç	-3.23	15.24	108.30	80.51	0.15	0.18
	K285 Sağ uç	-1.61	21.49	101.49	80.51	0.22	0.26
	K286 Sol uç	-35.74	30.25	55.91	52.39	1.50	0.34
	K286 Sağ uç	-8.76	1.48	55.91	52.39	0.03	0.02

Kirişler için hesaplanan etki/kapasite oranları yönetmeliğin öngördüğü ilgili sınır değerler ile karşılaştırılarak elemanların kesit hasar bölgeleri belirlenir. Sınırların ara değerleri için doğrusal enterpolasyon yapılmıştır,(Çizelge 4.10 ve Çizelge 4.11).

Çizelge 4.10: Zemin kat X doğrultusu kiriş kesit hasar bölgeleri

Aks No	Kiriş no ve ucu	$(\rho-\rho')/\rho_b$	Sargılama	V/b_wdf_{ctk}	$r_{üst}$	Hasar bölgesi	r_{alt}	Hasar bölgesi
1a	K251 Sol uç	0.072	var	-0.48	0.87	MHB	0.93	MHB
	K251 Sağ uç	0.216	var	0.54	0.37	MHB	0.36	MHB
	K252 Sol uç	0.216	var	-0.56	0.28	MHB	0.19	MHB
	K252 Sağ uç	0.216	var	0.56	0.28	MHB	0.18	MHB
	K253 Sol uç	0.216	var	-0.54	0.37	MHB	0.36	MHB
2a	K253 Sağ uç	0.072	var	0.48	0.87	MHB	0.92	MHB
	K250 Sol uç	0.034	var	-0.29	1.10	MHB	1.12	MHB
	K250 Sağ uç	0.034	var	0.32	1.90	MHB	1.26	MHB
	K254 Sol uç	0.034	var	-0.32	1.89	MHB	1.26	MHB
2k1	K254 Sağ uç	0.034	var	0.29	1.10	MHB	1.12	MHB
	K245 Sol uç	0.119	var	-0.64	1.39	MHB	1.14	MHB
	K245 Sağ uç	0.230	var	0.62	0.39	MHB	0.51	MHB
	K246 Sol uç	0.153	var	-0.56	0.37	MHB	0.46	MHB
	K246 Sağ uç	0.190	var	0.64	0.41	MHB	0.26	MHB
	K247 Sol uç	0.190	var	-0.60	0.35	MHB	0.15	MHB
	K247 Sağ uç	0.190	var	0.60	0.34	MHB	0.15	MHB
	K248 Sol uç	0.190	var	-0.64	0.41	MHB	0.26	MHB
	K248 Sağ uç	0.153	var	0.56	0.37	MHB	0.45	MHB
2k2	K249 Sol uç	0.230	var	-0.62	0.38	MHB	0.51	MHB
	K249 Sağ uç	0.119	var	0.64	1.40	MHB	1.14	MHB
	K241 Sol uç	0.040	var	1.85	0.08	MHB	0.09	MHB
	K241 Sağ uç	0.040	var	1.86	0.14	MHB	0.12	MHB
	K242 Sol uç	0.040	var	-0.43	0.78	MHB	0.46	MHB
	K242 Sağ uç	0.040	var	0.41	0.34	MHB	0.27	MHB
	K243 Sol uç	0.040	var	-0.41	0.32	MHB	0.26	MHB
	K243 Sağ uç	0.040	var	0.43	0.78	MHB	0.46	MHB
2f	K244 Sol uç	0.040	var	-1.86	0.14	MHB	0.12	MHB
	K244 Sağ uç	0.040	var	-1.85	0.08	MHB	0.09	MHB
	K238 Sol uç	0.065	var	-0.54	0.29	MHB	0.32	MHB
	K238 Sağ uç	0.223	var	0.70	0.29	MHB	0.15	MHB
	K239 Sol uç	0.149	var	-0.47	0.48	MHB	0.18	MHB
4a	K239 Sağ uç	0.149	var	0.48	0.37	MHB	0.17	MHB
	K240 Sol uç	0.223	var	-0.69	0.19	MHB	0.12	MHB
	K240 Sağ uç	0.065	var	0.56	0.37	MHB	0.43	MHB
	K235 Sol uç	0.011	var	0.31	0.41	MHB	0.40	MHB
	K235 Sağ uç	-0.043	var	0.24	1.40	MHB	0.96	MHB
	K236 Sol uç	-0.043	var	1.09	1.03	MHB	0.64	MHB
4b	K236 Sağ uç	0.065	var	0.33	0.63	MHB	0.80	MHB
	K237 Sol uç	0.011	var	0.19	0.55	MHB	0.50	MHB
	K237 Sağ uç	0.011	var	-0.25	0.41	MHB	0.39	MHB
	K230 Sol uç	-0.030	var	0.40	1.47	MHB	1.49	MHB
	K230 Sağ uç	0.027	var	0.43	2.94	MHB	2.80	MHB
	K231 Sol uç	0.027	var	-0.59	2.94	MHB	2.80	MHB
	K231 Sağ uç	-0.133	var	0.60	2.86	MHB	1.83	MHB
	K232 Sol uç	-0.126	var	0.69	1.34	MHB	0.73	MHB
7	K232 Sağ uç	0.011	var	0.72	1.89	MHB	1.04	MHB
	K233 Sol uç	0.011	var	-0.71	0.75	MHB	0.09	MHB
	K233 Sağ uç	0.062	var	-0.69	0.06	MHB	0.46	MHB
	K234 Sol uç	0.084	var	-0.21	0.55	MHB	0.23	MHB
	K234 Sağ uç	0.027	var	0.31	1.56	MHB	1.19	MHB
	K227 Sol uç	0.011	var	0.43	0.22	MHB	0.18	MHB
	K227 Sağ uç	0.011	var	0.23	1.07	MHB	1.07	MHB
	K228 Sol uç	0.011	var	-0.23	0.84	MHB	0.69	MHB
	K228 Sağ uç	0.011	var	-0.44	0.22	MHB	0.18	MHB

Çizelge 4.11: Zemin kat Y doğrultusu giriş kesit hasar bölgeleri

Aks No	Kiriş no ve ucu	$(p-p')/p_b$	Sargılama	$V/b_w d f_{ctk}$	$r_{üst}$	Hasar bölgesi	r_{alt}	Hasar bölgesi
A	K255 Sol uç	-0.046	var	-0.39	0.04	MHB	0.01	MHB
	K255 Sağ uç	0.040	var	0.44	0.28	MHB	0.19	MHB
	K256 Sol uç	0.040	var	-0.42	0.26	MHB	0.19	MHB
	K256 Sağ uç	-0.046	var	0.37	0.04	MHB	0.02	MHB
b1	K257 Sol uç	0.090	var	-0.48	0.00	MHB	0.00	MHB
	K257 Sağ uç	0.140	var	0.53	0.37	MHB	0.19	MHB
	K258 Sol uç	0.140	var	-0.74	0.34	MHB	0.26	MHB
	K258 Sağ uç	0.146	var	0.65	0.36	MHB	0.57	MHB
	K259 Sol uç	0.146	var	-0.56	0.36	MHB	0.58	MHB
	K259 Sağ uç	0.036	var	0.66	0.55	MHB	0.26	MHB
	K260 Sol uç	0.036	var	-0.50	0.69	MHB	0.18	MHB
	K260 Sağ uç	0.090	var	0.38	0.00	MHB	0.01	MHB
c1	K261 Sol uç	0.104	var	-0.41	0.74	MHB	0.54	MHB
	K261 Sağ uç	0.213	var	0.64	0.35	MHB	0.17	MHB
	K262 Sol uç	0.213	var	-0.76	0.25	MHB	0.22	MHB
	K262 Sağ uç	0.124	var	0.65	0.36	MHB	0.57	MHB
	K263 Sol uç	0.124	var	-0.65	0.36	MHB	0.57	MHB
	K263 Sağ uç	0.213	var	0.76	0.25	MHB	0.22	MHB
	K264 Sol uç	0.213	var	-0.64	0.35	MHB	0.17	MHB
	K264 Sağ uç	0.104	var	0.39	0.54	MHB	0.64	MHB
ck	K265 Sol uç	-0.030	var	-0.32	1.18	MHB	0.66	MHB
	K265 Sağ uç	-0.030	var	0.33	0.93	MHB	0.48	MHB
	K266 Sol uç	-0.030	var	-0.33	0.93	MHB	0.48	MHB
	K266 Sağ uç	-0.013	var	0.32	1.01	MHB	0.66	MHB
ck2	K267 Sol uç	-0.030	var	-0.29	1.24	MHB	0.85	MHB
	K267 Sağ uç	-0.030	var	0.29	1.24	MHB	0.85	MHB
c5	K268 Sol uç	0.011	var	0.27	0.02	MHB	0.02	MHB
	K268 Sağ uç	0.011	var	-1.11	0.30	MHB	2.58	MHB
	K269 Sol uç	0.011	var	-0.36	0.36	MHB	0.71	MHB
	K269 Sağ uç	0.027	var	0.47	1.04	MHB	0.51	MHB
	K270 Sol uç	0.011	var	-0.45	1.14	MHB	0.52	MHB
	K270 Sağ uç	0.011	var	0.37	0.49	MHB	0.67	MHB
	K271 Sol uç	0.011	var	1.16	1.77	MHB	0.40	MHB
	K271 Sağ uç	0.011	var	-0.30	0.03	MHB	0.02	MHB
d2	K272 Sol uç	0.011	var	0.44	0.25	MHB	0.07	MHB
	K272 Sağ uç	0.036	var	0.71	0.73	MHB	0.38	MHB
	K273 Sol uç	0.058	var	-0.84	0.64	MHB	0.58	MHB
	K273 Sağ uç	-0.002	var	0.84	0.74	MHB	0.58	MHB
	K274 Sol uç	-0.001	var	-0.67	0.84	MHB	0.39	MHB
	K274 Sağ uç	0.011	var	-0.38	0.29	MHB	0.10	MHB
EF	K275 Sol uç	-0.046	var	-0.74	0.24	MHB	0.10	MHB
	K275 Sağ uç	0.040	var	-0.71	0.22	MHB	0.32	MHB
	K276 Sol uç	0.040	var	-0.27	0.17	MHB	0.33	MHB
	K276 Sağ uç	0.040	var	0.30	0.05	MHB	0.06	MHB
	K277 Sol uç	0.040	var	-0.31	0.05	MHB	0.06	MHB
	K277 Sağ uç	0.040	var	0.26	0.14	MHB	0.33	MHB
	K278 Sol uç	0.040	var	0.71	0.24	MHB	0.35	MHB
	K278 Sağ uç	-0.046	var	0.73	0.24	MHB	0.10	MHB
f1	K280 Sol uç	0.011	var	0.45	0.26	MHB	0.08	MHB
	K280 Sağ uç	0.069	var	0.71	0.91	MHB	0.26	MHB
	K281 Sol uç	0.111	var	-0.87	0.67	MHB	0.73	MHB
	K281 Sağ uç	0.058	var	0.87	0.87	MHB	0.73	MHB
	K282 Sol uç	0.036	var	-0.67	1.08	MHB	0.26	MHB
	K282 Sağ uç	0.011	var	0.40	0.10	MHB	0.31	MHB
h1	K283 Sol uç	0.011	var	0.27	0.02	MHB	0.02	MHB
	K283 Sağ uç	0.011	var	-1.20	1.60	MHB	0.39	MHB
	K284 Sol uç	0.086	var	-0.58	0.19	MHB	0.20	MHB
	K284 Sağ uç	0.065	var	0.52	0.15	MHB	0.18	MHB
	K285 Sol uç	0.086	var	-0.58	0.15	MHB	0.18	MHB
	K285 Sağ uç	0.065	var	0.60	0.22	MHB	0.26	MHB
	K286 Sol uç	0.011	var	1.24	1.50	MHB	0.34	MHB
	K286 Sağ uç	0.011	var	-0.30	0.03	MHB	0.02	MHB

SAP2000 programında yapılan çözümleme sonucu elde edilen zemin kat düşey taşıyıcı elemanlarında deprem yükleri etkisinde oluşan eğilme momenti değerlerinin, kesit artık moment kapasitesine bölünmesi sonucuyla bu elemanların etki/kapasite oranı değerleri elde edilmiştir. Kesit artık moment kapasitesi, kesitin eğilme momenti kapasitesi ile düşey yükler altında kesitte hesaplanan moment etkisinin farkıdır, (Çizelge 4.12, Çizelge 4.13).

Çizelge 4.12: Zemin kat X doğrultusu düşey eleman etki/kapasite oranları

Aks No	Perde-Kolon No ve ucu	M_{G+Q} (kNm)	M_E (kNm)	M_R (kNm)	r
1a-2a-2k1	P230 Üst uç	14.48	5.16	401.63	0.01
	P230 Alt uç	-6.9	237.84	401.63	0.58
	P231 Üst uç	1.09	19.12	441.79	0.04
	P231 Alt uç	-1.84	249.67	441.79	0.56
	P232 Üst uç	18.39	11.27	502.03	0.02
	P232 Alt uç	-8.81	234.8	502.03	0.46
	P233 Üst uç	-18.3	11.33	502.03	0.02
	P233 Alt uç	9.14	234.77	502.03	0.48
	P234 Üst uç	2	19.22	441.79	0.04
	P234 Alt uç	-0.79	249.72	441.79	0.56
	P235 Üst uç	-14.34	5.19	401.63	0.01
	P235 Alt uç	7.2	237.81	401.63	0.60
2f	P228 Üst uç	8.34	28.65	441.79	0.07
	P228 Alt uç	-3.9	226.52	441.79	0.51
	P229 Üst uç	9.13	28.86	481.95	0.06
	P229 Alt uç	-4.65	226.42	441.79	0.51
4a	P224 Üst uç	-15.82	3692.57	3092.51	1.19
	P224 Alt uç	8.06	8377.83	3092.51	2.72
	S225 Üst uç	-6.41	517.19	1560.60	0.33
	S225 Alt uç	3.65	1808.75	1560.60	1.16
	S226 Üst uç	8.68	559.65	1560.60	0.36
	S226 Alt uç	-1.56	1794.1	1560.60	1.15
	P227 Üst uç	24.97	3692.99	3092.51	1.20
4b	P227 Alt uç	3.62	8377.78	3092.51	2.71
	S221 Üst uç	4.59	85.51	805.48	0.11
	S221 Alt uç	-1.11	991.74	805.48	1.23
	S222 Üst uç	1	92.65	172.13	0.54
	S222 Alt uç	-0.44	114.12	160.65	0.71
7	S223 Üst uç	6.84	25.15	260.10	0.10
	S223 Alt uç	-3.28	104.02	260.10	0.39
	P216 Üst uç	-2.31	3701.21	2811.38	1.32
	P216 Alt uç	6.34	8382.57	2811.38	2.99
	S217 Üst uç	-2.41	521.97	1377.00	0.38
	S217 Alt uç	2.21	1808.38	1377.00	1.32
	P218 Üst uç	0.08	53.71	329.38	0.16
	P218 Alt uç	0.1	179.72	329.38	0.55
	S219 Üst uç	-11.41	553.35	1468.80	0.37
	S219 Alt uç	5.32	1797.56	1468.80	1.23
	P220 Üst uç	11.06	3701.89	2811.38	1.32
	P220 Alt uç	4.88	8382.5	2811.38	2.99

Çizelge 4.13: Zemin kat Y doğrultusu düşey eleman etki/kapasite oranları

Aks No	Perde-Kolon No ve ucu	M_{G+Q} (kNm)	M_E (kNm)	M_R (kNm)	r
b1	P230 Üst uç	33.76	2241.47	2811.375	0.81
	P230 Alt uç	-2.04	4549.46	2811.375	1.62
	P224 Üst uç	-15.68	8.4	441.7875	0.02
	P224 Alt uç	7.72	127.08	441.7875	0.29
	P216 Üst uç	-0.08	8.84	401.625	0.02
	P216 Alt uç	0.08	126.86	401.625	0.32
	P209 Üst uç	16.23	8.57	441.7875	0.02
	P209 Alt uç	-7.89	127	441.7875	0.28
	P201 Üst uç	29.76	2242.88	2811.375	0.81
	P201 Alt uç	-4.87	4549.3	2811.375	1.62
c1	P231 Üst uç	47.39	2213.27	3092.51	0.73
	P231 Alt uç	-3.2	4483.27	3092.51	1.45
	S225 Üst uç	-16.11	-21.55	401.63	0.05
	S225 Alt uç	7.92	84.44	401.63	0.21
	S217 Üst uç	-0.02	-25.24	321.30	0.08
	S217 Alt uç	0.04	86.24	321.30	0.27
	S210 Üst uç	16.24	-21.46	401.63	0.06
	S210 Alt uç	-7.91	84.39	401.63	0.21
	P202 Üst uç	-46.31	2212.96	3092.51	0.71
	P202 Alt uç	7	4483.3	3092.51	1.45
c5	P232 Üst uç	25.87	2171.11	3514.22	0.62
	P232 Alt uç	-0.51	4415.86	3514.22	1.26
	P228 Üst uç	40.56	2134.68	3092.51	0.70
	P228 Alt uç	-2.11	4419.83	3092.51	1.43
	S221 Üst uç	-8.76	16.79	254.36	0.06
	S221 Alt uç	4.31	65.97	254.36	0.26
	S213 Üst uç	7.99	16.82	254.36	0.07
	S213 Alt uç	-3.88	65.99	254.36	0.26
	P207 Üst uç	-29.47	2133.87	3092.51	0.68
	P207 Alt uç	5.51	4419.92	3092.51	1.43
	P203 Üst uç	-24.5	2170.89	3373.65	0.64
	P203 Alt uç	4.97	4415.89	3373.65	1.31
d2	S222 Üst uç	-35.06	1.13	344.25	0.00
	S222 Alt uç	16.13	141.82	344.25	0.43
	S214 Üst uç	33.27	0.91	344.25	0.00
	S214 Alt uç	-15.16	141.72	344.25	0.39
f1	S223 Üst uç	-30.98	57.06	693.60	0.08
	S223 Alt uç	13.42	300.98	693.60	0.44
	S215 Üst uç	29.35	57.21	693.60	0.09
	S215 Alt uç	-12.34	300.92	693.60	0.43
h1	P233 Üst uç	26.25	2120.61	3514.22	0.61
	P233 Alt uç	0.03	4297.43	3514.22	1.22
	P229 Üst uç	50.56	2092.53	3373.65	0.63
	P229 Alt uç	-2.62	4300.48	3373.65	1.27
	P218 Üst uç	5.78	5906.34	4084.25	1.45
	P218 Alt uç	6.67	10208.42	4084.25	2.50
	P208 Üst uç	-37.08	2091.68	3514.22	0.59
	P208 Alt uç	6.92	4300.58	3514.22	1.23
	P204 Üst uç	-23.98	2120.37	3514.22	0.60
	P204 Alt uç	5.5	4297.45	3514.22	1.22

Kolon ve perdeler için hesaplanan etki/kapasite oranları yönetmeliğin öngördüğü ilgili sınır değerler ile karşılaştırılarak elemanların kesit hasar bölgeleri belirlenir. Sınırların ara değerleri için doğrusal enterpolasyon yapılmıştır,(Çizelge 4.14 ve Çizelge 4.15).

Çizelge 4.14: Zemin kat X doğrultusu düşey eleman kesit hasar bölgeleri

Aks No	Perde-Kolon no ve ucu	$N/(A_c \cdot f_{ck})$	Sargılama	$V/(b_w \cdot d \cdot f_{ctk})$	r	Hasar bölgesi
1a-2a- 2k1	P230 Üst uç	-	var	-	0.01	MHB
	P230 Alt uç	-	var	-	0.58	MHB
	P231 Üst uç	-	var	-	0.04	MHB
	P231 Alt uç	-	var	-	0.56	MHB
	P232 Üst uç	-	var	-	0.02	MHB
	P232 Alt uç	-	var	-	0.46	MHB
	P233 Üst uç	-	var	-	0.02	MHB
	P233 Alt uç	-	var	-	0.48	MHB
	P234 Üst uç	-	var	-	0.04	MHB
	P234 Alt uç	-	var	-	0.56	MHB
	P235 Üst uç	-	var	-	0.01	MHB
	P235 Alt uç	-	var	-	0.60	MHB
2f	P228 Üst uç	-	var	-	0.07	MHB
	P228 Alt uç	-	var	-	0.51	MHB
	P229 Üst uç	-	var	-	0.06	MHB
	P229 Alt uç	-	var	-	0.51	MHB
4a	P224 Üst uç	-	var	-	1.19	MHB
	P224 Alt uç	-	var	-	2.72	MHB
	S225 Üst uç	0.16	var	0.68	0.33	MHB
	S225 Alt uç	0.17	var	0.68	1.16	MHB
	S226 Üst uç	0.17	var	0.68	0.36	MHB
	S226 Alt uç	0.18	var	0.68	1.15	MHB
	P227 Üst uç	-	var	-	1.20	MHB
	P227 Alt uç	-	var	-	2.71	MHB
4b	S221 Üst uç	0.08	var	0.66	0.11	MHB
	S221 Alt uç	0.08	var	0.66	1.23	MHB
	S222 Üst uç	0.14	var	0.84	0.54	MHB
	S222 Alt uç	0.14	var	0.84	0.71	MHB
	S223 Üst uç	0.17	var	0.66	0.10	MHB
	S223 Alt uç	0.17	var	0.66	0.39	MHB
7	P216 Üst uç	-	var	-	1.32	MHB
	P216 Alt uç	-	var	-	2.99	MHB
	S217 Üst uç	0.08	var	0.12	0.38	MHB
	S217 Alt uç	0.08	var	0.12	1.32	MHB
	P218 Üst uç	-	var	-	0.16	MHB
	P218 Alt uç	-	var	-	0.55	MHB
	S219 Üst uç	0.11	var	0.12	0.37	MHB
	S219 Alt uç	0.12	var	0.12	1.23	MHB
	P220 Üst uç	-	var	-	1.32	MHB
	P220 Alt uç	-	var	-	2.99	MHB

Çizelge 4.15: Zemin kat Y doğrultusu düşey eleman kesit hasar bölgeleri

Aks No	Perde-Kolon no ve ucu	$N/(A_c \cdot f_{ck})$	Sargılama	$V/(b_w \cdot d \cdot f_{ctk})$	r	Hasar bölgesi
b1	P230 Üst uç	-	var	-	0.81	MHB
	P230 Alt uç	-	var	-	1.62	MHB
	P224 Üst uç	-	var	-	0.02	MHB
	P224 Alt uç	-	var	-	0.29	MHB
	P216 Üst uç	-	var	-	0.02	MHB
	P216 Alt uç	-	var	-	0.32	MHB
	P209 Üst uç	-	var	-	0.02	MHB
	P209 Alt uç	-	var	-	0.28	MHB
	P201 Üst uç	-	var	-	0.81	MHB
c1	P201 Alt uç	-	var	-	1.62	MHB
	P231 Üst uç	-	var	-	0.73	MHB
	P231 Alt uç	-	var	-	1.45	MHB
	S225 Üst uç	0.16	var	1.21	0.05	MHB
	S225 Alt uç	0.17	var	1.21	0.21	MHB
	S217 Üst uç	0.08	var	0.67	0.08	MHB
	S217 Alt uç	0.08	var	0.67	0.27	MHB
	S210 Üst uç	0.16	var	1.21	0.06	MHB
	S210 Alt uç	0.16	var	1.21	0.21	MHB
c5	P202 Üst uç	-	var	-	0.71	MHB
	P202 Alt uç	-	var	-	1.45	MHB
	P232 Üst uç	-	var	-	0.62	MHB
	P232 Alt uç	-	var	-	1.26	MHB
	P228 Üst uç	-	var	-	0.70	MHB
	P228 Alt uç	-	var	-	1.43	MHB
	S221 Üst uç	0.08	var	0.44	0.06	MHB
	S221 Alt uç	0.08	var	0.44	0.26	MHB
	S213 Üst uç	0.08	var	0.44	0.07	MHB
	S213 Alt uç	0.08	var	0.44	0.26	MHB
	P207 Üst uç	-	var	-	0.68	MHB
d2	P207 Alt uç	-	var	-	1.43	MHB
	P203 Üst uç	-	var	-	0.64	MHB
	P203 Alt uç	-	var	-	1.31	MHB
	S222 Üst uç	0.14	var	1.25	0.00	MHB
f1	S222 Alt uç	0.14	var	1.25	0.43	MHB
	S214 Üst uç	0.13	var	1.25	0.00	MHB
	S214 Alt uç	0.14	var	1.25	0.39	MHB
	S223 Üst uç	0.17	var	1.39	0.08	MHB
h1	S223 Alt uç	0.17	var	1.39	0.44	MHB
	S215 Üst uç	0.16	var	1.39	0.09	MHB
	S215 Alt uç	0.17	var	1.39	0.43	MHB
	P233 Üst uç	-	var	-	0.61	MHB
h1	P233 Alt uç	-	var	-	1.22	MHB
	P229 Üst uç	-	var	-	0.63	MHB
	P229 Alt uç	-	var	-	1.27	MHB
	P218 Üst uç	-	var	-	1.45	MHB
	P218 Alt uç	-	var	-	2.50	MHB
	P208 Üst uç	-	var	-	0.59	MHB
	P208 Alt uç	-	var	-	1.23	MHB
	P204 Üst uç	-	var	-	0.60	MHB
	P204 Alt uç	-	var	-	1.22	MHB

Çizelge 4.10, Çizelge 4.11, Çizelge 4.14 ve Çizelge 4.15’de görüldüğü gibi kontrolleri yapılan zemin kat kesitlerinin hepsi Minimum Hasar Sınırının altında dolayısıyla Minimum Hasar Bölgesinde bulunmaktadır. Bu sonuçlar çerçevesinde yapının doğrusal elastik hesap yöntemini göre Hemen Kullanım durumunda olduğu tespit edilmiştir.

4.3.2 Bina performansının doğrusal elastik olmayan hesap yöntemi ile belirlenmesi

Yapının doğrusal elastik olmayan hesap yöntemiyle performansı, artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemine göre belirlenmiştir. Binanın artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemiyle analizinde ETABS programı kullanılmıştır. Eleman boyutları, malzeme ve kesit özellikleri, uygulanan yük değerleri gibi özellikler programa tanıtılarak yapı modeli oluşturulur. Programda statik itme analizi için sadece çubuk elemanlarda plastik mafsalları tanımlanabildiğinden analizin gerçekleşebilmesi için tüm elemanlar çubuk olarak modellenmiştir. Eğilme etkisindeki tüm betonarme elemanların akma öncesi doğrusal davranışları için çatlamış kesite ait eğilme rijitlikleri kullanılmıştır. Kirişlerde $0.4 EI_0$ alınıp, düşey elemanlarda ise düşey yükler altında oluşan normal kuvvet değerlerine göre hesaplanarak $0.4 EI_0$ ile $0.8 EI_0$ arasında eğilme rijitlikleri alınmıştır. Analizde doğrusal olmayan davranışlar sadece kullanıcı tarafından atanan plastik mafsallarda oluşur. Plastik mafsalların kolon ve kirişlerin uçlarında olduğu varsayımı yapılarak olası plastik mafsallar tanımlanmıştır. Kolon uçlarına PMM, kiriş uçlarına ise M3 varsayılan mafsalların atanması sonucu, DBYBHY 2007'ye göre tanımlanmış plastik kesitlerin iç kuvvet-plastik şekil değiştirme özellikleri ETABS programı tarafından otomatik olarak hesaplanmıştır. Binanın bu hesap yönteminde bodrum katı ihmal edilerek, zemin ve 3 normal katlı bir yapı olarak çözümlenmiştir.

Sistem sabit düşey yükler ve orantılı olarak artırılan eşdeğer deprem yükleri altında doğrusal olmayan analiz yapılarak, öngörülen herhangi bir yatay yerdeğiştirme değerine kadar itilir. Bu düzeyde yapının ilgili deprem doğrultusundaki hakim titreşim moduna ait etkin model kütlesi, model katılım oranı ve mod yatay yerdeğiştirmesi değerleri elde edilir.

Çizelge 4.16: Kat kütleleri

Kat	Kütle
Zemin	659.84
1.Kat	659.84
2.Kat	659.84
3.Kat	640.27

Çizelge 4.17: Modal kütle katılım oranları

Mod	Periyot	UX	UY	RZ
1	0.7416	73.7985	0.0000	0.0032
2	0.7016	0.0031	0.9879	71.9641
3	0.5517	0.0000	71.4471	0.9858
4	0.1728	17.7839	0.0000	0.0010
5	0.1578	0.0010	0.2124	18.3415
6	0.1187	0.0000	18.8750	0.2169
7	0.0723	6.4529	0.0000	0.0004
8	0.0654	0.0004	0.0641	6.4871
9	0.0488	0.0000	6.5008	0.0620
10	0.0446	1.9600	0.0000	0.0001
11	0.0405	0.0001	0.0181	1.9234
12	0.0303	0.0000	1.8946	0.0143

Çizelge 4.18: Modal katılım oranları

Mod	Periyot	UX	UY
1	0.7416	53.6260	-0.0329
2	0.7016	-0.3485	-6.2046
3	0.5517	-0.0078	52.7647
4	0.1728	26.3248	-0.0174
5	0.1578	0.2012	2.8768
6	0.1187	-0.0039	27.1203
7	0.0723	15.8573	-0.0104
8	0.0654	-0.1259	-1.5804
9	0.0488	0.0018	-15.9161
10	0.0446	-8.7394	0.0069
11	0.0405	0.0754	0.8392
12	0.0303	0.0012	-8.5923

Çizelge 4.19: Hakim mod şekilleri

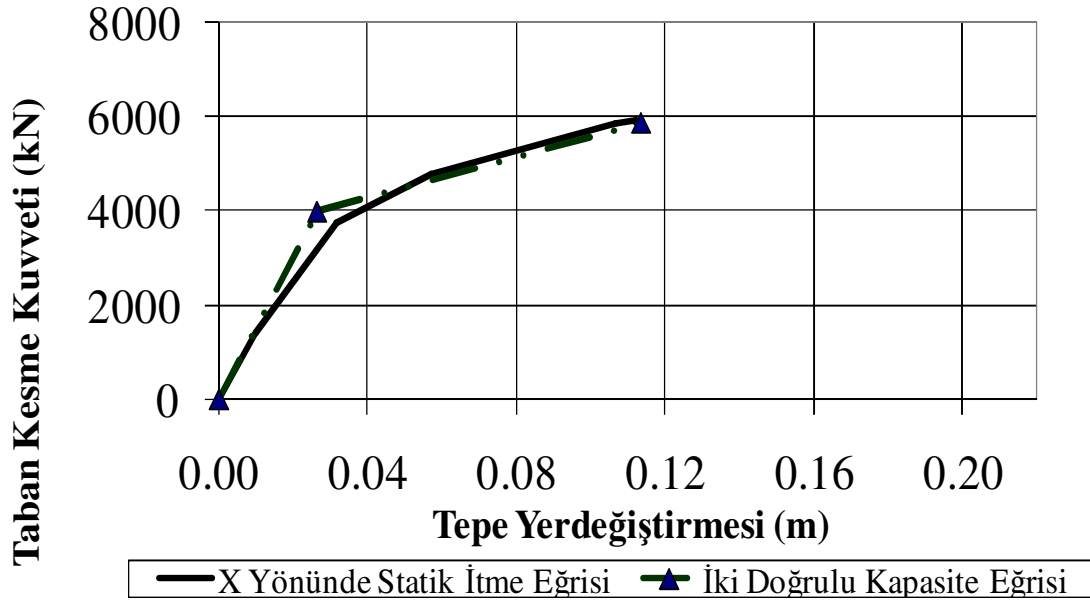
Kat	Mod	UX	UY
Zemin	1	-0.0032	0
Kat 1	1	-0.0101	0
Kat 2	1	-0.018	0
Kat 3	1	-0.0254	0
Zemin	3	0	-0.003
Kat 1	3	0	-0.0096
Kat 2	3	0	-0.0176
Kat 3	3	0	-0.0256

Çizelge 4.20’de ETABS programı kullanılarak elde edilen itme analizinin her adımına ait taban kesme kuvveti-tepe noktası yerdeğiştirmesi değerlerinden yararlanarak statik itme eğrisi (kapasite diyagramı) çizilir.

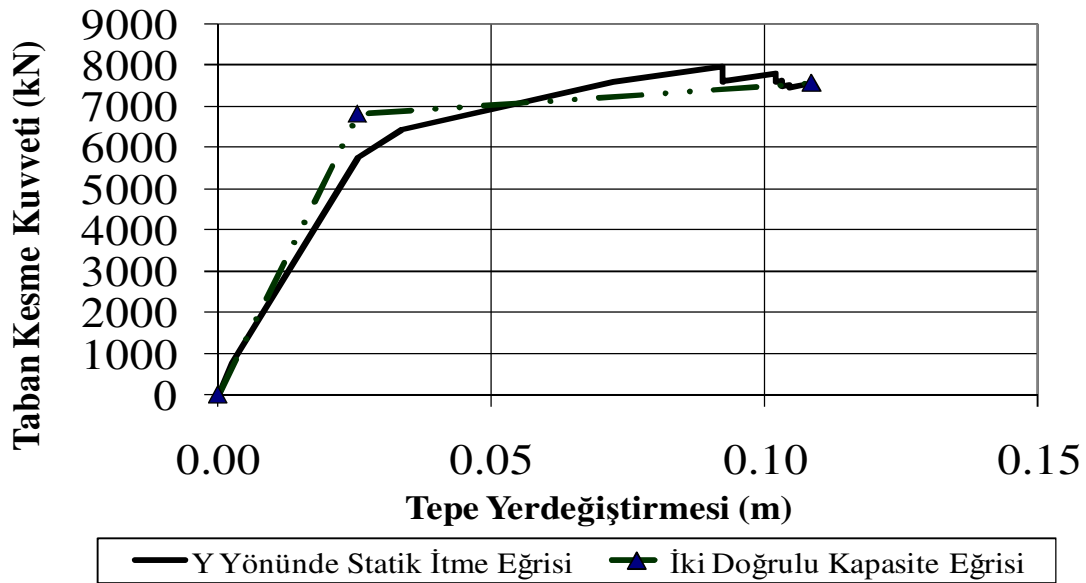
Çizelge 4.20: Taban kesme kuvveti-tepe noktası yerdeğiştirmesi

ADIM	X YÖNÜ		Y YÖNÜ	
	u_n	V_b	u_n	V_b
0	0	0	0	0
1	9.80E-03	1421.8	0.003	789.62
2	3.18E-02	3755.98	0.026	5763.91
3	0.0572	4812.83	0.034	6441.55
4	0.1065	5853.32	0.072	7591.31
5	0.112	5937.55	0.092	7970.62
6	0.112	5890.66	0.092	7596.66
7	0.1134	5914.15	0.093	7616.02
8	0.1134	5871.82	0.093	7629.50
9	-	-	0.102	7787.52
10	-	-	0.102	7598.99
11	-	-	0.102	7606.71
12	-	-	0.103	7625.69
13	-	-	0.103	7497.71
14	-	-	0.103	7506.99
15	-	-	0.104	7529.08
16	-	-	0.104	7478.57
17	-	-	0.108	7551.90

Statik itme eğrisi iki doğrulu bir diyagrama dönüştürölür. Bu dönüştürme işleminde, iki doğrulu diyagramın ve statik itme eğrisinin altında kalan alanların yaklaşık olarak birbirine eşit olması sağlanır. (şekil 4.5, şekil 4.6)



Şekil 4.5: X yönü statik itme eğrisinin iki doğrulu diyagrama dönüştürülmesi



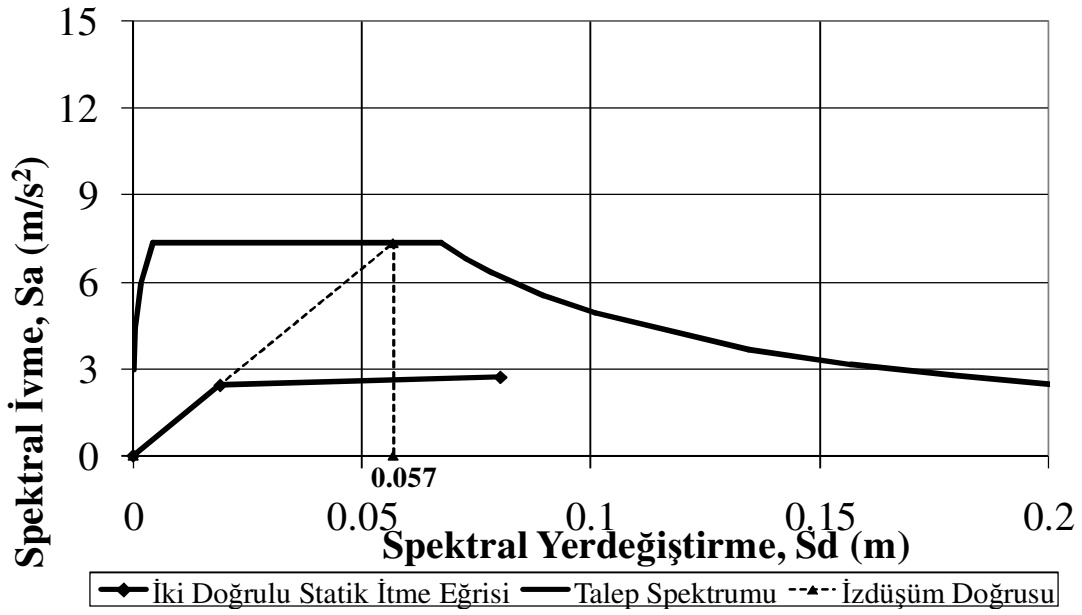
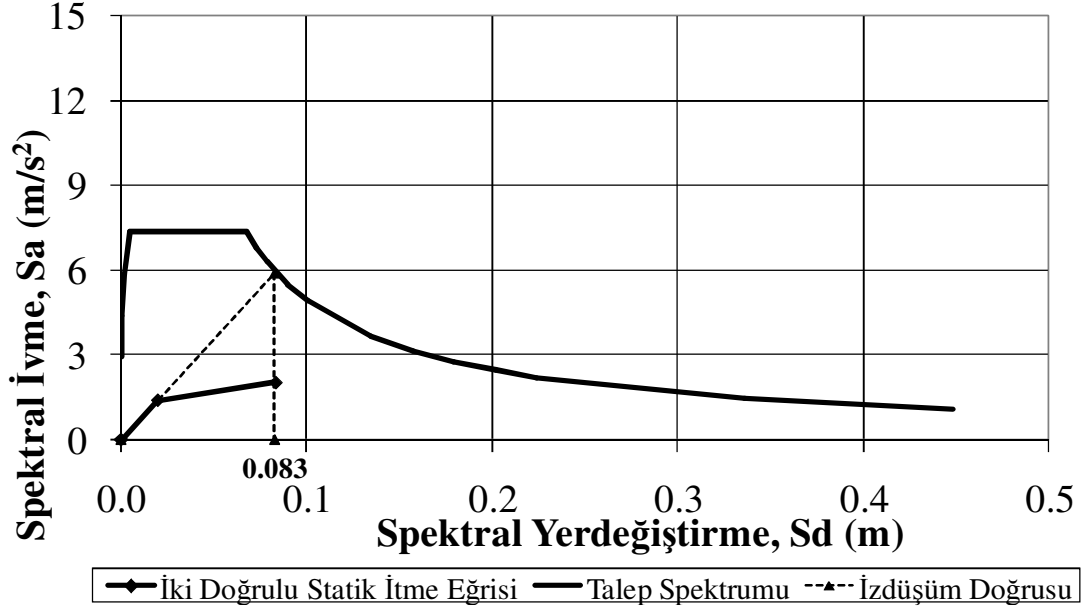
Şekil 4.6: Y yönü statik itme eğrisinin iki doğrulu diyagrama dönüştürülmesi

İki doğrulu statik itme eğrisinin koordinat dönüşümü uygulanarak, modal yerdeğiştirme ve modal ivme değerleri elde edilir.(Çizelge 4.21)

Çizelge 4.21: X ve Y yönlerine ait modal yerdeğiştirme ve modal ivme değerleri

ADIM	X YÖNÜ		Y YÖNÜ	
	a	d	a	d
0	0	0	0	0
1	0.4944	0.0072	0.2838	0.0019
2	1.3061	0.0233	2.0717	0.0190
3	1.6736	0.0420	2.3152	0.0248
4	2.0354	0.0782	2.7285	0.0535
5	2.0647	0.0822	2.8648	0.0683
6	2.0484	0.0822	2.7304	0.0683
7	2.0565	0.0833	2.7374	0.0686
8	2.0418	0.0833	2.7422	0.0689
9	-	-	2.7990	0.0756
10	-	-	2.7312	0.0756
11	-	-	2.7340	0.0757
12	-	-	2.7408	0.0763
13	-	-	2.6948	0.0763
14	-	-	2.6982	0.0764
15	-	-	2.7061	0.0773
16	-	-	2.6880	0.0773
17	-	-	2.7143	0.0802

Hesaplanan modal yerdeğiştirme ve modal ivme değerleriyle, eksenleri spektral ivme-spektral yerdeğiştirme olan diyagram çizilir. Bu diyagramda ilgili zemin sınıfına ait ivme spektrumu ivmesi de gösterilir. Spektral ivme-spektral yerdeğiştirme değerlerinin oluşturacağı iki doğrulu diyagramın birinci doğrusunun, ivme spektrumu eğrisini kestiği noktanın x eksenine izdüşümü alınarak doğrusal elastik spektral yerdeğiştirme değeri bulunur, (Şekil 4.7, Şekil 4.8).



Şekil 4.6’de başlangıç periyodu, ivme spektrumundaki karakteristik periyot T_b ’den daha büyük olduğu için eşit yerdeğiştirme kuralına göre doğrusal elastik olmayan spektral yerdeğiştirme, doğrusal elastik spektral yerdeğiştirmeye eşit olarak alınır. Denklem 3.15’e göre modal yerdeğiştirme istemi doğrusal elastik olmayan spektral yerdeğiştirme değerine eşittir. Şekil 4.7’deki başlangıç periyodu, ivme spektrumundaki karakteristik periyot T_b ’den daha küçük olduğu için Denklem 3.18 ve Denklem 3.19 kullanılarak doğrusal elastik olmayan spektral yerdeğiştirme hesaplanır.

X yönündeki tepe yatay yerdeğiştirmesi istemi Denklem 3.20’ye göre hesaplanır. Y yönündeki yatay yerdeğiştirme istemi de benzer şekilde bulunur, (Çizelge 4.22). Bulunan bu yerdeğiştirme değerine göre taban kesme kuvveti hesaplanır(Çizelge 4.23).

Çizelge 4.22: Tepe noktası yatay yerdeğiştirme istemi değerleri

Yön	C_{R1}	S_{de}	S_{di}	U_{hedef}
X	1	0.0825	0.0825	0.1124
Y	1.06	0.0568	0.0602	0.0813

Çizelge 4.23: Performans noktasındaki taban kesme kuvveti değerleri

Yön	$U_{hedef} (m)$	$V_{b hedef} (kN)$
X	0.1124	5897.48
Y	0.0813	7762.79

Yapı sistemi yatay yerdeğiştirme istemine kadar itilir. İtme analizi sonucunda tüm plastik kesitlerde elde edilen plastik mafsal dönmeleri plastik mafsal boyuna bölünerek, bu kesitlere ait plastik eğrilik istemleri Denklem 3.7’ye göre hesaplanır.

Burada eşdeğer akma eğriliği, Priesley formülü yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\phi_y = \frac{2.12\varepsilon_{sy}}{h} \quad (4.1)$$

Denklem 3.8’e göre eşdeğer akma eğriliği plastik eğrilik istemine eklenerek toplam eğrilik istemi elde edilir.

Zemin kat x yönü ve y yönü kirişleri için hesaplanan eğrilik istemi değerleri Çizelge 4.24 ve Çizelge 4.25’de verilmiştir.

Çizelge 4.24: Zemin kat X yönü kirişleri için toplam eğrilik istemi değerlerinin elde edilmesi

Aks No	Kiriş numarası ve ucu	θ_p	ϕ_p	ϕ_y	ϕ_t
1a	K251 Sol uç	0.00951	0.05764	0.01349	0.07113
	K251 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K252 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K252 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K253 Sol uç	0.00110	0.00667	0.01349	0.02016
2a	K253 Sağ uç	0.00801	0.04855	0.01349	0.06204
	K250 Sol uç	0.00735	0.04455	0.01349	0.05804
	K250 Sağ uç	0.00757	0.04588	0.01349	0.05937
	K254 Sol uç	0.00106	0.00642	0.01349	0.01991
2k1	K254 Sağ uç	0.00804	0.04873	0.01349	0.06222
	K245 Sol uç	0.00872	0.05285	0.01349	0.06634
	K245 Sağ uç	0.00194	0.01176	0.01349	0.02525
	K246 Sol uç	0.00715	0.04333	0.01349	0.05682
	K246 Sağ uç	0.00150	0.00909	0.01349	0.02258
	K247 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K247 Sağ uç	0.00273	0.01655	0.01349	0.03004
	K248 Sol uç	0.00270	0.01636	0.01349	0.02985
	K248 Sağ uç	0.00537	0.03255	0.01349	0.04604
2k2	K249 Sol uç	0.00367	0.02224	0.01349	0.03573
	K249 Sağ uç	0.00785	0.04758	0.01349	0.06107
	K242 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K242 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
2f	K243 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K243 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K238 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K238 Sağ uç	0.00100	0.00606	0.01349	0.01955
	K239 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K239 Sağ uç	0.00826	0.05006	0.01349	0.06355
4a	K240 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K240 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K235 Sol uç	0.01103	0.06685	0.01349	0.08034
	K235 Sağ uç	0.00828	0.05018	0.01349	0.06367
	K236 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K236 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
4b	K237 Sol uç	0.01323	0.08018	0.01349	0.09367
	K237 Sağ uç	0.01523	0.09230	0.01349	0.10579
	K230 Sol uç	0.00000	0.00000	0.00890	0.00890
	K230 Sağ uç	0.00435	0.01740	0.00890	0.02630
	K231 Sol uç	0.00698	0.02792	0.00890	0.03682
	K231 Sağ uç	0.00480	0.01920	0.00890	0.02810
	K232 Sol uç	0.00346	0.02097	0.01349	0.03446
	K232 Sağ uç	0.00095	0.00576	0.01349	0.01925
	K233 Sol uç	0.00111	0.00673	0.01349	0.02022
7	K233 Sağ uç	0.00867	0.05255	0.01349	0.06604
	K234 Sol uç	0.00595	0.02380	0.00890	0.03270
	K234 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.00890	0.00890
	K227 Sol uç	0.01111	0.06733	0.01349	0.08082
7	K227 Sağ uç	0.01017	0.06164	0.01349	0.07513
	K228 Sol uç	0.01343	0.08139	0.01349	0.09488
	K228 Sağ uç	0.01557	0.09436	0.01349	0.10785

Çizelge 4.25: Zemin kat Y yönü kirişleri için toplam eğrilik istemi değerlerinin elde edilmesi

Aks No	Kiriş numarası ve ucu	θ_p	ϕ_p	ϕ_y	ϕ_t
b1	K257 Sol uç	0.00118	0.00715	0.01349	0.02064
	K257 Sağ uç	0.00014	0.00085	0.01349	0.01434
	K258 Sol uç	0.00197	0.01194	0.01349	0.02543
	K258 Sağ uç	0.00252	0.01527	0.01349	0.02876
	K259 Sol uç	0.00440	0.02667	0.01349	0.04016
	K259 Sağ uç	0.00197	0.01194	0.01349	0.02543
	K260 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K260 Sağ uç	0.00760	0.04606	0.01349	0.05955
c1	K261 Sol uç	0.00163	0.00988	0.01349	0.02337
	K261 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K262 Sol uç	0.00086	0.00521	0.01349	0.01870
	K262 Sağ uç	0.00384	0.02327	0.01349	0.03676
	K263 Sol uç	0.00555	0.03364	0.01349	0.04713
	K263 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K264 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
ck2	K264 Sağ uç	0.01027	0.06224	0.01349	0.07573
	K267 Sol uç	0.00380	0.01520	0.00890	0.02410
c5	K267 Sağ uç	0.00488	0.01952	0.00890	0.02842
	K268 Sol uç	0.00917	0.05558	0.01349	0.06907
	K268 Sağ uç	0.01025	0.06212	0.01349	0.07561
	K269 Sol uç	0.00528	0.03200	0.01349	0.04549
	K269 Sağ uç	0.00647	0.03921	0.01349	0.05270
	K270 Sol uç	0.00650	0.03939	0.01349	0.05288
	K270 Sağ uç	0.00921	0.05582	0.01349	0.06931
	K271 Sol uç	0.01102	0.06679	0.01349	0.08028
d2	K271 Sağ uç	0.01170	0.07091	0.01349	0.08440
	K272 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K272 Sağ uç	0.00137	0.00830	0.01349	0.02179
	K273 Sol uç	0.00041	0.00248	0.01349	0.01597
	K273 Sağ uç	0.00188	0.01139	0.01349	0.02488
	K274 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
EF	K274 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K275 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K275 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K276 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K276 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K277 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K277 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K278 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
f1	K278 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K280 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K280 Sağ uç	0.00049	0.00297	0.01349	0.01646
	K281 Sol uç	0.00014	0.00085	0.01349	0.01434
	K281 Sağ uç	0.00035	0.00212	0.01349	0.01561
	K282 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
h1	K282 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K283 Sol uç	0.01042	0.06315	0.01349	0.07664
	K283 Sağ uç	0.01150	0.06970	0.01349	0.08319
	K284 Sol uç	0.01027	0.06224	0.01349	0.07573
	K284 Sağ uç	0.01061	0.06430	0.01349	0.07779
	K285 Sol uç	0.01113	0.06745	0.01349	0.08094
	K285 Sağ uç	0.01159	0.07024	0.01349	0.08373
	K286 Sol uç	0.01242	0.07527	0.01349	0.08876
	K286 Sağ uç	0.01308	0.07927	0.01349	0.09276

Kirişlerde toplam eğrilik istemi için ilgili kesitte, verilen beton ve donatı çeliği modelleri kullanılarak eğilme momenti-eğrilik diyagramları çizilir. Betonun birim kısalma ve donatı çeliğinin birim uzama istemleri hesaplanır. Bu istem değerleri kesit düzeyinde çeşitli hasar sınırları için tanımlanan birim şekildeğiştirme sınırları ile karşılaştırılarak kesitlerin hasar sınırları tespit edilir, (Çizelge 4.26, Çizelge 4.27).

Çizelge 4.26: Zemin kat X yönü kirişlerinin deprem performans seviyeleri

Aks No	Kiriş no ve ucu	θ_p	ϕ_p	ϕ_y	ϕ_t	ϵ_{cu}	Performans	ϵ_{su}	Performans
1a	K251 Sol uç	0.0095	0.0576	0.0135	0.0711	0.0033	MHB	0.0180	BHB
	K251 Sağ uç	0.0000	0.0000	0.0135	0.0135	0.001	MHB	0.0031	MHB
	K252 Sol uç	0.0000	0.0000	0.0135	0.0135	0.001	MHB	0.0031	MHB
	K252 Sağ uç	0.0000	0.0000	0.0135	0.0135	0.001	MHB	0.0031	MHB
	K253 Sol uç	0.0011	0.0067	0.0135	0.0202	0.0013	MHB	0.0050	MHB
2a	K253 Sağ uç	0.0080	0.0486	0.0135	0.0621	0.0029	MHB	0.0157	BHB
	K250 Sol uç	0.0074	0.0446	0.0135	0.0581	0.0028	MHB	0.0148	BHB
	K250 Sağ uç	0.0076	0.0459	0.0135	0.0594	0.0028	MHB	0.0150	BHB
	K254 Sol uç	0.0011	0.0064	0.0135	0.0199	0.00123	MHB	0.00453	MHB
	K254 Sağ uç	0.0080	0.0487	0.0135	0.0622	0.00290	MHB	0.01569	BHB
2k1	K245 Sol uç	0.0087	0.0529	0.0135	0.0663	0.00339	MHB	0.01658	BHB
	K245 Sağ uç	0.0019	0.0118	0.0135	0.0253	0.00159	MHB	0.00578	MHB
	K246 Sol uç	0.0072	0.0433	0.0135	0.0568	0.00314	MHB	0.01419	BHB
	K246 Sağ uç	0.0015	0.0091	0.0135	0.0226	0.00158	MHB	0.00482	MHB
	K247 Sol uç	0.0000	0.0000	0.0135	0.0135	0.00114	MHB	0.00258	MHB
	K247 Sağ uç	0.0027	0.0166	0.0135	0.0301	0.00179	MHB	0.00644	MHB
	K248 Sol uç	0.0027	0.0164	0.0135	0.0299	0.00177	MHB	0.00641	MHB
	K248 Sağ uç	0.0054	0.0326	0.0135	0.0461	0.00269	MHB	0.01177	BHB
2k2	K249 Sol uç	0.0037	0.0222	0.0135	0.0357	0.00202	MHB	0.00857	MHB
	K249 Sağ uç	0.0079	0.0476	0.0135	0.0611	0.00319	MHB	0.01537	BHB
	K242 Sol uç	0.0000	0.0000	0.0135	0.0135	0.00095	MHB	0.00283	MHB
	K242 Sağ uç	0.0000	0.0000	0.0135	0.0135	0.00095	MHB	0.00283	MHB
2f	K243 Sol uç	0.0000	0.0000	0.0135	0.0135	0.00095	MHB	0.00283	MHB
	K243 Sağ uç	0.0000	0.0000	0.0135	0.0135	0.00095	MHB	0.00283	MHB
	K238 Sol uç	0.0000	0.0000	0.0135	0.0135	0.00115	MHB	0.00318	MHB
	K238 Sağ uç	0.0010	0.0061	0.0135	0.0196	0.00144	MHB	0.00488	MHB
	K239 Sol uç	0.0000	0.0000	0.0135	0.0135	0.00114	MHB	0.00258	MHB
	K239 Sağ uç	0.0083	0.0501	0.0135	0.0636	0.00359	MHB	0.01664	BHB
	K240 Sol uç	0.0000	0.0000	0.0135	0.0135	0.00115	MHB	0.00318	MHB
	K240 Sağ uç	0.0000	0.0000	0.0135	0.0135	0.00115	MHB	0.00318	MHB
4a	K235 Sol uç	0.0110	0.0669	0.0135	0.0804	0.00404	BHB	0.02011	BHB
	K235 Sağ uç	0.0083	0.0502	0.0135	0.0637	0.00317	MHB	0.01537	BHB
	K236 Sol uç	0.0000	0.0000	0.0135	0.0135	0.00115	MHB	0.00318	MHB
	K236 Sağ uç	0.0000	0.0000	0.0135	0.0135	0.00115	MHB	0.00318	MHB
	K237 Sol uç	0.0132	0.0802	0.0135	0.0937	0.00476	BHB	0.02293	BHB
	K237 Sağ uç	0.0152	0.0923	0.0135	0.1058	0.00500	BHB	0.02565	BHB
4b	K230 Sol uç	0.0000	0.0000	0.0089	0.0089	0.00095	MHB	0.00173	MHB
	K230 Sağ uç	0.0044	0.0174	0.0089	0.0263	0.00230	MHB	0.00561	MHB
	K231 Sol uç	0.0070	0.0279	0.0089	0.0368	0.00307	MHB	0.00788	MHB
	K231 Sağ uç	0.0048	0.0192	0.0089	0.0281	0.00243	MHB	0.00592	MHB
	K232 Sol uç	0.0035	0.0210	0.0135	0.0345	0.00202	MHB	0.00857	MHB
	K232 Sağ uç	0.0010	0.0058	0.0135	0.01923	0.00137	MHB	0.00442	MHB
	K233 Sol uç	0.0011	0.0067	0.0135	0.0202	0.00166	MHB	0.00865	MHB
	K233 Sağ uç	0.0087	0.0526	0.0135	0.0661	0.00332	MHB	0.01618	BHB
	K234 Sol uç	0.0060	0.0238	0.0089	0.0327	0.00281	MHB	0.00707	MHB
	K234 Sağ uç	0.0000	0.0000	0.0089	0.0089	0.00095	MHB	0.00173	MHB
7	K227 Sol uç	0.0111	0.0673	0.0135	0.0808	0.00404	BHB	0.02011	BHB
	K227 Sağ uç	0.0102	0.0616	0.0135	0.0751	0.00375	MHB	0.01855	BHB
	K228 Sol uç	0.0134	0.0814	0.0135	0.0949	0.00490	BHB	0.02371	BHB
	K228 Sağ uç	0.0156	0.0944	0.0135	0.1079	0.06000	BHB	0.02644	BHB

Çizelge 4.27: Zemin kat Y yönü kirişlerinin deprem performans seviyeleri

Aks No	Kiriş no ve ucu	θ_p	ϕ_p	ϕ_y	ϕ_t	ε_{cu}	Performans	ε_{su}	Performans
b1	K257 Sol uç	0.00118	0.00715	0.01349	0.02064	0.00159	MHB	0.00459	MHB
	K257 Sağ uç	0.00014	0.00085	0.01349	0.01434	0.00130	MHB	0.00306	MHB
	K258 Sol uç	0.00197	0.01194	0.01349	0.02543	0.00188	MHB	0.00621	MHB
	K258 Sağ uç	0.00252	0.01527	0.01349	0.02876	0.00195	MHB	0.00664	MHB
	K259 Sol uç	0.00440	0.02667	0.01349	0.04016	0.00245	MHB	0.00948	MHB
	K259 Sağ uç	0.00197	0.01194	0.01349	0.02543	0.00188	MHB	0.00621	MHB
	K260 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00125	MHB	0.00287	MHB
	K260 Sağ uç	0.00760	0.04606	0.01349	0.05955	0.00332	MHB	0.01443	BHB
c1	K261 Sol uç	0.00163	0.00988	0.01349	0.02337	0.00183	MHB	0.00515	MHB
	K261 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00137	MHB	0.00284	MHB
	K262 Sol uç	0.00086	0.00521	0.01349	0.01870	0.00163	MHB	0.00404	MHB
	K262 Sağ uç	0.00384	0.02327	0.01349	0.03676	0.00229	MHB	0.00759	MHB
	K263 Sol uç	0.00555	0.03364	0.01349	0.04713	0.00321	MHB	0.01247	BHB
	K263 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00137	MHB	0.00284	MHB
	K264 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00137	MHB	0.00284	MHB
	K264 Sağ uç	0.01027	0.06224	0.01349	0.07573	0.00458	BHB	0.01914	BHB
ck2	K267 Sol uç	0.00380	0.01520	0.00890	0.02410	0.00128	MHB	0.01031	BHB
	K267 Sağ uç	0.00488	0.01952	0.00890	0.02842	0.00141	MHB	0.01207	BHB
c5	K268 Sol uç	0.00917	0.05558	0.01349	0.06907	0.00389	MHB	0.01732	BHB
	K268 Sağ uç	0.01025	0.06212	0.01349	0.07561	0.00418	BHB	0.01882	BHB
	K269 Sol uç	0.00528	0.03200	0.01349	0.04549	0.00274	MHB	0.01114	BHB
	K269 Sağ uç	0.00647	0.03921	0.01349	0.05270	0.00303	MHB	0.01274	BHB
	K270 Sol uç	0.00650	0.03939	0.01349	0.05288	0.00324	MHB	0.01286	BHB
	K270 Sağ uç	0.00921	0.05582	0.01349	0.06931	0.00389	MHB	0.01732	BHB
	K271 Sol uç	0.01102	0.06679	0.01349	0.08028	0.00447	BHB	0.01969	BHB
	K271 Sağ uç	0.01170	0.07091	0.01349	0.08440	0.00462	BHB	0.02045	BHB
d2	K272 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00125	MHB	0.00287	MHB
	K272 Sağ uç	0.00137	0.00830	0.01349	0.02179	0.00164	MHB	0.00502	MHB
	K273 Sol uç	0.00041	0.00248	0.01349	0.01597	0.00146	MHB	0.00348	MHB
	K273 Sağ uç	0.00188	0.01139	0.01349	0.02488	0.00189	MHB	0.00585	MHB
	K274 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00125	MHB	0.00287	MHB
	K274 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00125	MHB	0.00287	MHB
EF	K275 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00125	MHB	0.00287	MHB
	K275 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00125	MHB	0.00287	MHB
	K276 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00125	MHB	0.00287	MHB
	K276 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00125	MHB	0.00287	MHB
	K277 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00125	MHB	0.00287	MHB
	K277 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00125	MHB	0.00287	MHB
	K278 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00125	MHB	0.00287	MHB
	K278 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00125	MHB	0.00287	MHB
f1	K280 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00125	MHB	0.00287	MHB
	K280 Sağ uç	0.00049	0.00297	0.01349	0.01646	0.00144	MHB	0.00381	MHB
	K281 Sol uç	0.00014	0.00085	0.01349	0.01434	0.00131	MHB	0.00274	MHB
	K281 Sağ uç	0.00035	0.00212	0.01349	0.01561	0.00146	MHB	0.00348	MHB
	K282 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00125	MHB	0.00287	MHB
	K282 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00125	MHB	0.00287	MHB
h1	K283 Sol uç	0.01042	0.06315	0.01349	0.07664	0.00418	BHB	0.01882	BHB
	K283 Sağ uç	0.01150	0.06970	0.01349	0.08319	0.00462	BHB	0.02045	BHB
	K284 Sol uç	0.01027	0.06224	0.01349	0.07573	0.00413	BHB	0.01879	BHB
	K284 Sağ uç	0.01061	0.06430	0.01349	0.07779	0.00421	BHB	0.01889	BHB
	K285 Sol uç	0.01113	0.06745	0.01349	0.08094	0.00447	BHB	0.01970	BHB
	K285 Sağ uç	0.01159	0.07024	0.01349	0.08373	0.00462	BHB	0.02045	BHB
	K286 Sol uç	0.01242	0.07527	0.01349	0.08876	0.00365	MHB	0.02182	BHB
	K286 Sağ uç	0.01308	0.07927	0.01349	0.09276	0.00374	MHB	0.02321	BHB

Kolon ve perdelerde toplam eğrilik istemi için ilgili kesitte, verilen beton ve donatı çeliği modelleri kullanılarak eğilme momenti-eğrilik diyagramları çizilir. Betonun birim kısalma ve donatı çeliğinin birim uzama istemleri hesaplanır. Bu istem değerleri kesit düzeyinde çeşitli hasar sınırları için tanımlanan birim şekildeğiştirme sınırları ile karşılaştırılarak kesitlerin hasar sınırları tespit edilir, (Çizelge 4.28, Çizelge 4.29)

Çizelge 4.28: Zemin kat X yönü düşey elemanları için toplam eğrilik istemi değerlerinin elde edilmesi

Aks No	Perde-Kolon No ve ucu	N	θ_p	ϕ_p	ϕ_y	ϕ_t
1a-2a-2k1	P230 Alt uç	644.51	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
	P231 Alt uç	908.79	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
	P232 Alt uç	1258.49	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
	P233 Alt uç	1258.15	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
	P234 Alt uç	905.35	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
	P235 Alt uç	645.44	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
2f	P228 Alt uç	1088.64	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
	P229 Alt uç	1169.88	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
4a	P224 Alt uç	797.56	0.00656	0.00625	0.00212	0.00837
	S225 Üst uç	967.11	0.00000	0.00000	0.00371	0.00371
	S225 Alt uç	994.11	0.00521	0.00868	0.00371	0.01239
	S226 Üst uç	1027.51	0.00000	0.00000	0.00371	0.00371
	S226 Alt uç	1054.51	0.00533	0.00888	0.00371	0.01259
	P227 Alt uç	800.69	0.00639	0.00609	0.00212	0.00821
4b	S221 Üst uç	377.21	0.00000	0.00000	0.00400	0.00400
	S221 Alt uç	398.58	0.00486	0.01023	0.00400	0.01423
	S222 Üst uç	412.49	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
	S222 Alt uç	425.99	0.00308	0.02053	0.01484	0.03537
	S223 Üst uç	668.57	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
	S223 Alt uç	686.57	0.00151	0.01007	0.01484	0.02491
7	P216 Alt uç	420.08	0.00662	0.00630	0.00212	0.00842
	S217 Üst uç	458.27	0.00000	0.00000	0.00371	0.00371
	S217 Alt uç	485.27	0.00541	0.00902	0.00371	0.01273
	P218 Alt uç	851.96	0.00000	0.00000	0.01780	0.01780
	S219 Üst uç	663.03	0.00000	0.00000	0.00371	0.00371
	S219 Alt uç	696.03	0.00550	0.00917	0.00371	0.01288
	P220 Alt uç	423.74	0.00641	0.00610	0.00212	0.00822

Çizelge 4.29: Zemin kat Y yönü düşey elemanları için toplam eğrilik istemi değerlerinin elde edilmesi

Aks No	Perde-Kolon No ve ucu	N	θ_p	ϕ_p	ϕ_y	ϕ_t
b1	P230 Alt uç	644.51	0.00359	0.00342	0.00212	0.00554
	P224 Alt uç	797.56	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
	P216 Alt uç	420.08	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
	P209 Alt uç	803.38	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
	P201 Alt uç	617.06	0.00358	0.00341	0.00212	0.00553
c1	P231 Alt uç	908.79	0.00392	0.00373	0.00212	0.00585
	S225 Üst uç	967.11	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
	S225 Alt uç	994.11	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
	S217 Üst uç	458.27	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
	S217 Alt uç	485.27	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
	S210 Üst uç	962.37	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
	S210 Alt uç	989.37	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
	P202 Alt uç	911.3	0.00388	0.00370	0.00212	0.00582
c5	P232 Alt uç	1258.49	0.00421	0.00401	0.00212	0.00613
	P228 Alt uç	1088.64	0.00426	0.00406	0.00212	0.00618
	S221 Üst uç	377.21	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
	S221 Alt uç	398.58	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
	S213 Üst uç	366.94	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
	S213 Alt uç	388.31	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
	P207 Alt uç	1147.96	0.00423	0.00403	0.00212	0.00615
	P203 Alt uç	1222.14	0.00423	0.00403	0.00212	0.00615
d2	S222 Üst uç	412.49	0.00000	0.00000	0.00742	0.00742
	S222 Alt uç	425.99	0.00274	0.00913	0.00742	0.01655
	S214 Üst uç	401.37	0.00000	0.00000	0.00742	0.00742
	S214 Alt uç	414.87	0.00195	0.00650	0.00742	0.01392
f1	S223 Üst uç	668.57	0.00000	0.00000	0.00557	0.00557
	S223 Alt uç	686.57	0.00414	0.01035	0.00557	0.01592
	S215 Üst uç	653.3	0.00000	0.00000	0.00557	0.00557
	S215 Alt uç	671.3	0.00288	0.00720	0.00557	0.01277
h1	P233 Alt uç	1258.15	0.00491	0.00468	0.00212	0.00680
	P229 Alt uç	1169.88	0.00489	0.00466	0.00212	0.00678
	P218 Alt uç	851.96	0.01267	0.00817	0.00143	0.00960
	P208 Alt uç	1222.87	0.00485	0.00462	0.00212	0.00674
	P204 Alt uç	1221.72	0.00485	0.00462	0.00212	0.00674

Kolonlar için hesapta, her farklı kolon kesiti için beton ve donatı çeliği modelleri kullanılarak eğilme momenti-eğrilik ilişkisi elde edilir ve performans düzeylerine göre izin verilen şekildeğiştirme sınırları tanımlanarak, ilgili kesitin bu sınırlara karşılık gelen performans noktası belirlenir, (Çizelge 4.30, Çizelge 4.31).

Çizelge 4.30: Zemin kat X yönü düşey elemanları deprem performans seviyeleri

Aks No	Perde-Kolon No ve ucu	N	θ_p	ϕ_p	ϕ_y	ϕ_t	ϵ_{cu}	Perf.	ϵ_{su}	Perf.
1a-2a-2k1	P230 Alt uç	644.51	0.0000	0.0000	0.01484	0.01484	0.00107	MHB	0.00298	MHB
	P231 Alt uç	908.79	0.0000	0.0000	0.01484	0.01484	0.00119	MHB	0.00295	MHB
	P232 Alt uç	1258.49	0.0000	0.0000	0.01484	0.01484	0.00135	MHB	0.00293	MHB
	P233 Alt uç	1258.15	0.0000	0.0000	0.01484	0.01484	0.00135	MHB	0.00293	MHB
	P234 Alt uç	905.35	0.0000	0.0000	0.01484	0.01484	0.00119	MHB	0.00295	MHB
	P235 Alt uç	645.44	0.0000	0.0000	0.01484	0.01484	0.00107	MHB	0.00298	MHB
2f	P228 Alt uç	1088.64	0.0000	0.0000	0.01484	0.01484	0.00107	MHB	0.00298	MHB
	P229 Alt uç	1169.88	0.0000	0.0000	0.01484	0.01484	0.00107	MHB	0.00298	MHB
4a	P224 Alt uç	797.56	0.0066	0.0063	0.00212	0.00837	0.00222	MHB	0.01538	BHB
	S225 Üst uç	967.11	0.0000	0.0000	0.00371	0.00371	0.00146	MHB	0.00292	MHB
	S225 Alt uç	994.11	0.0052	0.0087	0.00371	0.01239	0.00400	MHB	0.01289	BHB
	S226 Üst uç	1027.51	0.0000	0.0000	0.00371	0.00371	0.00156	MHB	0.00306	MHB
	S226 Alt uç	1054.51	0.0053	0.0089	0.00371	0.01259	0.00400	MHB	0.01130	BHB
	P227 Alt uç	800.69	0.0064	0.0061	0.00212	0.00821	0.00222	MHB	0.01538	BHB
4b	S221 Üst uç	377.21	0.0000	0.0000	0.00400	0.00400	0.00062	MHB	0.00353	MHB
	S221 Alt uç	398.58	0.0049	0.0102	0.00400	0.01423	0.00106	MHB	0.01239	BHB
	S222 Üst uç	412.49	0.0000	0.0000	0.01484	0.01484	0.00158	MHB	0.00295	MHB
	S222 Alt uç	425.99	0.0031	0.0205	0.01484	0.03537	0.00288	MHB	0.00788	MHB
	S223 Üst uç	668.57	0.0000	0.0000	0.01484	0.01484	0.00161	MHB	0.00277	MHB
	S223 Alt uç	686.57	0.0015	0.0101	0.01484	0.02491	0.00226	MHB	0.00501	MHB
7	P216 Alt uç	420.08	0.0066	0.0063	0.00212	0.00842	0.00161	MHB	0.01587	BHB
	S217 Üst uç	458.27	0.0000	0.0000	0.00371	0.00371	0.00120	MHB	0.00351	MHB
	S217 Alt uç	485.27	0.0054	0.0090	0.00371	0.01273	0.00232	MHB	0.01323	BHB
	P218 Alt uç	851.96	0.0000	0.0000	0.01780	0.01780	0.00120	MHB	0.00418	MHB
	S219 Üst uç	663.03	0.0000	0.0000	0.00371	0.00371	0.00132	MHB	0.00338	MHB
	S219 Alt uç	696.03	0.0055	0.0092	0.00371	0.01288	0.00287	MHB	0.01255	BHB
	P220 Alt uç	423.74	0.0064	0.0061	0.00212	0.00822	0.00158	MHB	0.01579	BHB

Çizelge 4.31: Zemin kat Y yönü düşey elemanları deprem performans seviyeleri

Aks No	Perde-Kolon No ve ucu	N	θ_p	ϕ_p	ϕ_y	ϕ_t	ε_{cu}	Perf.	ε_{su}	Perf.
b1	P230 Alt uç	644.51	0.0036	0.0034	0.00212	0.00554	0.00155	MHB	0.01009	BHB
	P224 Alt uç	797.56	0.0000	0.0000	0.01484	0.01484	0.00125	MHB	0.00353	MHB
	P216 Alt uç	420.08	0.0000	0.0000	0.01484	0.01484	0.00104	MHB	0.00344	MHB
	P209 Alt uç	803.38	0.0000	0.0000	0.01484	0.01484	0.00125	MHB	0.00353	MHB
	P201 Alt uç	617.06	0.0036	0.0034	0.00212	0.00553	0.00147	MHB	0.00953	MHB
c1	P231 Alt uç	908.79	0.0039	0.0037	0.00212	0.00585	0.00188	MHB	0.00993	MHB
	S225 Üst uç	967.11	0.0000	0.0000	0.01484	0.01484	0.0016	MHB	0.00285	MHB
	S225 Alt uç	994.11	0.0000	0.0000	0.01484	0.01484	0.00165	MHB	0.00293	MHB
	S217 Üst uç	458.27	0.0000	0.0000	0.01484	0.01484	0.00132	MHB	0.00313	MHB
	S217 Alt uç	485.27	0.0000	0.0000	0.01484	0.01484	0.00139	MHB	0.00322	MHB
	S210 Üst uç	962.37	0.0000	0.0000	0.01484	0.01484	0.0016	MHB	0.00286	MHB
	S210 Alt uç	989.37	0.0000	0.0000	0.01484	0.01484	0.00166	MHB	0.00297	MHB
	P202 Alt uç	911.3	0.0039	0.0037	0.00212	0.00582	0.00187	MHB	0.00988	MHB
c5	P232 Alt uç	1258.49	0.0042	0.0040	0.00212	0.00613	0.00235	MHB	0.01053	BHB
	P228 Alt uç	1088.64	0.0043	0.0041	0.00212	0.00618	0.00217	MHB	0.01073	BHB
	S221 Üst uç	377.21	0.0000	0.0000	0.01484	0.01484	0.00133	MHB	0.00305	MHB
	S221 Alt uç	398.58	0.0000	0.0000	0.01484	0.01484	0.00133	MHB	0.00305	MHB
	S213 Üst uç	366.94	0.0000	0.0000	0.01484	0.01484	0.00133	MHB	0.00305	MHB
	S213 Alt uç	388.31	0.0000	0.0000	0.01484	0.01484	0.00133	MHB	0.00305	MHB
	P207 Alt uç	1147.96	0.0042	0.0040	0.00212	0.00615	0.00211	MHB	0.01066	BHB
	P203 Alt uç	1222.14	0.0042	0.0040	0.00212	0.00615	0.00237	MHB	0.01062	BHB
d2	S222 Üst uç	412.49	0.0000	0.0000	0.00742	0.00742	0.00148	MHB	0.00301	MHB
	S222 Alt uç	425.99	0.0027	0.0091	0.00742	0.01655	0.00263	MHB	0.00737	MHB
	S214 Üst uç	401.37	0.0000	0.0000	0.00742	0.00742	0.00144	MHB	0.00294	MHB
	S214 Alt uç	414.87	0.0020	0.0065	0.00742	0.01392	0.00256	MHB	0.00723	MHB
f1	S223 Üst uç	668.57	0.0000	0.0000	0.00557	0.00557	0.00145	MHB	0.00307	MHB
	S223 Alt uç	686.57	0.0041	0.0104	0.00557	0.01592	0.00286	MHB	0.00994	MHB
	S215 Üst uç	653.3	0.0000	0.0000	0.00557	0.00557	0.00143	MHB	0.00301	MHB
	S215 Alt uç	671.3	0.0029	0.0072	0.00557	0.01277	0.00244	MHB	0.00782	MHB
h1	P233 Alt uç	1258.15	0.0049	0.0047	0.00212	0.00680	0.00241	MHB	0.01075	BHB
	P229 Alt uç	1169.88	0.0049	0.0047	0.00212	0.00678	0.0024	MHB	0.01073	BHB
	P218 Alt uç	851.96	0.0127	0.0082	0.00143	0.00960	0.0041	BHB	0.0257	BHB
	P208 Alt uç	1222.87	0.0049	0.0046	0.00212	0.00674	0.00239	MHB	0.01069	BHB
	P204 Alt uç	1221.72	0.0049	0.0046	0.00212	0.00674	0.00239	MHB	0.01069	BHB

Çizelge 4.26, Çizelge 4.27, Çizelge 4.30 ve Çizelge 4.31'daki kesit hasar sınırları değerlerine bakılarak, binanın performansının doğrusal elastik olmayan hesap yöntemine göre "Can Güvenliği" durumunda olduğu tespit edilmiştir.

4.4 Mevcut Binanın B3 Tipi Düzensizliğe Sahip Halinin Analizi

Binanın B3 tipi düşeyde düzensizliğe sahip halinin doğrusal elastik hesap yöntemine göre performansının belirlenmesinde, ilk adımda izlenen hesap yöntemleri kullanılmıştır. Binayı B3 tipi düşeyde düzensiz yapı haline getirmek için zemin kat ve bodrum katta bulunan P107, P128, P207, P228 perdeleri kaldırılarak taşıyıcı sistemin düzenliği sağlanmıştır. Kaldırılan bu perdelerin mesnetlendiği kirişlerin boyutları 40/100 haline getirilerek rijitliği arttırılmış ve bu bölgelerde oluşacak olası göçme engellenmiştir.

4.4.1 Bina performansının doğrusal elastik hesap yöntemi ile belirlenmesi

Programda tanımlanan yapı modal analiz yapılarak binanın deprem doğrultularındaki doğal titreşim periyotları belirlenmiştir. Elde edilen değerler doğrultusunda spektral ivme katsayısı ve taban kesme kuvveti aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$T_x = 0.46 \text{ sn} \quad T_y = 0.36 \text{ sn}$$

$$W = G + 0.3Q = 31964.2 + (0.3 \cdot 4298) = 33253.6 \text{ kN}$$

$$S(T)_x = 2.5 \rightarrow (T_A=0.15 < T_x=0.46 < T_B=0.6)$$

$$S(T)_y = 2.5 \rightarrow (T_A=0.15 < T_x=0.46 < T_B=0.6)$$

$$A(T)_x = A_0 \cdot I \cdot S(T)_x = 0.3 \cdot 1 \cdot 2.5 = 0.75$$

$$A(T)_y = A_0 \cdot I \cdot S(T)_y = 0.3 \cdot 1 \cdot 2.5 = 0.75$$

$$V_{t_x} = W \cdot A(T)_x \cdot \lambda = 25796 \cdot 0.75 \cdot 0.85 = 16445.21 \text{ kN}$$

$$V_{t_y} = W \cdot A(T)_y \cdot \lambda = 25796 \cdot 0.75 \cdot 0.85 = 16445.21 \text{ kN}$$

Hesaplara göre elde edilen iki deprem doğrultusundaki taban kesme kuvveti, Çizelge 4.32'de hesaplandığı gibi katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri olarak dağıtılmıştır.

Çizelge 4.32: Katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri

KAT	$h_i(m)$	$H_i(m)$	$W_i(kN)$	W_i*H_i	$F_{ix}(kN)$	$F_{iy}(kN)$
3	3	12	6281	75372	6747.94	6747.94
2	3	9	6473	58257	4835.76	4835.76
1	3	6	6473	38838	3223.84	3223.84
Zemin	3	3	6569	19707	1635.83	1635.83
Bodrum	3	0	7458	0	1491.60	1491.60
Toplam			33254	192174	17935	17935

Bu analizde kiriş, kolon ve perdelerin donatı değerleri değiştirilmemiştir ve mevcut binanın analizindeki değerlerle aynı alınmıştır,(Çizelge 4.2, Çizelge 4.3, Çizelge 4.6, Çizelge 4.7).

Çizelge 4.33 ve Çizelge 4.34’de zemin kat kirişlerin sağ ve sol kesitlerinin alt ve üst moment kapasiteleri hesaplanmıştır.

Çizelge 4.33: Zemin kat X doğrultusu kiriş moment kapasiteleri

Aks No	Kiriş no	b/h (cm)	Sol uç $M_{ri}(kNm)$	Sol uç $M_{ra}(kNm)$	Sağ uç $M_{ri}(kNm)$	Sağ uç $M_{ra}(kNm)$
1a	K251	30/33	52.39	34.93	122.25	69.85
	K252	30/33	122.25	69.85	122.25	69.85
	K253	30/33	122.25	69.85	52.39	34.93
2a	K250	30/33	43.09	34.93	43.09	34.93
	K254	30/33	43.09	34.93	43.09	34.93
2k1	K245	40/33	90.83	52.39	154.90	80.51
	K246	60/33	154.90	80.51	214.44	122.25
	K247	60/33	214.44	122.25	214.44	122.25
	K248	60/33	214.44	122.25	154.90	80.51
	K249	40/33	154.90	80.51	90.83	52.39
2k2	K241	25/33	43.09	34.93	43.09	34.93
	K242	25/33	43.09	34.93	43.09	34.93
	K243	25/33	43.09	34.93	43.09	34.93
	K244	25/33	43.09	34.93	43.09	34.93
2f	K238	40/100	177.04	110.60	505.25	276.51
	K239	40/100	505.25	276.51	560.56	331.81
	K240	40/33	177.02	104.78	55.91	34.93
4a	K235	40/33	55.91	52.39	73.37	87.32
	K236	40/33	73.37	87.32	55.91	34.93
	K237	40/33	55.91	52.39	55.91	52.39
4b	K230	25/50	43.09	52.39	78.02	69.85
	K231	25/50	78.02	69.85	64.07	104.78
	K232	40/33	64.07	104.78	55.91	52.39
	K233	40/33	55.91	52.39	61.24	52.39
	K234	25/50	60.56	34.93	43.09	34.93
7	K227	40/33	55.91	52.39	55.91	52.39
	K228	40/33	55.91	52.39	55.91	52.39

Çizelge 4.34: Zemin kat Y doğrultusu kiriş moment kapasiteleri

Aks No	Kiriş no	b/h (cm)	Sol uç $M_{r\ddot{u}}$ (kNm)	Sol uç M_{ra} (kNm)	Sağ uç $M_{r\ddot{u}}$ (kNm)	Sağ uç M_{ra} (kNm)
A	K255	25/33	25.63	34.93	43.09	34.93
	K256	25/33	43.09	34.93	25.63	34.93
b1	K257	40/33	64.07	34.93	132.45	87.32
	K258	40/33	132.45	87.32	99.68	52.39
	K259	40/33	99.68	52.39	99.00	87.32
	K260	40/33	99.00	87.32	64.07	34.93
c1	K261	50/33	76.89	34.93	190.85	104.78
	K262	50/33	190.85	104.78	102.51	52.39
	K263	50/33	102.51	52.39	190.85	104.78
	K264	50/33	190.85	104.78	76.89	34.93
ck	K265	25/50	43.09	52.39	43.09	52.39
	K266	25/50	43.09	52.39	48.42	52.39
ck2	K267	25/50	43.09	52.39	43.09	52.39
c5	K268	40/100	177.04	165.90	177.04	165.90
	K269	40/100	177.04	165.90	193.91	165.90
	K270	40/100	177.04	165.90	177.04	165.90
	K271	40/100	177.04	165.90	177.04	165.90
d2	K272	40/33	55.91	52.39	99.00	87.32
	K273	25/33	99.00	87.32	86.86	87.32
	K274	40/33	86.86	87.32	55.91	52.39
EF	K275	25/33	25.63	34.93	43.09	34.93
	K276	25/33	43.09	34.93	43.09	34.93
	K277	25/33	43.09	34.93	43.09	34.93
	K278	25/33	43.09	34.93	25.63	34.93
f1	K280	40/33	55.91	52.39	109.66	87.32
	K281	25/33	109.66	87.32	86.18	87.32
	K282	40/33	99.00	87.32	55.91	52.39
h1	K283	40/33	55.91	52.39	55.91	52.39
	K284	40/33	108.30	80.51	101.49	80.51
	K285	40/33	108.30	80.51	101.49	80.51
	K286	40/33	55.91	52.39	55.91	52.39

Katlara etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin SAP2000 programına girilmesiyle oluşturulan x ve y doğrultusundaki deprem kuvvetlerinin etkisiyle elde edilen kiriş kesit moment değerleri ve bu moment değerlerinin kesit artık moment kapasitesine bölünmesiyle elde edilmiş etki/kapasite oranları Çizelge 4.35 ve Çizelge 4.36’da verilmiştir.

Çizelge 4.35: Zemin kat X doğrultusu kiriş etki/kapasite oranları

Aks No	Kiriş no ve ucu	$M_{G+O}(kNm)$	$M_E(kNm)$	$M_{R1}(kNm)$	$M_{R2}(kNm)$	$r_{üst}$	r_{alt}
1a	K251 Sol uç	-7.18	39.46	52.39	34.93	0.87	0.94
	K251 Sağ uç	-27.51	35.53	122.25	69.85	0.38	0.36
	K252 Sol uç	-44.69	20.69	122.25	69.85	0.27	0.18
	K252 Sağ uç	-44.58	21.71	122.25	69.85	0.28	0.19
	K253 Sol uç	-27.12	35.02	122.25	69.85	0.37	0.36
	K253 Sağ uç	-7.7	39.1	52.39	34.93	0.87	0.92
2a	K250 Sol uç	-3.21	43.17	43.09	34.93	1.08	1.13
	K250 Sağ uç	-12.14	58.88	43.09	34.93	1.90	1.25
	K254 Sol uç	-11.69	58.98	43.09	34.93	1.88	1.27
	K254 Sağ uç	-3.44	43.24	43.09	34.93	1.09	1.13
2k1	K245 Sol uç	-25.16	89.71	90.83	52.39	1.37	1.16
	K245 Sağ uç	-26.03	50.83	154.90	80.51	0.39	0.48
	K246 Sol uç	-34.38	49.15	154.90	80.51	0.41	0.43
	K246 Sağ uç	-65.83	61.06	214.44	122.25	0.41	0.32
	K247 Sol uç	-111.28	40.65	214.44	122.25	0.39	0.17
	K247 Sağ uç	-115.49	37.74	214.44	122.25	0.38	0.16
	K248 Sol uç	-82.68	52.21	214.44	122.25	0.40	0.25
	K248 Sağ uç	-25.16	47.78	154.90	80.51	0.37	0.45
	K249 Sol uç	-20.24	51.84	154.90	80.51	0.38	0.51
2k2	K249 Sağ uç	-26.85	89.93	90.83	52.39	1.41	1.13
	K241 Sol uç	-0.9	3.23	43.09	34.93	0.08	0.09
	K241 Sağ uç	-7.27	4.97	43.09	34.93	0.14	0.12
	K242 Sol uç	-16.28	22.8	43.09	34.93	0.85	0.45
	K242 Sağ uç	-9.67	10.91	43.09	34.93	0.33	0.24
	K243 Sol uç	-7.76	11.74	43.09	34.93	0.33	0.28
	K243 Sağ uç	-14.16	22.39	43.09	34.93	0.77	0.46
	K244 Sol uç	-6.95	4.92	43.09	34.93	0.14	0.12
2f	K244 Sağ uç	-0.67	3.18	43.09	34.93	0.07	0.09
	K238 Sol uç	-31.76	22.19	177.04	110.60	0.15	0.16
	K238 Sağ uç	177.01	54.82	505.25	276.51	0.08	0.55
	K239 Sol uç	196.82	235.8	505.25	276.51	0.34	2.96
	K239 Sağ uç	-122.44	82.99	560.56	331.81	0.19	0.18
	K240 Sol uç	-77.27	1.51	177.02	104.78	0.02	0.01
4a	K240 Sağ uç	-3.94	13.22	55.91	34.93	0.25	0.34
	K235 Sol uç	-2.96	21.83	55.91	52.39	0.41	0.39
	K235 Sağ uç	-7.07	7.07	73.37	87.32	0.11	0.07
	K236 Sol uç	-32.09	135.84	73.37	87.32	3.29	1.14
	K236 Sağ uç	-22.05	51.45	55.91	34.93	1.52	0.90
	K237 Sol uç	9.62	114.25	55.91	52.39	1.74	2.67
4b	K237 Sağ uç	2.08	21.66	55.91	52.39	0.37	0.43
	K230 Sol uç	-9.02	68.82	43.09	52.39	2.02	1.12
	K230 Sağ uç	-7.79	209.83	78.02	69.85	2.99	2.70
	K231 Sol uç	-26.73	204.08	78.02	69.85	3.98	2.11
	K231 Sağ uç	-9.94	182.49	64.07	104.78	3.37	1.59
	K232 Sol uç	-0.91	82.44	64.07	104.78	1.31	0.78
	K232 Sağ uç	-16.8	73.84	55.91	52.39	1.89	1.07
	K233 Sol uç	-43.65	36.65	55.91	52.39	2.99	0.38
	K233 Sağ uç	-39.9	9.47	61.24	52.39	0.44	0.10
7	K234 Sol uç	-29.74	13.85	60.56	34.93	0.45	0.21
	K234 Sağ uç	-9.23	9.23	43.09	34.93	0.27	0.21
	K227 Sol uç	-2.24	10.77	55.91	52.39	0.20	0.20
	K227 Sağ uç	-0.05	119.94	55.91	52.39	2.15	2.29
	K228 Sol uç	-3.25	119.99	55.91	52.39	2.28	2.16
	K228 Sağ uç	-2.18	10.72	55.91	52.39	0.20	0.20

Çizelge 4.36: Zemin kat Y doğrultusu kiriş etki/kapasite oranları

Aks No	Kiriş no ve ucu	M_{G+O} (kNm)	M_E (kNm)	M_{R1} (kNm)	M_{R2} (kNm)	r_{ist}	r_{alt}
A	K255 Sol uç	7.96	0.65	25.63	34.93	0.02	0.02
	K255 Sağ uç	-10.51	9.44	43.09	34.93	0.29	0.21
	K256 Sol uç	-9.61	9.3	43.09	34.93	0.28	0.21
	K256 Sağ uç	6.58	0.84	25.63	34.93	0.03	0.03
b1	K257 Sol uç	-0.51	44.64	64.07	34.93	0.70	1.26
	K257 Sağ uç	-57.3	28.52	132.45	87.32	0.38	0.20
	K258 Sol uç	-37.54	34.99	132.45	87.32	0.37	0.28
	K258 Sağ uç	-6.19	35.59	99.68	52.39	0.38	0.61
	K259 Sol uç	-5.89	35.73	99.68	52.39	0.38	0.61
	K259 Sağ uç	-38.51	35.33	99.00	87.32	0.58	0.28
	K260 Sol uç	-59.92	27.79	99.00	87.32	0.71	0.19
	K260 Sağ uç	-39.07	39.98	64.07	34.93	1.60	0.54
c1	K261 Sol uç	-35.81	34.36	76.89	34.93	0.84	0.49
	K261 Sağ uç	-141.02	38.52	190.85	104.78	0.77	0.16
	K262 Sol uç	-72.46	35.17	190.85	104.78	0.30	0.20
	K262 Sağ uç	0.5	36	102.51	52.39	0.35	0.69
	K263 Sol uç	1.03	36.06	102.51	52.39	0.35	0.70
	K263 Sağ uç	-75.61	35.34	190.85	104.78	0.31	0.20
	K264 Sol uç	-147.79	38.13	190.85	104.78	0.89	0.15
	K264 Sağ uç	-23.12	32.48	76.89	34.93	0.60	0.56
ck	K265 Sol uç	-17.28	43.33	43.09	52.39	1.68	0.62
	K265 Sağ uç	-8.5	31.73	43.09	52.39	0.92	0.52
	K266 Sol uç	-8.43	31.74	43.09	52.39	0.92	0.52
	K266 Sağ uç	-17.76	43.42	48.42	52.39	1.42	0.62
ck2	K267 Sol uç	-13.62	42.58	43.09	52.39	1.44	0.65
	K267 Sağ uç	-14.5	42.52	43.09	52.39	1.49	0.64
c5	K268 Sol uç	72.12	1.43	177.04	165.90	0.01	0.02
	K268 Sağ uç	832.47	787.1	177.04	165.90	0.78	1.18
	K269 Sol uç	777.83	699.46	177.04	165.90	0.73	-1.14
	K269 Sağ uç	-108.34	95.88	193.91	165.90	1.12	0.35
	K270 Sol uç	-113.04	96.55	177.04	165.90	1.51	0.35
	K270 Sağ uç	849.01	755.31	177.04	165.90	0.74	-1.11
	K271 Sol uç	907.27	849.47	177.04	165.90	0.78	-1.15
	K271 Sağ uç	121.25	47.33	177.04	165.90	0.16	1.06
d2	K272 Sol uç	45.95	37.5	55.91	52.39	0.37	5.82
	K272 Sağ uç	-87.16	71.07	99.00	87.32	6.00	0.41
	K273 Sol uç	-10.86	56.19	99.00	87.32	0.64	0.57
	K273 Sağ uç	-11.02	56.28	86.86	87.32	0.74	0.57
	K274 Sol uç	-95.9	66.57	86.86	87.32	-7.37	0.36
	K274 Sağ uç	47.78	38.58	55.91	52.39	0.37	8.37
EF	K275 Sol uç	-8.94	5.02	25.63	34.93	0.30	0.11
	K275 Sağ uç	1.97	10.28	43.09	34.93	0.23	0.31
	K276 Sol uç	16.31	0.26	43.09	34.93	0.00	0.01
	K276 Sağ uç	-7.45	3.02	43.09	34.93	0.08	0.07
	K277 Sol uç	-9.64	2.23	43.09	34.93	0.07	0.05
	K277 Sağ uç	19.72	1.04	43.09	34.93	0.02	0.07
	K278 Sol uç	2.78	9.59	43.09	34.93	0.21	0.30
	K278 Sağ uç	-6.67	5.16	25.63	34.93	0.27	0.12
f1	K280 Sol uç	30.49	28.66	55.91	52.39	0.33	1.31
	K280 Sağ uç	-60.42	56.3	109.66	87.32	1.14	0.38
	K281 Sol uç	-6.86	70.76	109.66	87.32	0.69	0.75
	K281 Sağ uç	-7.1	70.77	86.18	87.32	0.89	0.75
	K282 Sol uç	-57.83	54.78	99.00	87.32	1.33	0.38
	K282 Sağ uç	24.51	30.44	55.91	52.39	0.38	1.09
h1	K283 Sol uç	37.58	49.31	55.91	52.39	0.53	3.33
	K283 Sağ uç	106.59	36.19	55.91	52.39	0.22	-0.67
	K284 Sol uç	8.39	15.26	108.30	80.51	0.13	0.21
	K284 Sağ uç	2.03	13.67	101.49	80.51	0.13	0.17
	K285 Sol uç	3.33	13.99	108.30	80.51	0.13	0.18
	K285 Sağ uç	0.37	18.62	101.49	80.51	0.18	0.23
	K286 Sol uç	8.94	43.56	55.91	52.39	0.67	1.00
	K286 Sağ uç	46.34	45.22	55.91	52.39	0.44	7.47

Kirişler için hesaplanan etki/kapasite oranları yönetmeliğin öngördüğü ilgili sınır değerler ile karşılaştırılarak elemanların kesit hasar bölgeleri belirlenir. Sınırların ara değerleri için doğrusal enterpolasyon yapılmıştır,(Çizelge 4.37 ve Çizelge 4.38).

Çizelge 4.37: Zemin kat X doğrultusu giriş kesit hasar bölgeleri

Aks No	Kiriş no ve ucu	$(p-p')/p_b$	Sargılama	$V/b_w d f_{ctk}$	$r_{üst}$	Hasar bölgesi	r_{alt}	Hasar bölgesi
1a	K251 Sol uç	0.072	var	-0.48	0.87	MHB	0.94	MHB
	K251 Sağ uç	0.216	var	0.55	0.38	MHB	0.36	MHB
	K252 Sol uç	0.216	var	-0.56	0.27	MHB	0.18	MHB
	K252 Sağ uç	0.216	var	0.56	0.28	MHB	0.19	MHB
	K253 Sol uç	0.216	var	-0.54	0.37	MHB	0.36	MHB
	K253 Sağ uç	0.072	var	0.48	0.87	MHB	0.92	MHB
2a	K250 Sol uç	0.034	var	-0.29	1.08	MHB	1.13	MHB
	K250 Sağ uç	0.034	var	0.32	1.90	MHB	1.25	MHB
	K254 Sol uç	0.034	var	-0.32	1.88	MHB	1.27	MHB
	K254 Sağ uç	0.034	var	0.29	1.09	MHB	1.13	MHB
2k1	K245 Sol uç	0.119	var	-0.64	1.37	MHB	1.16	MHB
	K245 Sağ uç	0.230	var	0.62	0.39	MHB	0.48	MHB
	K246 Sol uç	0.153	var	-0.56	0.41	MHB	0.43	MHB
	K246 Sağ uç	0.190	var	0.64	0.41	MHB	0.32	MHB
	K247 Sol uç	0.190	var	-0.60	0.39	MHB	0.17	MHB
	K247 Sağ uç	0.190	var	0.60	0.38	MHB	0.16	MHB
	K248 Sol uç	0.190	var	-0.64	0.40	MHB	0.25	MHB
	K248 Sağ uç	0.153	var	0.56	0.37	MHB	0.45	MHB
	K249 Sol uç	0.230	var	-0.62	0.38	MHB	0.51	MHB
	K249 Sağ uç	0.119	var	0.64	1.41	MHB	1.13	MHB
2k2	K241 Sol uç	0.040	var	1.85	0.08	MHB	0.09	MHB
	K241 Sağ uç	0.040	var	1.86	0.14	MHB	0.12	MHB
	K242 Sol uç	0.040	var	-0.43	0.85	MHB	0.45	MHB
	K242 Sağ uç	0.040	var	0.41	0.33	MHB	0.24	MHB
	K243 Sol uç	0.040	var	-0.41	0.33	MHB	0.28	MHB
	K243 Sağ uç	0.040	var	0.43	0.77	MHB	0.46	MHB
	K244 Sol uç	0.040	var	-1.86	0.14	MHB	0.12	MHB
	K244 Sağ uç	0.040	var	-1.85	0.07	MHB	0.09	MHB
2f	K238 Sol uç	0.065	var	-0.45	0.15	MHB	0.16	MHB
	K238 Sağ uç	0.223	var	0.50	0.08	MHB	0.55	MHB
	K239 Sol uç	0.149	var	-0.30	0.34	MHB	2.96	BHB
	K239 Sağ uç	0.149	var	0.30	0.19	MHB	0.18	MHB
	K240 Sol uç	0.223	var	-0.69	0.02	MHB	0.01	MHB
	K240 Sağ uç	0.065	var	0.56	0.25	MHB	0.34	MHB
4a	K235 Sol uç	0.011	var	0.31	0.41	MHB	0.39	MHB
	K235 Sağ uç	-0.043	var	0.24	0.11	MHB	0.07	MHB
	K236 Sol uç	-0.043	var	1.09	3.29	BHB	1.14	MHB
	K236 Sağ uç	0.065	var	0.33	1.52	MHB	0.90	MHB
	K237 Sol uç	0.011	var	0.19	1.74	MHB	2.67	MHB
	K237 Sağ uç	0.011	var	-0.25	0.37	MHB	0.43	MHB
4b	K230 Sol uç	-0.030	var	0.40	2.02	MHB	1.12	MHB
	K230 Sağ uç	0.027	var	0.43	2.99	BHB	2.70	BHB
	K231 Sol uç	0.027	var	-0.59	3.98	BHB	2.11	MHB
	K231 Sağ uç	-0.133	var	0.60	3.37	BHB	1.59	MHB
	K232 Sol uç	-0.126	var	0.69	1.31	MHB	0.78	MHB
	K232 Sağ uç	0.011	var	0.72	1.89	MHB	1.07	MHB
	K233 Sol uç	0.011	var	-0.71	2.99	BHB	0.38	MHB
	K233 Sağ uç	0.062	var	-0.69	0.44	MHB	0.10	MHB
	K234 Sol uç	0.084	var	-0.21	0.45	MHB	0.21	MHB
	K234 Sağ uç	0.027	var	0.31	0.27	MHB	0.21	MHB
7	K227 Sol uç	0.011	var	0.43	0.20	MHB	0.20	MHB
	K227 Sağ uç	0.011	var	0.23	2.15	MHB	2.29	MHB
	K228 Sol uç	0.011	var	-0.23	2.28	MHB	2.16	MHB
	K228 Sağ uç	0.011	var	-0.44	0.20	MHB	0.20	MHB

Çizelge 4.38: Zemin kat Y doğrultusu kiriş kesit hasar bölgeleri

Aks No	Kiriş no ve ucu	$(p-p')/\rho_b$	Sargılama	V/b_wdf_{ctk}	r_{ist}	Hasar bölgesi	r_{alt}	Hasar bölgesi
A	K255 Sol uç	-0.046	var	-0.39	0.02	MHB	0.02	MHB
	K255 Sağ uç	0.040	var	0.44	0.29	MHB	0.21	MHB
	K256 Sol uç	0.040	var	-0.42	0.28	MHB	0.21	MHB
	K256 Sağ uç	-0.046	var	0.37	0.03	MHB	0.03	MHB
b1	K257 Sol uç	0.090	var	-0.48	0.70	GB	1.26	MHB
	K257 Sağ uç	0.140	var	0.53	0.38	MHB	0.20	MHB
	K258 Sol uç	0.140	var	-0.74	0.37	MHB	0.28	MHB
	K258 Sağ uç	0.146	var	0.65	0.38	MHB	0.61	MHB
	K259 Sol uç	0.146	var	-0.56	0.38	MHB	0.61	MHB
	K259 Sağ uç	0.036	var	0.66	0.58	MHB	0.28	MHB
	K260 Sol uç	0.036	var	-0.50	0.71	MHB	0.19	MHB
	K260 Sağ uç	0.090	var	0.38	1.60	MHB	0.54	MHB
c1	K261 Sol uç	0.104	var	-0.41	0.84	MHB	0.49	MHB
	K261 Sağ uç	0.213	var	0.64	0.77	MHB	0.16	MHB
	K262 Sol uç	0.213	var	-0.76	0.30	MHB	0.20	MHB
	K262 Sağ uç	0.124	var	0.65	0.35	MHB	0.69	MHB
	K263 Sol uç	0.124	var	-0.65	0.35	MHB	0.70	MHB
	K263 Sağ uç	0.213	var	0.76	0.31	MHB	0.20	MHB
	K264 Sol uç	0.213	var	-0.64	0.89	MHB	0.15	MHB
	K264 Sağ uç	0.104	var	0.39	0.60	MHB	0.56	MHB
ck	K265 Sol uç	-0.030	var	-0.32	1.68	MHB	0.62	MHB
	K265 Sağ uç	-0.030	var	0.33	0.92	MHB	0.52	MHB
	K266 Sol uç	-0.030	var	-0.33	0.92	MHB	0.52	MHB
	K266 Sağ uç	-0.013	var	0.32	1.42	MHB	0.62	MHB
ck2	K267 Sol uç	-0.030	var	-0.29	1.44	MHB	0.65	MHB
	K267 Sağ uç	-0.030	var	0.29	1.49	MHB	0.64	MHB
c5	K268 Sol uç	0.011	var	0.23	0.01	MHB	0.02	MHB
	K268 Sağ uç	0.011	var	-0.49	0.78	MHB	1.18	MHB
	K269 Sol uç	0.011	var	-0.31	0.73	MHB	-1.14	MHB
	K269 Sağ uç	0.027	var	0.34	1.12	MHB	0.35	MHB
	K270 Sol uç	0.011	var	-0.33	1.51	MHB	0.35	MHB
	K270 Sağ uç	0.011	var	0.30	0.74	MHB	-1.11	MHB
	K271 Sol uç	0.011	var	0.51	0.78	MHB	-1.15	MHB
	K271 Sağ uç	0.011	var	-0.24	0.16	MHB	1.06	MHB
d2	K272 Sol uç	0.011	var	0.44	0.37	MHB	5.82	BHB
	K272 Sağ uç	0.036	var	0.71	6.00	BHB	0.41	MHB
	K273 Sol uç	0.058	var	-0.84	0.64	MHB	0.57	MHB
	K273 Sağ uç	-0.002	var	0.84	0.74	MHB	0.57	MHB
	K274 Sol uç	-0.001	var	-0.67	7.37	İHB	0.36	MHB
	K274 Sağ uç	0.011	var	-0.38	0.37	MHB	8.37	İHB
EF	K275 Sol uç	-0.046	var	-0.74	0.30	MHB	0.11	MHB
	K275 Sağ uç	0.040	var	-0.71	0.23	MHB	0.31	MHB
	K276 Sol uç	0.040	var	-0.27	0.00	MHB	0.01	MHB
	K276 Sağ uç	0.040	var	0.30	0.08	MHB	0.07	MHB
	K277 Sol uç	0.040	var	-0.31	0.07	MHB	0.05	MHB
	K277 Sağ uç	0.040	var	0.26	0.02	MHB	0.07	MHB
	K278 Sol uç	0.040	var	0.71	0.21	MHB	0.30	MHB
	K278 Sağ uç	-0.046	var	0.73	0.27	MHB	0.12	MHB
f1	K280 Sol uç	0.011	var	0.45	0.33	MHB	1.31	MHB
	K280 Sağ uç	0.069	var	0.71	1.14	MHB	0.38	MHB
	K281 Sol uç	0.111	var	-0.87	0.69	MHB	0.75	MHB
	K281 Sağ uç	0.058	var	0.87	0.89	MHB	0.75	MHB
	K282 Sol uç	0.036	var	-0.67	1.33	MHB	0.38	MHB
	K282 Sağ uç	0.011	var	0.40	0.38	MHB	1.09	MHB
h1	K283 Sol uç	0.011	var	0.27	0.53	MHB	3.33	BHB
	K283 Sağ uç	0.011	var	-1.20	0.22	MHB	-0.67	MHB
	K284 Sol uç	0.086	var	-0.58	0.13	MHB	0.21	MHB
	K284 Sağ uç	0.065	var	0.52	0.13	MHB	0.17	MHB
	K285 Sol uç	0.086	var	-0.58	0.13	MHB	0.18	MHB
	K285 Sağ uç	0.065	var	0.60	0.18	MHB	0.23	MHB
	K286 Sol uç	0.011	var	1.24	0.67	MHB	1.00	MHB
	K286 Sağ uç	0.011	var	-0.30	0.44	MHB	7.47	İHB

Zemin kat kolon ve perdelerinin boyutları ve donatıları ilk adımdaki değerlerle aynıdır, dolayısıyla bu elemanların kesitlerinin moment kapasiteleri değişmemiştir, Çizelge 4.6, Çizelge 4.7).

SAP2000 programında yapılan çözümleme sonucu elde edilen zemin kat düşey taşıyıcı elemanlarında deprem yükleri etkisinde oluşan eğilme momenti değerlerinin, kesit artık moment kapasitesine bölünmesi sonucuyla bu elemanların etki/kapasite oranı değerleri elde edilmiştir. Kesit artık moment kapasitesi, kesitin eğilme momenti kapasitesi ile düşey yükler altında kesitte hesaplanan moment etkisinin farkıdır, (Çizelge 4.39, Çizelge 4.40).

Çizelge 4.39: Zemin kat X doğrultusu düşey eleman etki/kapasite oranları

Aks No	Perde-Kolon No ve ucu	M_{G+Q} (kNm)	M_E (kNm)	M_R (kNm)	r
1a-2a-2k1	P230 Üst uç	14.8	3.66	401.63	0.01
	P230 Alt uç	-6.14	239.12	401.63	0.59
	P231 Üst uç	-2.64	21.5	441.79	0.05
	P231 Alt uç	-0.2	251.41	441.79	0.57
	P232 Üst uç	15.57	13.28	502.03	0.03
	P232 Alt uç	-6.52	234.07	502.03	0.46
	P233 Üst uç	-17.76	8.88	502.03	0.02
	P233 Alt uç	9.79	236.54	502.03	0.48
	P234 Üst uç	2.21	20.39	441.79	0.05
	P234 Alt uç	0.02	250.87	441.79	0.57
	P235 Üst uç	-14.08	3.61	401.63	0.01
	P235 Alt uç	7.98	239.15	401.63	0.61
2f	P229 Üst uç	-14.81	16.5	481.95	0.03
	P229 Alt uç	8.34	232.7	441.79	0.54
4a	P224 Üst uç	7.74	3652.12	3092.51	1.18
	P224 Alt uç	38.68	8402.31	3092.51	2.75
	S225 Üst uç	6.94	501.49	1560.60	0.32
	S225 Alt uç	6.55	1818.71	1560.60	1.17
	S226 Üst uç	13.23	549.06	1560.60	0.35
	S226 Alt uç	4.38	1802.29	1560.60	1.16
	P227 Üst uç	47.68	3652.19	3092.51	1.20
	P227 Alt uç	34.33	8402.3	3092.51	2.75
4b	S221 Üst uç	41.37	63.53	805.48	0.08
	S221 Alt uç	-11.9	1002.84	805.48	1.23
	S222 Üst uç	-5.79	90.87	172.13	0.51
	S222 Alt uç	3.14	113.4	160.65	0.72
	S223 Üst uç	7.08	25.27	260.10	0.10
	S223 Alt uç	-3.05	104.38	260.10	0.40
7	P216 Üst uç	20.32	3660.33	2811.38	1.31
	P216 Alt uç	37.05	8406.79	2811.38	3.03
	S217 Üst uç	2.71	310.53	1377.00	0.23
	S217 Alt uç	7.95	1816.81	1377.00	1.33
	P218 Üst uç	0.51	52.33	329.38	0.16
	P218 Alt uç	0.67	180.86	329.38	0.55
	S219 Üst uç	-6.67	542.78	1468.80	0.37
	S219 Alt uç	11.16	1805.68	1468.80	1.24
	P220 Üst uç	33.96	3660.88	2811.38	1.32
	P220 Alt uç	35.57	8406.73	2811.38	3.03

Çizelge 4.40: Zemin kat Y doğrultusu düşey eleman etki/kapasite oranları

Aks No	Perde-Kolon No ve ucu	M_{G+Q} (kNm)	M_E (kNm)	M_R (kNm)	r
b1	P230 Üst uç	37.28	2169.06	2811.375	0.78
	P230 Alt uç	-0.94	4982.34	2811.375	1.77
	P224 Üst uç	-17.27	1.52	441.7875	0.00
	P224 Alt uç	8.53	142.02	441.7875	0.33
	P216 Üst uç	-0.07	1.95	401.625	0.00
	P216 Alt uç	0.12	141.81	401.625	0.35
	P209 Üst uç	18.18	1.74	441.7875	0.00
	P209 Alt uç	-8.81	141.91	441.7875	0.31
	P201 Üst uç	-28.64	2170.76	2811.375	0.76
c1	P201 Alt uç	6.23	4978.09	2811.375	1.77
	P231 Üst uç	62.57	2145.8	3092.51	0.71
	P231 Alt uç	-3.37	4853.06	3092.51	1.57
	S225 Üst uç	-29.43	27.35	401.63	-0.06
	S225 Alt uç	14.45	92.86	401.63	0.24
	S217 Üst uç	-0.21	30.37	321.30	-0.09
	S217 Alt uç	0.15	94.34	321.30	0.29
	S210 Üst uç	31.09	27.24	401.63	-0.07
	S210 Alt uç	-15.16	92.81	401.63	0.22
c5	P202 Üst uç	-59.27	2145.22	3092.51	0.68
	P202 Alt uç	9.89	4853.06	3092.51	1.57
	P232 Üst uç	104.84	2040.66	3514.22	0.60
	P232 Alt uç	-7.63	4727.48	3514.22	1.34
	S221 Üst uç	-37.09	34.42	254.36	0.12
	S221 Alt uç	18.23	80.8	254.36	0.34
	S213 Üst uç	38.88	39.62	254.36	0.18
	S213 Alt uç	-18.98	80.9	254.36	0.30
	P203 Üst uç	-105.55	2039.04	3373.65	0.59
d2	P203 Alt uç	15.26	4727.65	3373.65	1.41
	S222 Üst uç	-44.46	21.45	344.25	0.06
	S222 Alt uç	20.39	159.01	344.25	0.49
	S214 Üst uç	44.06	19.97	344.25	0.07
f1	S214 Alt uç	-20.1	158.45	344.25	0.43
	S223 Üst uç	-27.57	41.68	693.60	0.06
	S223 Alt uç	12.06	323.62	693.60	0.47
	S215 Üst uç	26.35	42.34	693.60	0.06
h1	S215 Alt uç	-10.95	323.33	693.60	0.46
	P233 Üst uç	28.51	2091.02	3514.22	0.60
	P233 Alt uç	1.26	4486.12	3514.22	1.28
	P229 Üst uç	63.58	2060.54	3373.65	0.62
	P229 Alt uç	-2.56	4485.94	3373.65	1.33
	P218 Üst uç	9.33	5896.35	4084.25	1.45
	P218 Alt uç	10.23	10604.81	4084.25	2.60
	P208 Üst uç	-45.19	2059.24	3514.22	0.58
	P208 Alt uç	9.27	4489.58	3514.22	1.28
	P204 Üst uç	-22.89	2091.13	3514.22	0.59
	P204 Alt uç	6.81	4486.11	3514.22	1.28

Kolon ve perdeler için hesaplanan etki/kapasite oranları yönetmeliğin öngördüğü ilgili sınır değerler ile karşılaştırılarak elemanların kesit hasar bölgeleri belirlenir. Sınırların ara değerleri için doğrusal enterpolasyon yapılmıştır,(Çizelge 4.41 ve Çizelge 4.42).

Çizelge 4.41: Zemin kat X doğrultusu düşey eleman kesit hasar bölgeleri

Aks No	Perde-Kolon no ve ucu	$N/(A_c * f_{ck})$	Sargılama	$V/(b_w * d * f_{ctk})$	r	Hasar bölgesi
1a-2a-2k1	P230 Üst uç	-	var	-	0.01	MHB
	P230 Alt uç	-	var	-	0.59	MHB
	P231 Üst uç	-	var	-	0.05	MHB
	P231 Alt uç	-	var	-	0.57	MHB
	P232 Üst uç	-	var	-	0.03	MHB
	P232 Alt uç	-	var	-	0.46	MHB
	P233 Üst uç	-	var	-	0.02	MHB
	P233 Alt uç	-	var	-	0.48	MHB
	P234 Üst uç	-	var	-	0.05	MHB
	P234 Alt uç	-	var	-	0.57	MHB
	P235 Üst uç	-	var	-	0.01	MHB
	P235 Alt uç	-	var	-	0.61	MHB
2f	P229 Üst uç	-	var	-	0.03	MHB
	P229 Alt uç	-	var	-	0.54	MHB
4a	P224 Üst uç	-	var	-	1.18	MHB
	P224 Alt uç	-	var	-	2.75	MHB
	S225 Üst uç	0.20	var	0.68	0.32	MHB
	S225 Alt uç	0.20	var	0.68	1.17	MHB
	S226 Üst uç	0.17	var	0.68	0.35	MHB
	S226 Alt uç	0.17	var	0.68	1.16	MHB
	P227 Üst uç	-	var	-	1.20	MHB
	P227 Alt uç	-	var	-	2.75	MHB
4b	S221 Üst uç	0.15	var	0.66	0.08	MHB
	S221 Alt uç	0.16	var	0.66	1.23	MHB
	S222 Üst uç	0.17	var	0.84	0.51	MHB
	S222 Alt uç	0.17	var	0.84	0.72	MHB
	S223 Üst uç	0.17	var	0.66	0.10	MHB
	S223 Alt uç	0.17	var	0.66	0.40	MHB
7	P216 Üst uç	-	var	-	1.31	MHB
	P216 Alt uç	-	var	-	3.03	BHB
	S217 Üst uç	0.07	var	0.12	0.23	MHB
	S217 Alt uç	0.07	var	0.12	1.33	MHB
	P218 Üst uç	-	var	-	0.16	MHB
	P218 Alt uç	-	var	-	0.55	MHB
	S219 Üst uç	0.11	var	0.12	0.37	MHB
	S219 Alt uç	0.12	var	0.12	1.24	MHB
	P220 Üst uç	-	var	-	1.32	MHB
	P220 Alt uç	-	var	-	3.03	BHB

Çizelge 4.42: Zemin kat Y doğrultusu düşey eleman kesit hasar bölgeleri

Aks No	Perde-Kolon no ve ucu	$N/(A_c \cdot f_{ck})$	Sargılama	$V/(b_w \cdot d \cdot f_{ctk})$	r	Hasar bölgesi
b1	P230 Üst uç	-	var	-	0.78	MHB
	P230 Alt uç	-	var	-	1.77	MHB
	P224 Üst uç	-	var	-	0.00	MHB
	P224 Alt uç	-	var	-	0.33	MHB
	P216 Üst uç	-	var	-	0.00	MHB
	P216 Alt uç	-	var	-	0.35	MHB
	P209 Üst uç	-	var	-	0.00	MHB
	P209 Alt uç	-	var	-	0.31	MHB
	P201 Üst uç	-	var	-	0.76	MHB
	P201 Alt uç	-	var	-	1.77	MHB
c1	P231 Üst uç	-	var	-	0.71	MHB
	P231 Alt uç	-	var	-	1.57	MHB
	S225 Üst uç	0.20	var	1.21	-0.06	MHB
	S225 Alt uç	0.20	var	1.21	0.24	MHB
	S217 Üst uç	0.07	var	0.67	-0.09	MHB
	S217 Alt uç	0.07	var	0.67	0.29	MHB
	S210 Üst uç	0.20	var	1.21	-0.07	MHB
	S210 Alt uç	0.20	var	1.21	0.22	MHB
	P202 Üst uç	-	var	-	0.68	MHB
	P202 Alt uç	-	var	-	1.57	MHB
c5	P232 Üst uç	-	var	-	0.60	MHB
	P232 Alt uç	-	var	-	1.34	MHB
	S221 Üst uç	0.15	var	0.96	0.12	MHB
	S221 Alt uç	0.16	var	0.96	0.34	MHB
	S213 Üst uç	0.16	var	0.96	0.18	MHB
	S213 Alt uç	0.16	var	0.96	0.30	MHB
	P203 Üst uç	-	var	-	0.59	MHB
	P203 Alt uç	-	var	-	1.41	MHB
d2	S222 Üst uç	0.17	var	1.25	0.06	MHB
	S222 Alt uç	0.17	var	1.25	0.49	MHB
	S214 Üst uç	0.17	var	1.25	0.07	MHB
	S214 Alt uç	0.17	var	1.25	0.43	MHB
f1	S223 Üst uç	0.17	var	1.39	0.06	MHB
	S223 Alt uç	0.17	var	1.39	0.47	MHB
	S215 Üst uç	0.16	var	1.39	0.06	MHB
	S215 Alt uç	0.17	var	1.39	0.46	MHB
h1	P233 Üst uç	-	var	-	0.60	MHB
	P233 Alt uç	-	var	-	1.28	MHB
	P229 Üst uç	-	var	-	0.62	MHB
	P229 Alt uç	-	var	-	1.33	MHB
	P218 Üst uç	-	var	-	1.45	MHB
	P218 Alt uç	-	var	-	2.60	MHB
	P208 Üst uç	-	var	-	0.58	MHB
	P208 Alt uç	-	var	-	1.28	MHB
	P204 Üst uç	-	var	-	0.59	MHB
	P204 Alt uç	-	var	-	1.28	MHB

Çizelge 4.37, Çizelge 4.38, Çizelge 4.41 ve Çizelge 4.42’de görüldüğü gibi kontrolleri yapılan zemin kat kesitlerinin büyük bir bölümü Minimum Hasar Bölgesinde olmasına rağmen Belirgin Hasar Bölgesi ve İleri Hasar Bölgesinde bulunan kesitlerde mevcuttur. Yönetmeliğin ilgili bölümünde verilen sınır şartlarına göre bu binanın doğrusal elastik hesap yöntemine göre performansı Can Güvenliği durumudur.

4.4.2 Bina performansının doğrusal elastik olmayan hesap yöntemi ile belirlenmesi

Yapının doğrusal elastik olmayan hesap yöntemiyle performansı, artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemiyle yapıp, ETABS programında oluşturulan model, plastik mafsalları ve çatlamış kesit rijitlik hesapları mevcut bina için yapılan hesaplarla aynı şekilde yapılmıştır.

Sistem sabit düşey yükler ve orantılı olarak artırılan eşdeğer deprem yükleri altında doğrusal olmayan analiz yapılarak, öngörülen herhangi bir yatay yerdeğiştirme değerine kadar itilir. Bu düzeyde yapının ilgili deprem doğrultusundaki hakim titreşim moduna ait etkin model kütlesi, model katılım oranı ve mod yatay yerdeğiştirmesi değerleri elde edilir.

Çizelge 4.43: Kat kütleleri

Kat	Kütle
Zemin	659.84
1.Kat	659.84
2.Kat	659.84
3.Kat	640.27

Çizelge 4.44: Modal kütle katılım oranları

Mod	Periyot	UX	UY	RZ
1	0.74219	73.9339	0.0001	0.0046
2	0.70908	0.0046	2.3979	70.8782
3	0.56401	0	70.6563	2.2559
4	0.17282	17.7101	0	0.0012
5	0.15882	0.0012	0.3277	18.1607
6	0.12032	0	18.6228	0.3411
7	0.07225	6.3969	0	0.0005
8	0.06599	0.0005	0.1095	6.3918
9	0.04985	0	6.3363	0.1015
10	0.04457	1.9527	0	0.0002
11	0.04076	0.0002	0	1.8201
12	0.03084	0	1.5494	0.0442

Çizelge 4.45: Modal katılım oranları

Mod	Periyot	UX	UY
1	0.74219	53.60887	-0.06522
2	0.70908	-0.42376	-9.65450
3	0.56401	-0.01183	52.40713
4	0.17282	-26.23765	0.02282
5	0.15882	0.21522	3.56892
6	0.12032	-0.00597	26.90523
7	0.07225	-15.76879	0.01369
8	0.06599	0.14013	2.06317
9	0.04985	-0.00815	15.69401
10	0.04457	-8.71220	-0.00998
11	0.04076	0.08208	-0.00166
12	0.03084	0.00202	-7.76055

Çizelge 4.46: Hakim mod şekilleri

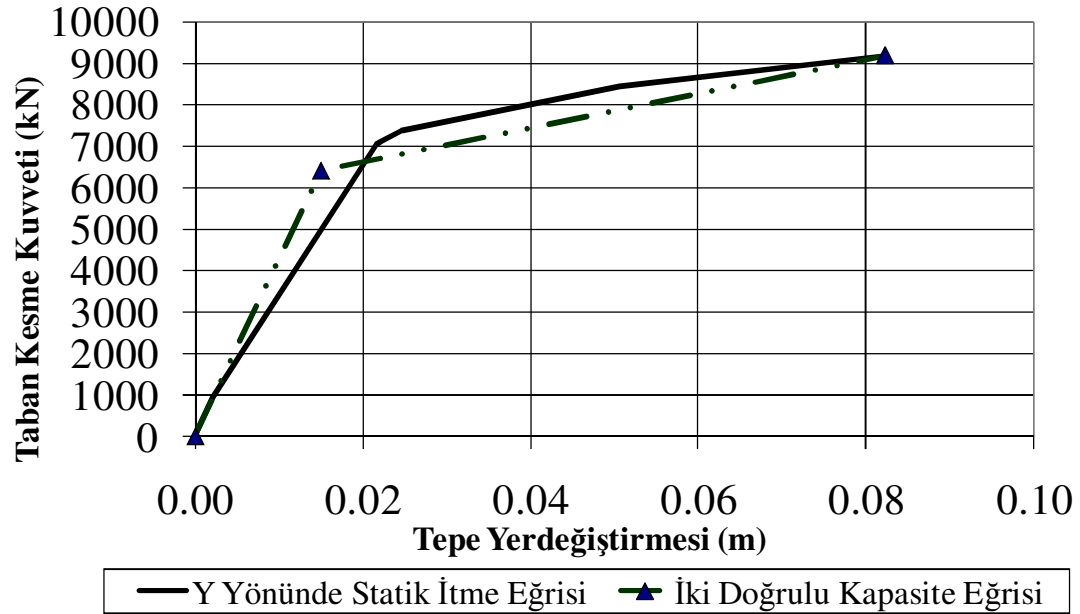
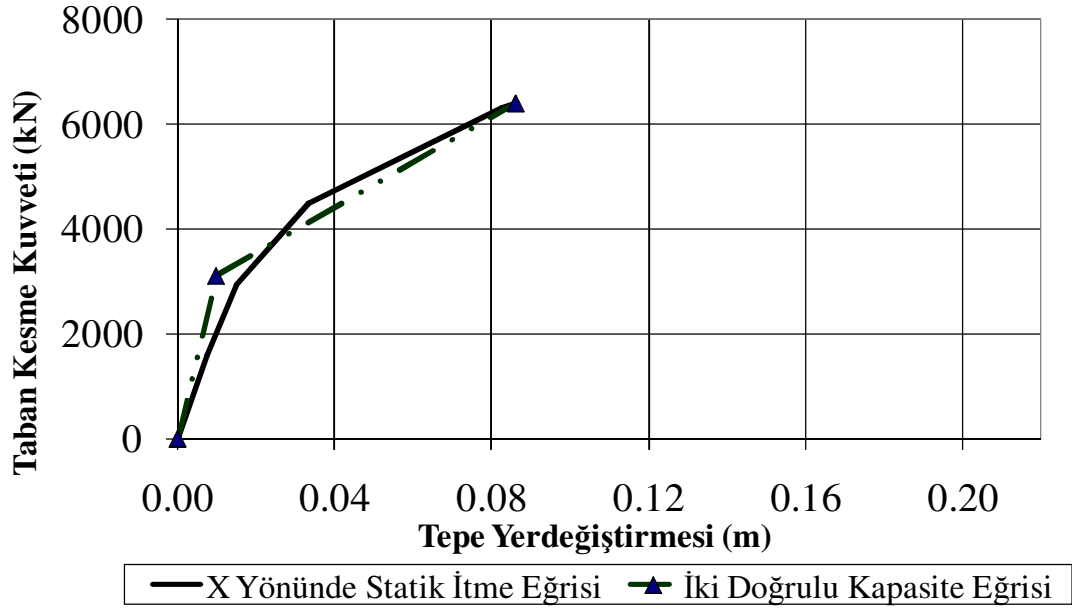
Kat	Mod	UX	UY
Zemin	1	-0.0032	0
Kat 1	1	-0.0101	0
Kat 2	1	-0.018	0
Kat 3	1	-0.0254	0
Zemin	3	0	-0.003
Kat 1	3	0	-0.0097
Kat 2	3	0	-0.0175
Kat 3	3	0	-0.0253

Çizelge 4.47’de ETABS programı kullanılarak elde edilen itme analizinin her adımına ait taban kesme kuvveti-tepe noktası yerdeğiştirmesi değerlerinden yararlanarak statik itme eğrisi (kapasite diyagramı) çizilir.

Çizelge 4.47: Taban kesme kuvveti-tepe noktası yerdeğiştirmesi değerleri

ADIM	X YÖNÜ		Y YÖNÜ	
	u_n	V_b	u_n	V_b
0	0	0	0	0
1	7.70E-03	1580.14	0.002	937.65
2	1.51E-02	2937.63	0.022	7035.71
3	0.0334	4469.75	0.022	7125.80
4	0.0824	6309.53	0.025	7378.86
5	0.0864	6402.28	0.051	8462.34
6	-	-	0.082	9185.64

Statik itme eğrisi iki doğrulu bir diyagrama dönüştürölür. Bu dönüştürme işleminde, iki doğrulu diyagramın ve statik itme eğrisinin altında kalan alanların yaklaşık olarak birbirine eşit olması sağlanır. (şekil 4.9, şekil 4.10)

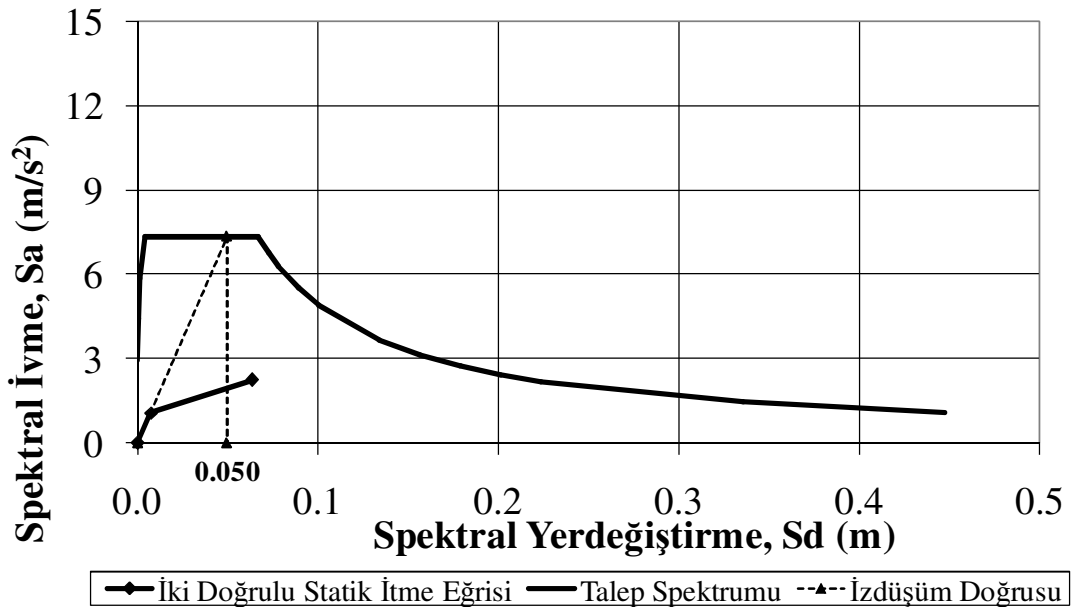


İki doğrulu statik itme eğrisinin koordinat dönüşümü uygulanarak, modal yerdeğiştirme ve modal ivme değeri elde edilir.(Çizelge 4.48)

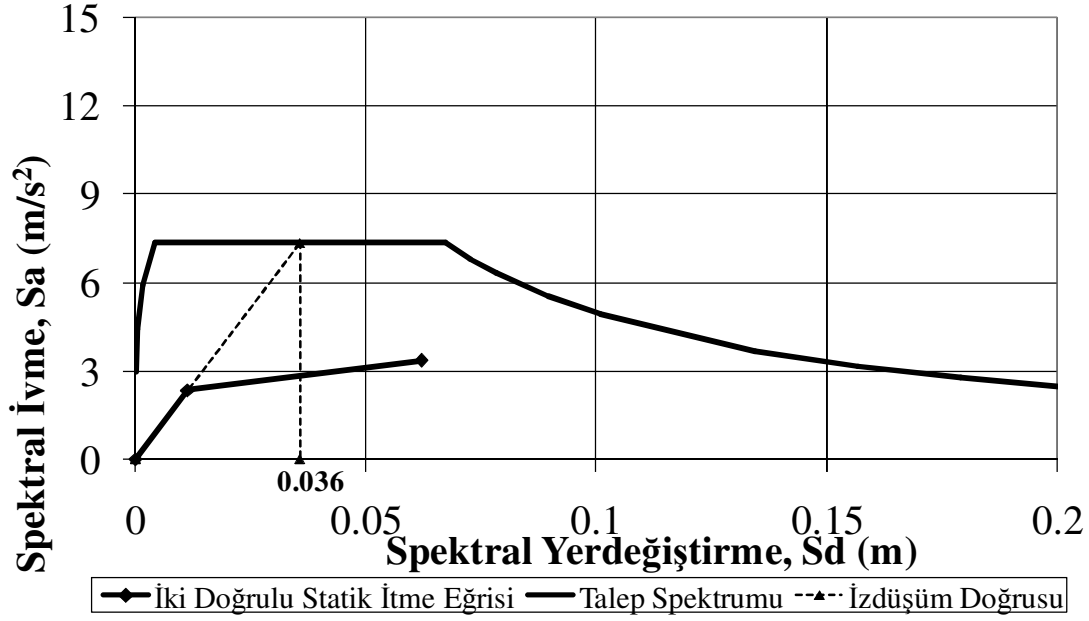
Çizelge 4.48: X ve Y yönlerine ait modal yerdeğiştirme ve modal ivme değerleri

ADIM	X YÖNÜ		Y YÖNÜ	
	a	d	a	d
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1	0.5538	0.0057	0.3414	0.0017
2	1.0296	0.0111	2.5617	0.0163
3	1.5666	0.0245	2.5945	0.0167
4	2.2115	0.0605	2.6867	0.0186
5	2.2440	0.0635	3.0811	0.0382
6	-	-	3.3445	0.0620

Hesaplanan modal yerdeğiştirme ve modal ivme değerleriyle, eksenleri spektral ivme-spektral yerdeğiştirme olan diyagram çizilir. Bu diyagramda ilgili zemin sınıfına ait ivme spektrumu ivmesi de gösterilir. Spektral ivme-spektral yerdeğiştirme değerlerinin oluşturacağı iki doğrulu diyagramın birinci doğrusunun, ivme spektrumu eğrisini kestiği noktanın x eksenine izdüşümü alınarak doğrusal elastik spektral yerdeğiştirme değeri bulunur, (Şekil 4.11, Şekil 4.12).



Şekil 4.11: X yönüne ait spektral ivme-spektral yerdeğiştirme diyagramı



Şekil 4.12: Y yönüne ait spektral ivme-spektral yerdeğiştirme diyagramı

Şekil 4.11 ve Şekil 4.12’de başlangıç periyodu, ivme spektrumundaki karakteristik periyot T_b ’den daha küçük olduğu için Denklem 3.18 ve Denklem 3.19 kullanılarak doğrusal elastik olmayan spektral yerdeğiştirme hesaplanır.

X yönündeki tepe yatay yerdeğiştirmesi istemi Denklem 3.20’ye göre hesaplanır. Y yönündeki yatay yerdeğiştirme istemi de benzer şekilde bulunur, (Çizelge 4.49)

Çizelge 4.49: Tepe noktası yatay yerdeğiştirme istemi değerleri

Yön	C_{R1}	S_{de}	S_{di}	U_{hedef}
X	1.141	0.0497	0.0567	0.0772
Y	1.234	0.0357	0.0441	0.0584

Yapı sistemi yatay yerdeğiştirme istemine kadar itilir. İtme analizi sonucunda tüm plastik kesitlerde elde edilen plastik mafsalları dönme plastik mafsalları boyuna bölünerek, bu kesitlere ait plastik eğrilik istemleri Denklem 3.7’ye göre hesaplanır.

Burada eşdeğer akma eğriliği, Priesley formülü yardımıyla hesaplanmıştır.

Denklem 3.8’e göre eşdeğer akma eğriliği plastik eğrilik istemine eklenerek toplam eğrilik istemi elde edilir.

Zemin kat x yönü ve y yönü kirişleri için hesaplanan eğrilik istemi değerleri Çizelge 4.50 ve Çizelge 4.51’de verilmiştir.

Çizelge 4.50: Zemin kat X doğrultusu girişleri için toplam eğrilik istemi değerlerinin elde edilmesi

Aks No	Kiriş no ve ucu	θ_p	ϕ_p	ϕ_y	ϕ_t
1a	K251 Sol uç	0.00750	0.04545	0.01349	0.05894
	K251 Sağ uç	0.00045	0.00273	0.01349	0.01622
	K252 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K252 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K253 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K253 Sağ uç	0.00775	0.04697	0.01349	0.06046
2a	K250 Sol uç	0.00790	0.04788	0.01349	0.06137
	K250 Sağ uç	0.00559	0.03388	0.01349	0.04737
	K254 Sol uç	0.00708	0.04291	0.01349	0.05640
	K254 Sağ uç	0.00681	0.04127	0.01349	0.05476
2k1	K245 Sol uç	0.00735	0.04455	0.01349	0.05804
	K245 Sağ uç	0.00316	0.01915	0.01349	0.03264
	K246 Sol uç	0.00480	0.02909	0.01349	0.04258
	K246 Sağ uç	0.00207	0.01255	0.01349	0.02604
	K247 Sol uç	0.00196	0.01188	0.01349	0.02537
	K247 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K248 Sol uç	0.00100	0.00606	0.01349	0.01955
	K248 Sağ uç	0.00661	0.04006	0.01349	0.05355
	K249 Sol uç	0.00141	0.00855	0.01349	0.02204
2k2	K242 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K242 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K243 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K243 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
2f	K238 Sol uç	0.00000	0.00000	0.00445	0.00445
	K238 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.00445	0.00445
	K239 Sol uç	0.00759	0.01518	0.00445	0.01963
	K239 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.00445	0.00445
	K240 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K240 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
4a	K235 Sol uç	0.01582	0.09588	0.01349	0.10937
	K235 Sağ uç	0.01018	0.06170	0.01349	0.07519
	K236 Sol uç	0.00351	0.02127	0.01349	0.03476
	K236 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K237 Sol uç	0.00889	0.05388	0.01349	0.06737
	K237 Sağ uç	0.01000	0.06061	0.01349	0.07410
4b	K230 Sol uç	0.00000	0.00000	0.00890	0.00890
	K230 Sağ uç	0.00373	0.01492	0.00890	0.02382
	K231 Sol uç	0.00772	0.03088	0.00890	0.03978
	K231 Sağ uç	0.00214	0.00856	0.00890	0.01746
	K232 Sol uç	0.00289	0.01752	0.01349	0.03101
	K232 Sağ uç	0.00081	0.00491	0.01349	0.01840
	K233 Sol uç	0.00097	0.00588	0.01349	0.01937
	K233 Sağ uç	0.00854	0.05176	0.01349	0.06525
	K234 Sol uç	0.00470	0.01880	0.00890	0.02770
	K234 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.00890	0.00890
7	K227 Sol uç	0.01585	0.09606	0.01349	0.10955
	K227 Sağ uç	0.01362	0.08255	0.01349	0.09604
	K228 Sol uç	0.00879	0.05327	0.01349	0.06676
	K228 Sağ uç	0.00979	0.05933	0.01349	0.07282

Çizelge 4.51: Zemin kat Y doğrultusu kirişleri için toplam eğrilik istemi değerlerinin elde edilmesi

Aks No	Kiriş numarası ve ucu	θ_p	ϕ_p	ϕ_y	ϕ_t
b1	K257 Sol uç	0.00321	0.01945	0.01349	0.03294
	K257 Sağ uç	0.00237	0.01436	0.01349	0.02785
	K258 Sol uç	0.00415	0.02515	0.01349	0.03864
	K258 Sağ uç	0.00478	0.02897	0.01349	0.04246
	K259 Sol uç	0.00668	0.04048	0.01349	0.05397
	K259 Sağ uç	0.00402	0.02436	0.01349	0.03785
	K260 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
c1	K260 Sağ uç	0.01077	0.06527	0.01349	0.07876
	K261 Sol uç	0.00443	0.02685	0.01349	0.04034
	K261 Sağ uç	0.00187	0.01133	0.01349	0.02482
	K262 Sol uç	0.00322	0.01952	0.01349	0.03301
	K262 Sağ uç	0.00639	0.03873	0.01349	0.05222
	K263 Sol uç	0.00848	0.05139	0.01349	0.06488
	K263 Sağ uç	0.00107	0.00648	0.01349	0.01997
ck2	K264 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K264 Sağ uç	0.01411	0.08552	0.01349	0.09901
c5	K267 Sol uç	0.00646	0.02584	0.00890	0.03474
	K267 Sağ uç	0.00752	0.03008	0.00890	0.03898
	K268 Sol uç	0.01241	0.02482	0.00445	0.02927
	K268 Sağ uç	0.01389	0.02778	0.00445	0.03223
	K269 Sol uç	0.00959	0.01918	0.00445	0.02363
	K269 Sağ uç	0.01062	0.02124	0.00445	0.02569
	K270 Sol uç	0.00987	0.01974	0.00445	0.02419
d2	K270 Sağ uç	0.01257	0.02514	0.00445	0.02959
	K271 Sol uç	0.01660	0.03320	0.00445	0.03765
	K271 Sağ uç	0.01257	0.02514	0.00445	0.02959
	K272 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
EF	K272 Sağ uç	0.00418	0.02533	0.01349	0.03882
	K273 Sol uç	0.00320	0.01939	0.01349	0.03288
	K273 Sağ uç	0.00461	0.02794	0.01349	0.04143
	K274 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K274 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
f1	K275 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K275 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K276 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K276 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K277 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K277 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K278 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
h1	K278 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K280 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K280 Sağ uç	0.00324	0.01964	0.01349	0.03313
	K281 Sol uç	0.00328	0.01988	0.01349	0.03337
	K281 Sağ uç	0.00344	0.02085	0.01349	0.03434
h1	K282 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K282 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349
	K283 Sol uç	0.01519	0.09206	0.01349	0.10555
	K283 Sağ uç	0.01625	0.09848	0.01349	0.11197
	K284 Sol uç	0.01536	0.09309	0.01349	0.10658
	K284 Sağ uç	0.01555	0.09424	0.01349	0.10773
	K285 Sol uç	0.01658	0.10048	0.01349	0.11397
h1	K285 Sağ uç	0.01713	0.10382	0.01349	0.11731
	K286 Sol uç	0.01719	0.10418	0.01349	0.11767
	K286 Sağ uç	0.01785	0.10818	0.01349	0.12167

Kirişlerde toplam eğrilik istemi için ilgili kesitte, verilen beton ve donatı çeliği modelleri kullanılarak eğilme momenti-eğrilik diyagramları çizilir. Betonun birim kısalma ve donatı çeliğinin birim uzama istemleri hesaplanır. Bu istem değerleri kesit düzeyinde çeşitli hasar sınırları için tanımlanan birim şekildeğiştirme sınırları ile karşılaştırılarak kesitlerin hasar sınırları tespit edilir, (Çizelge 4.52, Çizelge 4.53).

Çizelge 4.52: Zemin kat X doğrultusu kirişlerinin deprem performans seviyeleri

Aks No	Kiriş no ve ucu	θ_p	ϕ_p	ϕ_y	ϕ_t	ϵ_{cu}	Perf.	ϵ_{su}	Perf.
1a	K251 Sol uç	0.00750	0.04545	0.01349	0.05894	0.00360	MHB	0.01388	BHB
	K251 Sağ uç	0.00045	0.00273	0.01349	0.01622	0.00158	MHB	0.00360	MHB
	K252 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00144	MHB	0.00293	MHB
	K252 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00144	MHB	0.00312	MHB
	K253 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00144	MHB	0.00312	MHB
2a	K253 Sağ uç	0.00775	0.04697	0.01349	0.06046	0.00375	MHB	0.01464	BHB
	K250 Sol uç	0.00790	0.04788	0.01349	0.06137	0.00378	MHB	0.01473	BHB
	K250 Sağ uç	0.00559	0.03388	0.01349	0.04737	0.00303	MHB	0.01104	BHB
	K254 Sol uç	0.00708	0.04291	0.01349	0.05640	0.00348	MHB	0.01317	BHB
	K254 Sağ uç	0.00681	0.04127	0.01349	0.05476	0.00345	MHB	0.01313	BHB
2k1	K245 Sol uç	0.00735	0.04455	0.01349	0.05804	0.00361	MHB	0.01378	BHB
	K245 Sağ uç	0.00316	0.01915	0.01349	0.03264	0.00231	MHB	0.00728	MHB
	K246 Sol uç	0.00480	0.02909	0.01349	0.04258	0.00269	MHB	0.00993	MHB
	K246 Sağ uç	0.00207	0.01255	0.01349	0.02604	0.00194	MHB	0.00591	MHB
	K247 Sol uç	0.00196	0.01188	0.01349	0.02537	0.00191	MHB	0.00584	MHB
	K247 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00134	MHB	0.00285	MHB
	K248 Sol uç	0.00100	0.00606	0.01349	0.01955	0.00164	MHB	0.00433	MHB
	K248 Sağ uç	0.00661	0.04006	0.01349	0.05355	0.00329	MHB	0.01299	BHB
2k2	K249 Sol uç	0.00141	0.00855	0.01349	0.02204	0.00188	MHB	0.00503	MHB
	K249 Sağ uç	0.00815	0.04939	0.01349	0.06288	0.00389	MHB	0.01527	BHB
	K242 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00102	MHB	0.00338	MHB
	K242 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00102	MHB	0.00338	MHB
	K243 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00102	MHB	0.00338	MHB
2f	K243 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00102	MHB	0.00338	MHB
	K238 Sol uç	0.00000	0.00000	0.00445	0.00445	0.00072	MHB	0.00341	MHB
	K238 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.00445	0.00445	0.00075	MHB	0.00368	MHB
	K239 Sol uç	0.00759	0.01518	0.00445	0.01963	0.00163	MHB	0.01701	BHB
	K239 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.00445	0.00445	0.00075	MHB	0.00368	MHB
4a	K240 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00144	MHB	0.00294	MHB
	K240 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00144	MHB	0.00294	MHB
	K235 Sol uç	0.01582	0.09588	0.01349	0.10937	0.00800	BHB	0.02465	BHB
	K235 Sağ uç	0.01018	0.06170	0.01349	0.07519	0.00462	BHB	0.01825	BHB
	K236 Sol uç	0.00351	0.02127	0.01349	0.03476	0.00245	MHB	0.00798	MHB
4b	K236 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00144	MHB	0.00294	MHB
	K237 Sol uç	0.00889	0.05388	0.01349	0.06737	0.00404	BHB	0.01606	BHB
	K237 Sağ uç	0.01000	0.06061	0.01349	0.07410	0.00447	BHB	0.01745	BHB
	K230 Sol uç	0.00000	0.00000	0.00890	0.00890	0.00090	MHB	0.00297	MHB
	K230 Sağ uç	0.00373	0.01492	0.00890	0.02382	0.00166	MHB	0.00988	MHB
7	K231 Sol uç	0.00772	0.03088	0.00890	0.03978	0.00230	MHB	0.01603	BHB
	K231 Sağ uç	0.00214	0.00856	0.00890	0.01746	0.00135	MHB	0.00683	MHB
	K232 Sol uç	0.00289	0.01752	0.01349	0.03101	0.00231	MHB	0.00727	MHB
	K232 Sağ uç	0.00081	0.00491	0.01349	0.01840	0.00159	MHB	0.00361	MHB
	K233 Sol uç	0.00097	0.00588	0.01349	0.01937	0.00167	MHB	0.00413	MHB
	K233 Sağ uç	0.00854	0.05176	0.01349	0.06525	0.00399	MHB	0.01581	BHB
	K234 Sol uç	0.00470	0.01880	0.00890	0.02770	0.00179	MHB	0.01115	BHB
	K234 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.00890	0.00890	0.00090	MHB	0.00297	MHB
7	K227 Sol uç	0.01585	0.09606	0.01349	0.10955	0.00800	BHB	0.02478	BHB
	K227 Sağ uç	0.01362	0.08255	0.01349	0.09604	0.00700	MHB	0.02195	BHB
	K228 Sol uç	0.00879	0.05327	0.01349	0.06676	0.00402	BHB	0.01596	BHB
	K228 Sağ uç	0.00979	0.05933	0.01349	0.07282	0.00436	BHB	0.01721	BHB

Çizelge 4.53: Zemin kat Y doğrultusu kirişlerinin deprem performans seviyeleri

Aks No	Kiriş no ve ucu	θ_p	ϕ_p	ϕ_y	ϕ_t	ε_{cu}	Perf.	ε_{su}	Perf.
b1	K257 Sol uç	0.00321	0.01945	0.01349	0.03294	0.00231	MHB	0.00728	MHB
	K257 Sağ uç	0.00237	0.01436	0.01349	0.02785	0.00216	MHB	0.00651	MHB
	K258 Sol uç	0.00415	0.02515	0.01349	0.03864	0.00257	MHB	0.00863	MHB
	K258 Sağ uç	0.00478	0.02897	0.01349	0.04246	0.00287	MHB	0.01010	BHB
	K259 Sol uç	0.00668	0.04048	0.01349	0.05397	0.00332	MHB	0.01239	BHB
	K259 Sağ uç	0.00402	0.02436	0.01349	0.03785	0.00260	MHB	0.00871	MHB
	K260 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00142	MHB	0.00276	MHB
c1	K260 Sağ uç	0.01077	0.06527	0.01349	0.07876	0.00500	BHB	0.01875	BHB
	K261 Sol uç	0.00443	0.02685	0.01349	0.04034	0.00264	MHB	0.00923	MHB
	K261 Sağ uç	0.00187	0.01133	0.01349	0.02482	0.00190	MHB	0.00536	MHB
	K262 Sol uç	0.00322	0.01952	0.01349	0.03301	0.00234	MHB	0.00763	MHB
	K262 Sağ uç	0.00639	0.03873	0.01349	0.05222	0.00322	MHB	0.01216	BHB
	K263 Sol uç	0.00848	0.05139	0.01349	0.06488	0.00381	MHB	0.01520	BHB
	K263 Sağ uç	0.00107	0.00648	0.01349	0.01997	0.00168	MHB	0.00421	MHB
ck2	K264 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00135	MHB	0.00265	MHB
	K264 Sağ uç	0.01411	0.08552	0.01349	0.09901	0.00674	BHB	0.02330	BHB
	K267 Sol uç	0.00646	0.02584	0.00890	0.03474	0.00211	MHB	0.01399	BHB
	K267 Sağ uç	0.00752	0.03008	0.00890	0.03898	0.00230	MHB	0.01603	BHB
	K268 Sol uç	0.01241	0.02482	0.00445	0.02927	0.00214	MHB	0.02691	BHB
	K268 Sağ uç	0.01389	0.02778	0.00445	0.03223	0.00234	MHB	0.03050	BHB
	K269 Sol uç	0.00959	0.01918	0.00445	0.02363	0.00183	MHB	0.02137	BHB
c5	K269 Sağ uç	0.01062	0.02124	0.00445	0.02569	0.00193	MHB	0.02323	BHB
	K270 Sol uç	0.00987	0.01974	0.00445	0.02419	0.00188	MHB	0.02242	BHB
	K270 Sağ uç	0.01257	0.02514	0.00445	0.02959	0.00214	MHB	0.02691	BHB
	K271 Sol uç	0.01660	0.03320	0.00445	0.03765	0.00254	MHB	0.03397	BHB
	K271 Sağ uç	0.01257	0.02514	0.00445	0.02959	0.00214	MHB	0.02691	BHB
	K272 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00141	MHB	0.00271	MHB
	K272 Sağ uç	0.00418	0.02533	0.01349	0.03882	0.00260	MHB	0.00871	MHB
d2	K273 Sol uç	0.00320	0.01939	0.01349	0.03288	0.00175	MHB	0.00825	MHB
	K273 Sağ uç	0.00461	0.02794	0.01349	0.04143	0.00204	MHB	0.01032	BHB
	K274 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00141	MHB	0.00271	MHB
	K274 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00141	MHB	0.00271	MHB
	K275 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00141	MHB	0.00271	MHB
EF	K275 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00141	MHB	0.00271	MHB
	K276 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00141	MHB	0.00271	MHB
	K276 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00141	MHB	0.00271	MHB
	K277 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00141	MHB	0.00271	MHB
	K277 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00141	MHB	0.00271	MHB
	K278 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00141	MHB	0.00271	MHB
	K278 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00141	MHB	0.00271	MHB
f1	K280 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00141	MHB	0.00271	MHB
	K280 Sağ uç	0.00324	0.01964	0.01349	0.03313	0.00245	MHB	0.00798	MHB
	K281 Sol uç	0.00328	0.01988	0.01349	0.03337	0.00175	MHB	0.00825	MHB
	K281 Sağ uç	0.00344	0.02085	0.01349	0.03434	0.00178	MHB	0.00843	MHB
	K282 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00141	MHB	0.00271	MHB
	K282 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00141	MHB	0.00271	MHB
h1	K283 Sol uç	0.01519	0.09206	0.01349	0.10555	0.00776	BHB	0.02215	BHB
	K283 Sağ uç	0.01625	0.09848	0.01349	0.11197	0.00822	BHB	0.02553	BHB
	K284 Sol uç	0.01536	0.09309	0.01349	0.10658	0.00779	BHB	0.02420	BHB
	K284 Sağ uç	0.01555	0.09424	0.01349	0.10773	0.00783	BHB	0.02441	BHB
	K285 Sol uç	0.01658	0.10048	0.01349	0.11397	0.00837	BHB	0.02576	BHB
	K285 Sağ uç	0.01713	0.10382	0.01349	0.11731	0.00863	BHB	0.02659	BHB
	K286 Sol uç	0.01719	0.10418	0.01349	0.11767	0.00865	BHB	0.02662	BHB
	K286 Sağ uç	0.01785	0.10818	0.01349	0.12167	0.00894	BHB	0.02749	BHB

Düşey taşıyıcı elemanlarda toplam eğrilik istemi için ilgili kesitte, verilen beton ve donatı çeliği modelleri kullanılarak eğilme momenti-eğrilik diyagramları çizilir. Betonun birim kısalma ve donatı çeliğinin birim uzama istemleri hesaplanır. Bu istem değerleri kesit düzeyinde çeşitli hasar sınırları için tanımlanan birim şekildeğiştirme sınırları ile karşılaştırılarak kesitlerin hasar sınırları tespit edilir, (Çizelge 4.54, Çizelge 4.55)..

Çizelge 4.54: Zemin kat X doğrultusu düşey elemanları için toplam eğrilik istemi değerlerinin elde edilmesi

Aks No	Perde Kolon No ve ucu	N	θ_p	ϕ_p	ϕ_y	ϕ_t
1a-2a-2k1	P230 Alt uç	637.15	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
	P231 Alt uç	944.13	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
	P232 Alt uç	1661.38	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
	P233 Alt uç	1262.26	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
	P234 Alt uç	900.05	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
	P235 Alt uç	648.02	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
2f	P229 Alt uç	1260.56	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
4a	P224 Alt uç	791.28	0.00866	0.00825	0.00212	0.01037
	S225 Üst uç	1186.73	0.00000	0.00000	0.00371	0.00371
	S225 Alt uç	1213.73	0.00535	0.00892	0.00371	0.01263
	S226 Üst uç	1013.81	0.00000	0.00000	0.00371	0.00371
	S226 Alt uç	1040.81	0.00563	0.00938	0.00371	0.01309
	P227 Alt uç	803.32	0.00852	0.00811	0.00212	0.01023
4b	S221 Üst uç	737.43	0.00000	0.00000	0.00400	0.00400
	S221 Alt uç	758.84	0.00389	0.00819	0.00400	0.01219
	S222 Üst uç	509.34	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
	S222 Alt uç	522.84	0.00346	0.02307	0.01484	0.03791
	S223 Üst uç	670.54	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
	S223 Alt uç	688.54	0.00158	0.01053	0.01484	0.02537
7	P216 Alt uç	413.73	0.00877	0.00835	0.00212	0.01047
	S217 Üst uç	393.18	0.00000	0.00000	0.00371	0.00371
	S217 Alt uç	420.18	0.00600	0.01000	0.00371	0.01371
	P218 Alt uç	851.96	0.00000	0.00000	0.01780	0.01780
	S219 Üst uç	664.57	0.00000	0.00000	0.00371	0.00371
	S219 Alt uç	691.57	0.00615	0.01025	0.00371	0.01396
	P220 Alt uç	426.11	0.00864	0.00823	0.00212	0.01035

Çizelge 4.55: Zemin kat Y doğrultusu düşey elemanları için toplam eğrilik istemi değerlerinin elde edilmesi

Aks No	Perde-Kolon No ve ucu	N	θ_p	ϕ_p	ϕ_y	ϕ_t
b1	P230 Alt uç	637.15	0.00536	0.00510	0.00212	0.00722
	P224 Alt uç	791.28	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
	P216 Alt uç	413.73	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
	P209 Alt uç	796.51	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
	P201 Alt uç	608.68	0.00535	0.00510	0.00212	0.00722
c1	P231 Alt uç	944.13	0.00594	0.00566	0.00212	0.00778
	S225 Üst uç	1186.73	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
	S225 Alt uç	1213.73	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
	S217 Üst uç	393.18	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
	S217 Alt uç	420.18	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
	S210 Üst uç	1194.11	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
	S210 Alt uç	1221.11	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
	P202 Alt uç	953.34	0.00591	0.00563	0.00212	0.00775
c5	P232 Alt uç	1661.38	0.00646	0.00615	0.00212	0.00827
	S221 Üst uç	737.43	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
	S221 Alt uç	758.84	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
	S213 Üst uç	745.92	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
	S213 Alt uç	767.29	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484
	P203 Alt uç	1639.54	0.00652	0.00621	0.00212	0.00833
d2	S222 Üst uç	509.34	0.00000	0.00000	0.00742	0.00742
	S222 Alt uç	522.84	0.00512	0.01707	0.00742	0.02449
	S214 Üst uç	502.96	0.00000	0.00000	0.00742	0.00742
	S214 Alt uç	516.46	0.00442	0.01473	0.00742	0.02215
f1	S223 Üst uç	670.54	0.00000	0.00000	0.00557	0.00557
	S223 Alt uç	693.600	0.00672	0.01680	0.00557	0.02237
	S215 Üst uç	658.38	0.00000	0.00000	0.00557	0.00557
	S215 Alt uç	674.38	0.00543	0.01358	0.00557	0.01915
h1	P233 Alt uç	1262.26	0.00762	0.00726	0.00212	0.00938
	P229 Alt uç	1260.56	0.00761	0.00725	0.00212	0.00937
	P218 Alt uç	851.96	0.02494	0.01609	0.00143	0.01752
	P208 Alt uç	1321.8	0.00755	0.00719	0.00212	0.00931
	P204 Alt uç	1226.61	0.00757	0.00721	0.00212	0.00933

Kolonlar için hesapta, her farklı kolon kesiti için beton ve donatı çeliği modelleri kullanılarak eğilme momenti-eğrilik ilişkisi elde edilir ve performans düzeylerine göre izin verilen şekildeğiştirme sınırları tanımlanarak, ilgili kesitin bu sınırlara karşılık gelen performans noktası belirlenir, (Çizelge 4.56, Çizelge 4.57).

Çizelge 4.56: Zemin kat X doğrultusu düşey eleman deprem performans seviyeleri

Aks No	Perde-Kolon No ve ucu	N	θ_p	ϕ_p	ϕ_y	ϕ_t	ϵ_{cu}	Perf.	ϵ_{su}	Perf.
1a-2a-2k1	P230 Alt uç	637.15	0.0000	0.0000	0.0148	0.0148	0.00113	MHB	0.00284	MHB
	P231 Alt uç	944.13	0.0000	0.0000	0.0148	0.0148	0.00126	MHB	0.00280	MHB
	P232 Alt uç	1661.38	0.0000	0.0000	0.0148	0.0148	0.00151	MHB	0.00243	MHB
	P233 Alt uç	1262.26	0.0000	0.0000	0.0148	0.0148	0.00136	MHB	0.00267	MHB
	P234 Alt uç	900.05	0.0000	0.0000	0.0148	0.0148	0.00126	MHB	0.00280	MHB
	P235 Alt uç	648.02	0.0000	0.0000	0.0148	0.0148	0.00113	MHB	0.00284	MHB
2f	P229 Alt uç	1260.56	0.0000	0.0000	0.0148	0.0148	0.00136	MHB	0.00267	MHB
4a	P224 Alt uç	791.28	0.0087	0.0083	0.0021	0.0104	0.00263	MHB	0.01905	BHB
	S225 Üst uç	1186.73	0.0000	0.0000	0.0037	0.0037	0.00167	MHB	0.00283	MHB
	S225 Alt uç	1213.73	0.0054	0.0089	0.0037	0.0126	0.00444	BHB	0.01037	BHB
	S226 Üst uç	1013.81	0.0000	0.0000	0.0037	0.0037	0.00155	MHB	0.00298	MHB
	S226 Alt uç	1040.81	0.0056	0.0094	0.0037	0.0131	0.00386	MHB	0.01163	BHB
	P227 Alt uç	803.32	0.0085	0.0081	0.0021	0.0102	0.00260	MHB	0.01865	BHB
4b	S221 Üst uç	737.43	0.0000	0.0000	0.0040	0.0040	0.00132	MHB	0.00230	MHB
	S221 Alt uç	758.84	0.0039	0.0082	0.0040	0.0122	0.00281	MHB	0.00846	MHB
	S222 Üst uç	509.34	0.0000	0.0000	0.0148	0.0148	0.00168	MHB	0.00246	MHB
	S222 Alt uç	522.84	0.0035	0.0231	0.0148	0.0379	0.00329	MHB	0.00703	MHB
	S223 Üst uç	670.54	0.0000	0.0000	0.0148	0.0148	0.00162	MHB	0.00239	MHB
	S223 Alt uç	688.54	0.0016	0.0105	0.0148	0.0254	0.00253	MHB	0.00530	MHB
7	P216 Alt uç	413.73	0.0088	0.0084	0.0021	0.0105	0.00192	MHB	0.01973	BHB
	S217 Üst uç	393.18	0.0000	0.0000	0.0037	0.0037	0.00111	MHB	0.00304	MHB
	S217 Alt uç	420.18	0.0060	0.0100	0.0037	0.0137	0.00231	MHB	0.01391	BHB
	P218 Alt uç	851.96	0.0000	0.0000	0.0178	0.0178	0.00120	MHB	0.00274	MHB
	S219 Üst uç	664.57	0.0000	0.0000	0.0037	0.0037	0.00132	MHB	0.00324	MHB
	S219 Alt uç	691.57	0.0062	0.0103	0.0037	0.0140	0.00304	MHB	0.01320	BHB
	P220 Alt uç	426.11	0.0086	0.0082	0.0021	0.0104	0.00190	MHB	0.01950	BHB

Çizelge 4.57: Zemin kat Y doğrultusu düşey eleman deprem performans seviyeleri

Aks No	Perde-Kolon No ve ucu	N	θ_p	ϕ_p	ϕ_y	ϕ_t	ε_{cu}	Perf.	ε_{su}	Perf.
b1	P230 Alt uç	637.15	0.0054	0.0051	0.0021	0.0072	0.0018	MHB	0.01343	BHB
	P224 Alt uç	791.28	0.0000	0.0000	0.0148	0.0148	0.00123	MHB	0.00289	MHB
	P216 Alt uç	413.73	0.0000	0.0000	0.0148	0.0148	0.00104	MHB	0.00295	MHB
	P209 Alt uç	796.51	0.0000	0.0000	0.0148	0.0148	0.00123	MHB	0.00289	MHB
	P201 Alt uç	608.68	0.0054	0.0051	0.0021	0.0072	0.0018	MHB	0.01343	BHB
c1	P231 Alt uç	944.13	0.0059	0.0057	0.0021	0.0078	0.00232	MHB	0.01353	BHB
	S225 Üst uç	1186.73	0.0000	0.0000	0.0148	0.0148	0.00171	MHB	0.00229	MHB
	S225 Alt uç	1213.73	0.0000	0.0000	0.0148	0.0148	0.00178	MHB	0.0024	MHB
	S217 Üst uç	393.18	0.0000	0.0000	0.0148	0.0148	0.00131	MHB	0.00278	MHB
	S217 Alt uç	420.18	0.0000	0.0000	0.0148	0.0148	0.00132	MHB	0.00285	MHB
	S210 Üst uç	1194.11	0.0000	0.0000	0.0148	0.0148	0.00173	MHB	0.00237	MHB
	S210 Alt uç	1221.11	0.0000	0.0000	0.0148	0.0148	0.00179	MHB	0.00244	MHB
	P202 Alt uç	953.34	0.0059	0.0056	0.0021	0.0078	0.00232	MHB	0.01353	BHB
c5	P232 Alt uç	1661.38	0.0065	0.0062	0.0021	0.0083	0.00361	MHB	0.01333	BHB
	S221 Üst uç	737.43	0.0000	0.0000	0.0148	0.0148	0.00161	MHB	0.00238	MHB
	S221 Alt uç	758.84	0.0000	0.0000	0.0148	0.0148	0.00165	MHB	0.00248	MHB
	S213 Üst uç	745.92	0.0000	0.0000	0.0148	0.0148	0.00161	MHB	0.00241	MHB
	S213 Alt uç	767.29	0.0000	0.0000	0.0148	0.0148	0.00166	MHB	0.00252	MHB
	P203 Alt uç	1639.54	0.0065	0.0062	0.0021	0.0083	0.00359	MHB	0.01324	BHB
d2	S222 Üst uç	509.34	0.0000	0.0000	0.0074	0.0074	0.00161	MHB	0.00264	MHB
	S222 Alt uç	522.84	0.0051	0.0171	0.0074	0.0245	0.00402	BHB	0.00101	BHB
	S214 Üst uç	502.96	0.0000	0.0000	0.0074	0.0074	0.00161	MHB	0.00266	MHB
	S214 Alt uç	516.46	0.0044	0.0147	0.0074	0.0222	0.0036	MHB	0.00898	MHB
f1	S223 Üst uç	670.54	0.0000	0.0000	0.0056	0.0056	0.00158	MHB	0.00264	MHB
	S223 Alt uç	693.600	0.0067	0.0168	0.0056	0.0224	0.00551	BHB	0.001173	BHB
	S215 Üst uç	658.38	0.0000	0.0000	0.0056	0.0056	0.00159	MHB	0.00269	MHB
	S215 Alt uç	674.38	0.0054	0.0136	0.0056	0.0192	0.0046	BHB	0.01004	BHB
h1	P233 Alt uç	1262.26	0.0076	0.0073	0.0021	0.0094	0.00325	MHB	0.01601	BHB
	P229 Alt uç	1260.56	0.0076	0.0073	0.0021	0.0094	0.00325	MHB	0.01601	BHB
	P218 Alt uç	851.96	0.0249	0.0161	0.0014	0.0175	0.00628	BHB	0.04764	İHB
	P208 Alt uç	1321.8	0.0076	0.0072	0.0021	0.0093	0.00338	MHB	0.01594	BHB
	P204 Alt uç	1226.61	0.0076	0.0072	0.0021	0.0093	0.00321	MHB	0.01579	BHB

Çizelge 4.52, Çizelge 4.53, Çizelge 4.56 ve Çizelge 4.57’deki kesit hasar sınırları değerlerine bakılarak, binanın performansının doğrusal elastik olmayan hesap yöntemine göre “Can Güvenliği” durumunda olduğu tespit edilmiştir.

4.5 Mevcut Binanın Malzeme Kalitesi Düşük Halinin Analizi

Binanın malzeme kalitesi düşük halinin doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan hesap yöntemlerine göre performansının belirlenmesinde, yapının eski yıllarda yapılmış bir bina olduğu varsayılarak betonun kalite sınıfı C12, donatı çeliğinin kalite sınıfı S220 olarak alınmıştır ve taşıyıcı elemanların donatı düzeni sargısız olarak kabul edilmiştir. ETABS programına malzeme özellikleri bu şekilde girilip hesap adımları için yapılan diğer kabuller mevcut binanın özellikleriyle aynı alınmıştır

4.5.1 Bina performansının doğrusal elastik hesap yöntemi ile belirlenmesi

Bina performansının doğrusal elastik hesap yöntemlerine göre belirlenmesinde, binanın mevcut halinin çözümlenmesinde sunulan hesap adımlarının aynıları izlenerek, ele aldığımız malzeme dayanım değerlerine uygun olarak hesaplar yapılmıştır. Çözümlemede kiriş, kolon ve perdelerin donatı alanları değiştirilmemiştir ve mevcut binanın analizindeki değerlerle aynı alınmıştır, (Çizelge 4.2, Çizelge 4.3, Çizelge 4.6, Çizelge 4.7). Katlara etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin programa girilmesiyle oluşturulan x ve y doğrultusundaki deprem kuvvetlerinin etkisiyle elde edilen kiriş, kolon ve kesit moment değerleri ve bu moment değerlerinin kesit artık moment kapasitesine bölünmesiyle elde edilen etki/kapasite oranları hesaplanmıştır. Kirişler için hesaplanan etki/kapasite oranları yönetmeliğin öngördüğü ilgili sınır değerler ile karşılaştırılarak elemanların kesit hasar bölgeleri belirlenmiştir. Sınırların ara değerleri için doğrusal enterpolasyon yapılmıştır, (Çizelge 4.58 ve Çizelge 4.59)

Çizelge 4.58: Zemin kat X doğrultusu kiriş kesit hasar bölgeleri

Aks No	Kiriş no ve ucu	$(\rho-\rho')/\rho_b$	Sargılama	V/b_wdf_{ctk}	$r_{üst}$	Hasar bölgesi	r_{alt}	Hasar bölgesi
1a	K251 Sol uç	0.072	var	-0.47	1.96	MHB	1.53	MHB
	K251 Sağ uç	0.216	var	0.58	0.97	MHB	0.55	MHB
	K252 Sol uç	0.216	var	-0.67	1.12	MHB	0.26	MHB
	K252 Sağ uç	0.216	var	0.67	1.12	MHB	0.26	MHB
	K253 Sol uç	0.216	var	-0.58	0.97	MHB	0.55	MHB
2a	K253 Sağ uç	0.072	var	0.47	1.97	MHB	1.52	MHB
	K250 Sol uç	0.034	var	-0.30	2.29	BHB	1.97	MHB
	K250 Sağ uç	0.034	var	0.35	5.60	GB	1.95	MHB
	K254 Sol uç	0.034	var	-0.35	5.55	GB	1.95	MHB
2k1	K254 Sağ uç	0.034	var	0.30	2.31	BHB	1.96	MHB
	K245 Sol uç	0.119	var	-0.68	4.23	İHB	1.67	MHB
	K245 Sağ uç	0.230	var	0.65	0.86	MHB	0.82	MHB
	K246 Sol uç	0.153	var	-0.58	0.85	MHB	0.72	MHB
	K246 Sağ uç	0.190	var	0.72	1.81	MHB	0.36	MHB
	K247 Sol uç	0.190	var	-0.76	6.77	GB	0.06	MHB
	K247 Sağ uç	0.190	var	0.76	6.65	GB	0.06	MHB
	K248 Sol uç	0.190	var	-0.72	1.82	MHB	0.36	MHB
	K248 Sağ uç	0.153	var	0.58	0.85	MHB	0.72	MHB
2k2	K249 Sol uç	0.230	var	-0.65	0.85	MHB	0.82	MHB
	K249 Sağ uç	0.119	var	0.68	4.26	İHB	1.67	MHB
	K241 Sol uç	0.040	var	1.64	0.15	MHB	0.17	MHB
	K241 Sağ uç	0.040	var	1.66	0.32	MHB	0.20	MHB
	K242 Sol uç	0.040	var	-0.49	2.69	BHB	0.70	MHB
	K242 Sağ uç	0.040	var	0.46	0.84	MHB	0.44	MHB
	K243 Sol uç	0.040	var	-0.46	0.78	MHB	0.42	MHB
	K243 Sağ uç	0.040	var	0.50	2.66	BHB	0.70	MHB
2f	K244 Sol uç	0.040	var	-1.66	0.32	MHB	0.20	MHB
	K244 Sağ uç	0.040	var	-1.64	0.15	MHB	0.17	MHB
	K238 Sol uç	0.065	var	-0.57	0.64	MHB	0.53	MHB
	K238 Sağ uç	0.223	var	0.84	2.28	BHB	0.21	MHB
	K239 Sol uç	0.149	var	-0.60	-3.39	BHB	0.23	MHB
	K239 Sağ uç	0.149	var	0.61	10.03	GB	0.22	MHB
4a	K240 Sol uç	0.223	var	-0.79	0.77	MHB	0.18	MHB
	K240 Sağ uç	0.065	var	0.57	0.80	MHB	0.72	MHB
	K235 Sol uç	0.011	var	0.32	0.82	MHB	0.72	MHB
	K235 Sağ uç	-0.043	var	0.20	3.03	BHB	1.69	MHB
	K236 Sol uç	-0.043	var	1.57	2.36	BHB	1.10	MHB
	K236 Sağ uç	0.065	var	0.32	1.32	MHB	1.37	MHB
4b	K237 Sol uç	0.011	var	0.16	1.15	MHB	0.89	MHB
	K237 Sağ uç	0.011	var	-0.27	0.82	MHB	0.72	MHB
	K230 Sol uç	-0.030	var	0.34	2.56	BHB	3.14	BHB
	K230 Sağ uç	0.027	var	0.40	6.05	GB	5.00	İHB
	K231 Sol uç	0.027	var	-0.51	6.05	GB	5.00	İHB
	K231 Sağ uç	-0.133	var	0.53	5.31	İHB	3.56	BHB
	K232 Sol uç	-0.126	var	0.62	2.74	BHB	1.35	MHB
	K232 Sağ uç	0.011	var	0.67	6.12	GB	1.62	MHB
	K233 Sol uç	0.011	var	-0.80	-0.53	MHB	0.11	MHB
7	K233 Sağ uç	0.062	var	-0.76	0.08	MHB	-0.50	MHB
	K234 Sol uç	0.084	var	-0.18	-17.86	GB	0.30	MHB
	K234 Sağ uç	0.027	var	0.35	3.99	BHB	1.91	MHB
	K227 Sol uç	0.011	var	0.54	0.48	MHB	0.32	MHB
7	K227 Sağ uç	0.011	var	0.21	2.11	MHB	1.99	MHB
	K228 Sol uç	0.011	var	-0.21	1.84	MHB	1.19	MHB
	K228 Sağ uç	0.011	var	-0.54	0.49	MHB	0.31	MHB

Çizelge 4.59: Zemin kat Y doğrultusu kiriş kesit hasar bölgeleri

Aks No	Kiriş no ve ucu	$(p-p')/p_b$	Sargılama	$V/b_w d f_{ctk}$	r_{ist}	Hasar bölgesi	r_{alt}	Hasar bölgesi
A	K255 Sol uç	-0.046	var	-0.38	0.11	MHB	0.02	MHB
	K255 Sağ uç	0.040	var	0.46	0.75	MHB	0.31	MHB
	K256 Sol uç	0.040	var	-0.43	0.70	MHB	0.31	MHB
	K256 Sağ uç	-0.046	var	0.34	0.13	MHB	0.03	MHB
b1	K257 Sol uç	0.090	var	-0.59	0.00	MHB	0.00	MHB
	K257 Sağ uç	0.140	var	0.68	2.29	MHB	0.27	MHB
	K258 Sol uç	0.140	var	-0.76	1.01	MHB	0.39	MHB
	K258 Sağ uç	0.146	var	0.61	0.73	MHB	0.99	MHB
	K259 Sol uç	0.146	var	-0.54	0.73	MHB	1.00	MHB
	K259 Sağ uç	0.036	var	0.70	2.42	MHB	0.40	MHB
	K260 Sol uç	0.036	var	-0.66	-3.36	BHB	0.25	MHB
	K260 Sağ uç	0.090	var	0.46	0.01	MHB	0.01	MHB
c1	K261 Sol uç	0.104	var	-0.47	3.33	BHB	0.73	MHB
	K261 Sağ uç	0.213	var	0.84	5.97	GB	0.23	MHB
	K262 Sol uç	0.213	var	-0.79	0.71	MHB	0.33	MHB
	K262 Sağ uç	0.124	var	0.61	0.74	MHB	0.98	MHB
	K263 Sol uç	0.124	var	-0.61	0.74	MHB	0.98	MHB
	K263 Sağ uç	0.213	var	0.79	0.72	MHB	0.32	MHB
	K264 Sol uç	0.213	var	-0.83	7.89	GB	0.22	MHB
	K264 Sağ uç	0.104	var	0.42	1.37	MHB	0.94	MHB
ck	K265 Sol uç	-0.030	var	-0.31	2.97	BHB	1.11	MHB
	K265 Sağ uç	-0.030	var	0.33	2.54	BHB	0.79	MHB
	K266 Sol uç	-0.030	var	-0.33	2.54	BHB	0.79	MHB
	K266 Sağ uç	-0.013	var	0.31	2.39	MHB	1.13	MHB
ck2	K267 Sol uç	-0.030	var	-0.26	2.64	BHB	1.52	MHB
	K267 Sağ uç	-0.030	var	0.26	2.61	BHB	1.53	MHB
c5	K268 Sol uç	0.011	var	0.29	0.05	MHB	0.03	MHB
	K268 Sağ uç	0.011	var	-1.66	0.38	MHB	0.93	MHB
	K269 Sol uç	0.011	var	-0.36	0.57	MHB	2.28	MHB
	K269 Sağ uç	0.027	var	0.54	4.72	İHB	0.75	MHB
	K270 Sol uç	0.011	var	-0.52	5.15	İHB	0.79	MHB
	K270 Sağ uç	0.011	var	0.39	0.86	MHB	1.47	MHB
	K271 Sol uç	0.011	var	1.73	-5.23	GB	0.55	MHB
	K271 Sağ uç	0.011	var	-0.34	0.08	MHB	0.04	MHB
d2	K272 Sol uç	0.011	var	0.41	-1.54	MHB	0.10	MHB
	K272 Sağ uç	0.036	var	0.86	2.73	BHB	0.58	MHB
	K273 Sol uç	0.058	var	-0.79	1.36	MHB	1.02	MHB
	K273 Sağ uç	-0.002	var	0.79	1.60	MHB	1.02	MHB
	K274 Sol uç	-0.001	var	-0.81	3.41	BHB	0.60	MHB
	K274 Sağ uç	0.011	var	-0.34	9.35	GB	0.14	MHB
EF	K275 Sol uç	-0.046	var	-0.68	0.77	MHB	0.16	MHB
	K275 Sağ uç	0.040	var	-0.64	0.40	MHB	0.68	MHB
	K276 Sol uç	0.040	var	-0.25	0.29	MHB	0.86	MHB
	K276 Sağ uç	0.040	var	0.30	0.09	MHB	0.11	MHB
	K277 Sol uç	0.040	var	-0.31	0.11	MHB	0.10	MHB
	K277 Sağ uç	0.040	var	0.22	0.23	MHB	1.09	MHB
	K278 Sol uç	0.040	var	0.63	0.42	MHB	0.73	MHB
	K278 Sağ uç	-0.046	var	0.68	0.77	MHB	0.17	MHB
f1	K280 Sol uç	0.011	var	0.40	-3.65	BHB	0.11	MHB
	K280 Sağ uç	0.069	var	0.82	-4.62	İHB	0.35	MHB
	K281 Sol uç	0.111	var	-0.81	1.37	MHB	1.31	MHB
	K281 Sağ uç	0.058	var	0.81	1.82	MHB	1.30	MHB
	K282 Sol uç	0.036	var	-0.78	-3.51	BHB	0.36	MHB
	K282 Sağ uç	0.011	var	0.35	0.15	MHB	6.21	GB
h1	K283 Sol uç	0.011	var	0.29	0.05	MHB	0.03	MHB
	K283 Sağ uç	0.011	var	-1.81	-6.09	GB	0.54	MHB
	K284 Sol uç	0.086	var	-0.55	0.40	MHB	0.35	MHB
	K284 Sağ uç	0.065	var	0.51	0.30	MHB	0.34	MHB
	K285 Sol uç	0.086	var	-0.56	0.28	MHB	0.34	MHB
	K285 Sağ uç	0.065	var	0.58	0.42	MHB	0.49	MHB
	K286 Sol uç	0.011	var	1.87	-4.69	İHB	0.48	MHB
	K286 Sağ uç	0.011	var	-0.33	0.07	MHB	0.04	MHB

Kolon ve perdeler için hesaplanan etki/kapasite oranları yönetmeliğin öngördüğü ilgili sınır değerler ile karşılaştırılarak elemanların kesit hasar bölgeleri belirlenir. Sınırların ara değerleri için doğrusal enterpolasyon yapılmıştır,(Çizelge 4.60 ve Çizelge 4.61).

Çizelge 4.60: Zemin kat X doğrultusu düşey eleman kesit hasar bölgeleri

Aks No	Perde-Kolon no ve ucu	$N/(A_c * f_{ck})$	Sargılama	$V/(b_w * d * f_{ctk})$	r	Hasar bölgesi
1a-2a-2k1	P230 Üst uç	-	var	-	0.03	MHB
	P230 Alt uç	-	var	-	1.19	MHB
	P231 Üst uç	-	var	-	0.09	MHB
	P231 Alt uç	-	var	-	1.17	MHB
	P232 Üst uç	-	var	-	0.05	MHB
	P232 Alt uç	-	var	-	0.94	MHB
	P233 Üst uç	-	var	-	0.04	MHB
	P233 Alt uç	-	var	-	1.01	MHB
	P234 Üst uç	-	var	-	0.09	MHB
	P234 Alt uç	-	var	-	1.17	MHB
	P235 Üst uç	-	var	-	0.03	MHB
	P235 Alt uç	-	var	-	1.28	MHB
2f	P228 Üst uç	-	var	-	0.14	MHB
	P228 Alt uç	-	var	-	1.05	MHB
	P229 Üst uç	-	var	-	0.13	MHB
	P229 Alt uç	-	var	-	1.04	MHB
4a	P224 Üst uç	-	var	-	2.46	BHB
	P224 Alt uç	-	var	-	5.67	İHB
	S225 Üst uç	0.16	var	0.68	0.68	MHB
	S225 Alt uç	0.17	var	0.68	2.43	BHB
	S226 Üst uç	0.17	var	0.68	0.76	MHB
	S226 Alt uç	0.18	var	0.68	2.39	BHB
	P227 Üst uç	-	var	-	2.53	BHB
	P227 Alt uç	-	var	-	5.66	İHB
4b	S221 Üst uç	0.08	var	0.66	0.22	MHB
	S221 Alt uç	0.08	var	0.66	2.56	BHB
	S222 Üst uç	0.14	var	0.84	1.14	MHB
	S222 Alt uç	0.14	var	0.84	1.47	MHB
	S223 Üst uç	0.17	var	0.66	0.21	MHB
	S223 Alt uç	0.17	var	0.66	0.81	MHB
7	P216 Üst uç	-	var	-	2.74	BHB
	P216 Alt uç	-	var	-	6.24	GB
	S217 Üst uç	0.08	var	0.12	0.79	MHB
	S217 Alt uç	0.08	var	0.12	2.75	BHB
	P218 Üst uç	-	var	-	0.34	MHB
	P218 Alt uç	-	var	-	1.14	MHB
	S219 Üst uç	0.11	var	0.12	0.77	MHB
	S219 Alt uç	0.12	var	0.12	2.57	BHB
	P220 Üst uç	-	var	-	2.77	BHB
	P220 Alt uç	-	var	-	6.23	GB

Çizelge 4.61: Zemin kat Y doğrultusu düşey eleman kesit hasar bölgeleri

Aks No	Perde-Kolon no ve ucu	$N/(A_c \cdot f_{ck})$	Sargılama	$V/(b_w \cdot d \cdot f_{ctk})$	r	Hasar bölgesi
b1	P230 Üst uç	-	var	-	1.70	MHB
	P230 Alt uç	-	var	-	3.37	BHB
	P224 Üst uç	-	var	-	0.04	MHB
	P224 Alt uç	-	var	-	0.62	MHB
	P216 Üst uç	-	var	-	0.05	MHB
	P216 Alt uç	-	var	-	0.66	MHB
	P209 Üst uç	-	var	-	0.04	MHB
	P209 Alt uç	-	var	-	0.58	MHB
	P201 Üst uç	-	var	-	1.70	MHB
	P201 Alt uç	-	var	-	3.36	BHB
c1	P231 Üst uç	-	var	-	1.54	MHB
	P231 Alt uç	-	var	-	3.01	BHB
	S225 Üst uç	0.16	var	1.21	0.10	MHB
	S225 Alt uç	0.17	var	1.21	0.46	MHB
	S217 Üst uç	0.08	var	0.67	0.16	MHB
	S217 Alt uç	0.08	var	0.67	0.56	MHB
	S210 Üst uç	0.16	var	1.21	0.12	MHB
	S210 Alt uç	0.16	var	1.21	0.42	MHB
	P202 Üst uç	-	var	-	1.45	MHB
	P202 Alt uç	-	var	-	3.03	BHB
c5	P232 Üst uç	-	var	-	1.31	MHB
	P232 Alt uç	-	var	-	2.62	BHB
	P228 Üst uç	-	var	-	1.48	MHB
	P228 Alt uç	-	var	-	2.97	BHB
	S221 Üst uç	0.08	var	0.44	0.13	MHB
	S221 Alt uç	0.08	var	0.44	0.56	MHB
	S213 Üst uç	0.08	var	0.44	0.15	MHB
	S213 Alt uç	0.08	var	0.44	0.52	MHB
	P207 Üst uç	-	var	-	1.41	MHB
	P207 Alt uç	-	var	-	2.99	BHB
	P203 Üst uç	-	var	-	1.32	MHB
	P203 Alt uç	-	var	-	2.74	BHB
d2	S222 Üst uç	0.14	var	1.25	0.01	MHB
	S222 Alt uç	0.14	var	1.25	0.95	MHB
	S214 Üst uç	0.13	var	1.25	0.01	MHB
	S214 Alt uç	0.14	var	1.25	0.79	MHB
f1	S223 Üst uç	0.17	var	1.39	0.16	MHB
	S223 Alt uç	0.17	var	1.39	0.94	MHB
	S215 Üst uç	0.16	var	1.39	0.19	MHB
	S215 Alt uç	0.17	var	1.39	0.87	MHB
h1	P233 Üst uç	-	var	-	1.28	MHB
	P233 Alt uç	-	var	-	2.55	BHB
	P229 Üst uç	-	var	-	1.33	MHB
	P229 Alt uç	-	var	-	2.65	BHB
	P218 Üst uç	-	var	-	3.02	BHB
	P218 Alt uç	-	var	-	5.22	İHB
	P208 Üst uç	-	var	-	1.21	MHB
	P208 Alt uç	-	var	-	2.56	BHB
	P204 Üst uç	-	var	-	1.24	MHB
	P204 Alt uç	-	var	-	2.56	BHB

Çizelge 4.58, Çizelge 4.59, Çizelge 4.60 ve Çizelge 4.61’de hasar bölgeleri hesaplanan kesitlerin bir kısmı Göçme Sınırını aşmıştır. Bu sonuçlar çerçevesinde yapının doğrusal elastik hesap yöntemini göre Göçmenin Önlenmesi durumunda olduğu tespit edilmiştir.

4.5.2 Bina performansının doğrusal elastik olmayan hesap yöntemi ile belirlenmesi

.Sistem sabit düşey yükler ve orantılı olarak artırılan eşdeğer deprem yükleri altında doğrusal olmayan analiz yapılarak, öngörülen herhangi bir yatay yerdeğiştirme değerine kadar itilir. Bu düzeyde yapının ilgili deprem doğrultusundaki hakim titreşim moduna ait etkin model kütlesi, model katılım oranı ve mod yatay yerdeğiştirmesi değerleri elde edilir.

Çizelge 4.62: Kat kütleleri

Kat	Kütle
Zemin	659.84
1.Kat	659.84
2.Kat	659.84
3.Kat	640.27

Çizelge 4.63: Modal kütle katılım oranları

Mod	Periyot	UX	UY	RZ
1	0.8083	73.7985	0.0000	0.0032
2	0.7647	0.0031	0.9879	71.9641
3	0.6014	0.0000	71.4471	0.9858
4	0.1883	17.7839	0.0000	0.0010
5	0.1720	0.0010	0.2124	18.3415
6	0.1293	0.0000	18.8750	0.2169
7	0.0788	6.4529	0.0000	0.0004
8	0.0712	0.0004	0.0641	6.4871
9	0.0531	0.0000	6.5008	0.0620
10	0.0486	1.9600	0.0000	0.0001
11	0.0441	0.0001	0.0181	1.9234
12	0.0330	0.0000	1.8946	0.0143

Çizelge 4.64: Modal katılım oranları

Mod	Periyot	UX	UY
1	0.8083	53.6260	-0.0329
2	0.7647	-0.3485	-6.2046
3	0.6014	-0.0078	52.7647
4	0.1883	26.3248	-0.0174
5	0.1720	0.2012	2.8768
6	0.1293	-0.0039	27.1203
7	0.0788	15.8573	-0.0104
8	0.0712	-0.1259	-1.5804
9	0.0531	0.0018	-15.9161
10	0.0486	-8.7394	0.0069
11	0.0441	0.0754	0.8392
12	0.0330	0.0012	-8.5923

Çizelge 4.65: Hakim mod şekilleri

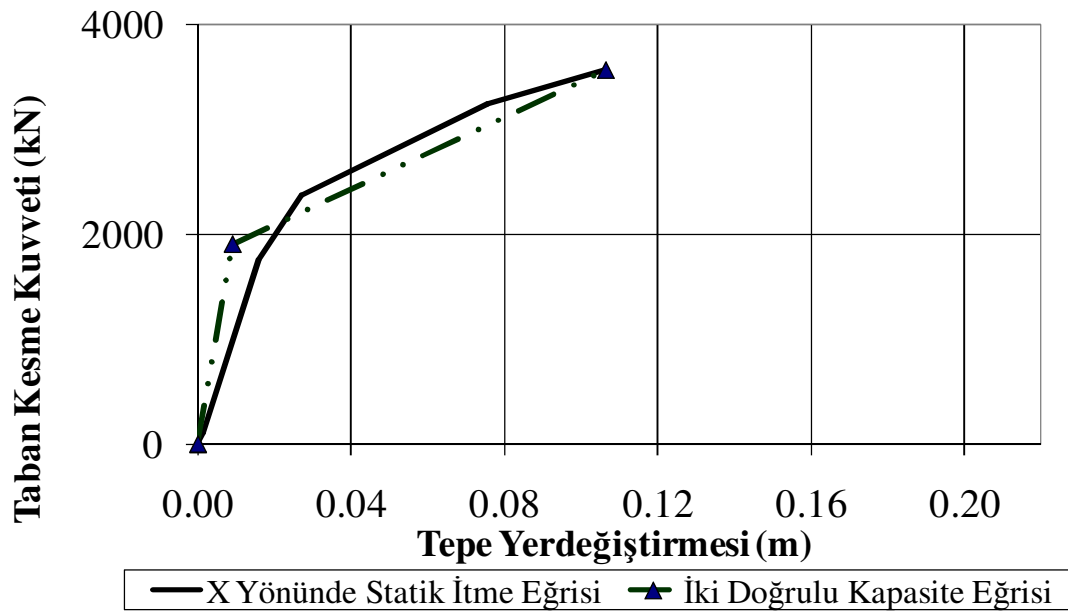
Kat	Mode	UX	UY
Zemin	1	-0.0032	0
Kat 1	1	-0.0101	0
Kat 2	1	-0.018	0
Kat 3	1	-0.0254	0
Zemin	3	0	-0.003
Kat 1	3	0	-0.0096
Kat 2	3	0	-0.0176
Kat 3	3	0	-0.0256

Çizelge 4.66’de ETABS programı kullanılarak elde edilen itme analizinin her adımına ait taban kesme kuvveti-tepe noktası yerdeğiştirmesi değeri lerinden yararlanarak statik itme eğrisi (kapasite diyagramı) çizilir.

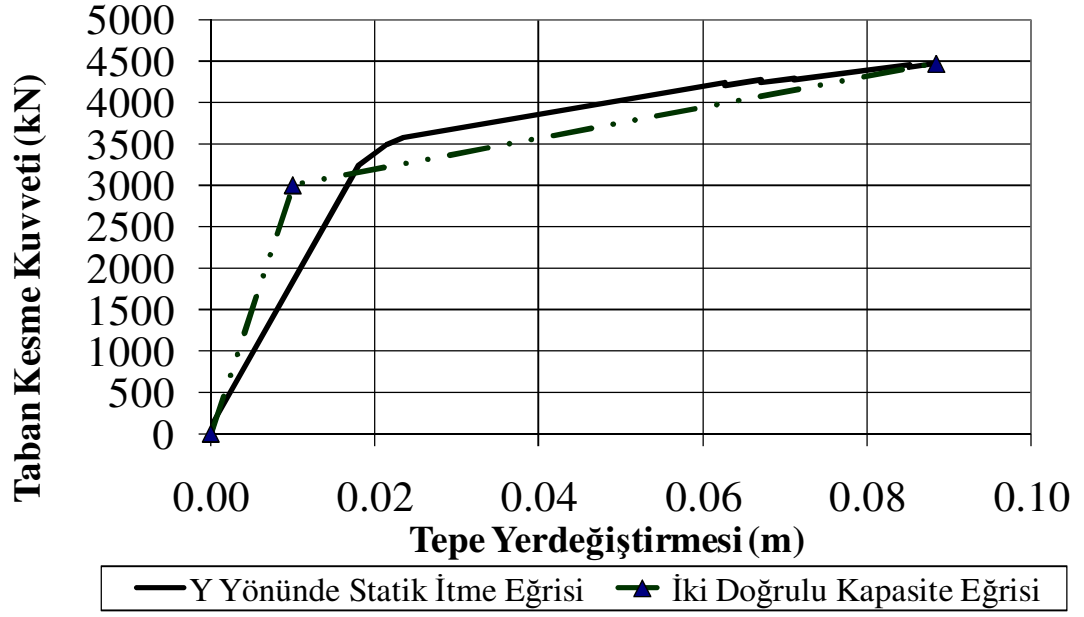
Çizelge 4.66: Taban kesme kuvveti-tepe noktası yerdeğiştirmesi değerleri

ADIM	X YÖNÜ		Y YÖNÜ	
	u_n	V_b	u_n	V_b
0	0	0	0	0
1	1.20E-03	106.25	0.000	150.95
2	1.59E-02	1747.53	0.018	3225.56
3	0.0272	2368.31	0.021	3475.37
4	0.0756	3236.09	0.023	3562.21
5	0.1066	3568.42	0.063	4229.65
6	-	-	0.063	4204.51
7	-	-	0.067	4263.46
8	-	-	0.067	4232.18
9	-	-	0.071	4284.84
10	-	-	0.071	4271.54
11	-	-	0.085	4450.34
12	-	-	0.085	4423.31
13	-	-	0.088	4465.93

Statik itme eğrisi iki doğrulu bir diyagrama dönüştürölür. Bu dönüştürme işleminde, iki doğrulu diyagramın ve statik itme eğrisinin altında kalan alanların yaklaşık olarak birbirine eşit olması sağlanır. (şekil 4.13, şekil 4.14)



şekil 4.13: X yönü statik itme eğrisinin iki doğrulu diyagrama dönüştürölmesi



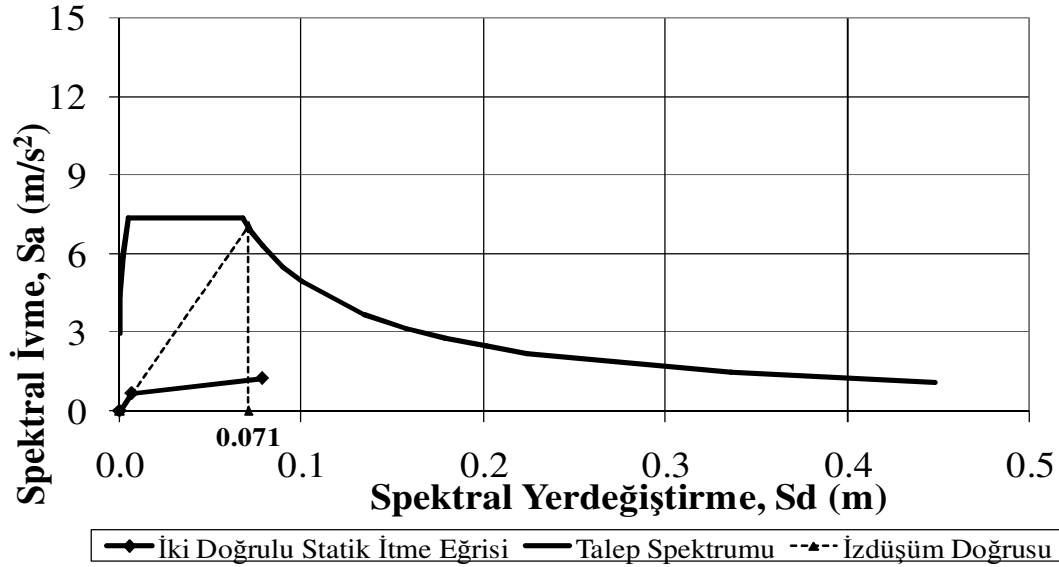
Şekil 4.14: Y yönü statik itme eğrisinin iki doğrulu diyagrama dönüştürülmesi

İki doğrulu statik itme eğrisinin koordinat dönüşümü uygulanarak, modal yerdeğiştirme ve modal ivme değerleri elde edilir,(Çizelge 4.67).

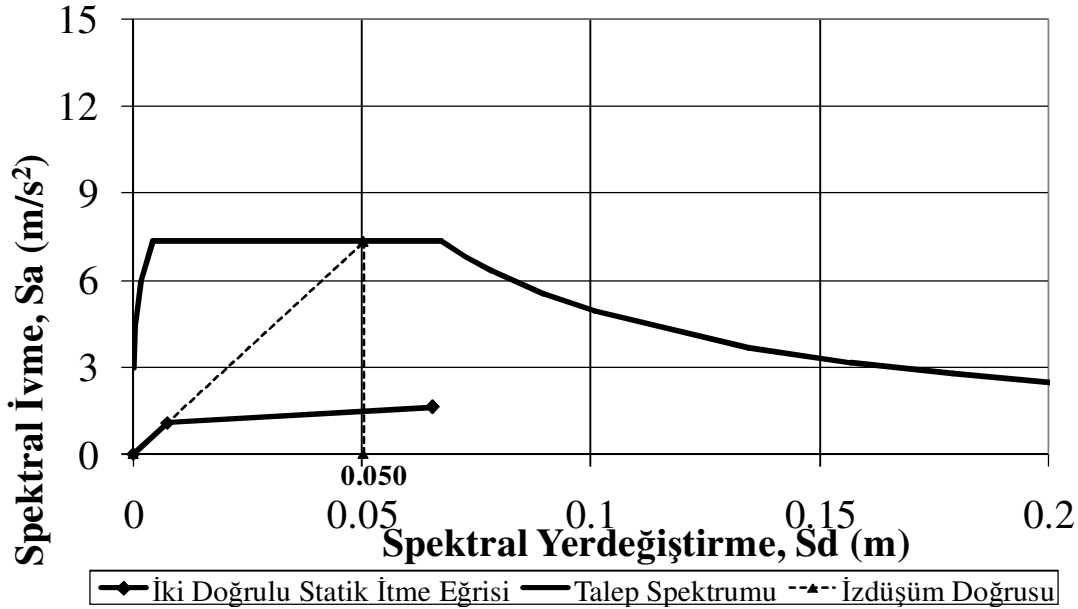
Çizelge 4.67: X ve Y yönlerine ait modal yerdeğiştirme ve modal ivme değerleri

ADIM	X YÖNÜ		Y YÖNÜ	
	a	d	a	d
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1	0.0365	0.0009	0.0543	0.0003
2	0.6077	0.0117	1.1593	0.0133
3	0.8235	0.0200	1.2491	0.0158
4	1.1253	0.0555	1.2803	0.0173
5	1.2409	0.0783	1.5202	0.0463
6	-	-	1.5112	0.0463
7	-	-	1.5324	0.0497
8	-	-	1.5211	0.0497
9	-	-	1.5401	0.0526
10	-	-	1.5353	0.0526
11	-	-	1.5996	0.0631
12	-	-	1.5898	0.0631
13	-	-	1.6052	0.0654

Hesaplanan modal yerdeşistirme ve modal ivme değerleriyle, eksenleri spektral ivme-spektral yerdeşistirme olan diyagram çizilir. Bu diyagramda ilgili zemin sınıfına ait ivme spektrumu ivmesi de gösterilir. Spektral ivme-spektral yerdeşistirme değerlerinin oluşturacağı iki doğrulu diyagramın birinci doğrusunun, ivme spektrumu eğrisini keştiği noktanın x eksenine izdüşümü alınarak doğrusal elastik spektral yerdeşistirme değeri bulunur, (şekil 4.15, şekil 4.16).



şekil 4.15: X yönüne ait spektral ivme-spektral yerdeşistirme diyagramı



şekil 4.16: Y yönüne ait spektral ivme-spektral yerdeşistirme diyagramı

Şekil 4.14’de başlangıç periyodu, ivme spektrumundaki karakteristik periyot T_b ’den daha büyük olduğu için eşit yerdeğiştirme kuralına göre doğrusal elastik olmayan spektral yerdeğiştirme, doğrusal elastik spektral yerdeğiştirmeye eşit olarak alınır. Denklem 3.15’e göre modal yerdeğiştirme istemi doğrusal elastik olmayan spektral yerdeğiştirme değerine eşittir. Şekil 4.15’deki başlangıç periyodu, ivme spektrumundaki karakteristik periyot T_b ’den daha küçük olduğu için Denklem 3.18 ve Denklem 3.19 kullanılarak doğrusal elastik olmayan spektral yerdeğiştirme hesaplanır.

X yönündeki tepe yatay yerdeğiştirmesi istemi Denklem 3.20’ye göre hesaplanır. Y yönündeki yatay yerdeğiştirme istemi de benzer şekilde bulunur (Çizelge 4.68). Bulunan bu yerdeğiştirme değerine göre performans noktasındaki taban kesme kuvveti hesaplanır (Çizelge 4.69).

Çizelge 4.68: Tepe noktası yatay yerdeğiştirme istemi değerleri

Yön	C_{R1}	S_{de}	S_{di}	U_{hedef}
X	1	0.0705	0.0705	0.0960
Y	1.133	0.0503	0.057	0.0769

Çizelge 4.69: Performans noktasındaki taban kesme kuvveti değerleri

Yön	$U_{hedef} (m)$	$V_{b\ hedef} (kN)$
X	0.0960	3455.16
Y	0.0769	4345.29

Yapı tespit edilen edilen hedef tepe yerdeğiştirme noktasına kadar itilir. İtme analizi sonucunda tüm plastik kesitlerde elde edilen plastik mafsal dönmeleri bulunup, bu değerlerin plastik mafsal boyuna bölünmesiyle kesitlerin plastik eğrilik istemi değerleri hesaplanır. Eşdeğer akma eğriliği plastik eğrilik istemine eklenerek toplam eğrilik istemi elde edilir. Kirişlerde toplam eğrilik istemi için ilgili kesitte, verilen beton ve donatı çeliği modelleri kullanılarak eğilme momenti-eğrilik diyagramları çizilir. Betonun birim kısalma ve donatı çeliğinin birim uzama istemleri hesaplanır. Bu istem değerleri kesit düzeyinde çeşitli hasar sınırları için tanımlanan birim şekildeğiştirme sınırları ile karşılaştırılarak kesitlerin hasar sınırları tespit edilir, (Çizelge 4.70, Çizelge 4.71).

Çizelge 4.70: Zemin kat X doğrultusu kirişlerinin deprem performans seviyeleri

Aks No	Kiriş numarası ve ucu	θ_p	ϕ_p	ϕ_y	ϕ_t	ε_{cu}	Performans	ε_{su}	Performans
1a	K251 Sol uç	0.00729	0.04418	0.01349	0.05767	0.00296	MHB	0.01607	GV
	K251 Sağ uç	0.00385	0.02333	0.01349	0.03682	0.00293	MHB	0.00922	MHB
	K252 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00107	MHB	0.00338	MHB
	K252 Sağ uç	0.00644	0.03903	0.01349	0.05252	0.00417	GB	0.01316	GV
	K253 Sol uç	0.00243	0.01473	0.01349	0.02822	0.00189	MHB	0.00742	MHB
	K253 Sağ uç	0.00883	0.05352	0.01349	0.06701	0.00345	MHB	0.01866	GV
2a	K250 Sol uç	0.00666	0.04036	0.01349	0.05385	0.00280	MHB	0.01497	GV
	K250 Sağ uç	0.00836	0.05067	0.01349	0.06416	0.00333	MHB	0.01784	GV
	K254 Sol uç	0.00589	0.03570	0.01349	0.04919	0.00347	MHB	0.01277	GV
	K254 Sağ uç	0.00886	0.05370	0.01349	0.06719	0.00346	MHB	0.01871	GV
2k1	K245 Sol uç	0.00703	0.04261	0.01349	0.05610	0.00314	MHB	0.01537	GV
	K245 Sağ uç	0.00532	0.03224	0.01349	0.04573	0.00326	MHB	0.01184	GV
	K246 Sol uç	0.00611	0.03703	0.01349	0.05052	0.00302	MHB	0.01365	GV
	K246 Sağ uç	0.00532	0.03224	0.01349	0.04573	0.00373	GV	0.01137	GV
	K247 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00136	MHB	0.00309	MHB
	K247 Sağ uç	0.00969	0.05873	0.01349	0.07222	0.00518	GB	0.01865	GV
	K248 Sol uç	0.00318	0.01927	0.01349	0.03276	0.00234	MHB	0.00847	MHB
	K248 Sağ uç	0.00742	0.04497	0.01349	0.05846	0.00359	GV	0.01570	GV
	K249 Sol uç	0.00387	0.02345	0.01349	0.03694	0.00233	MHB	0.00987	MHB
	K249 Sağ uç	0.00901	0.05461	0.01349	0.06810	0.00386	GV	0.01861	GV
2k2	K242 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00112	MHB	0.00333	MHB
	K242 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00112	MHB	0.00333	MHB
	K243 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00112	MHB	0.00333	MHB
	K243 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00112	MHB	0.00333	MHB
2f	K238 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00118	MHB	0.00327	MHB
	K238 Sağ uç	0.00729	0.04418	0.01349	0.05767	0.00434	GB	0.01470	GV
	K239 Sol uç	0.00372	0.02255	0.01349	0.03604	0.00364	GV	0.00825	MHB
	K239 Sağ uç	0.01567	0.09497	0.01349	0.10846	0.00635	GB	0.02944	GV
	K240 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00118	MHB	0.00327	MHB
	K240 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00118	MHB	0.00327	MHB
4a	K235 Sol uç	0.00978	0.05927	0.01349	0.07276	0.00402	GB	0.01999	GV
	K235 Sağ uç	0.00873	0.05291	0.01349	0.06640	0.00375	GV	0.01817	GV
	K236 Sol uç	0.00059	0.00358	0.01349	0.01707	0.00150	MHB	0.00414	MHB
	K236 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00118	MHB	0.00327	MHB
	K237 Sol uç	0.01283	0.07776	0.01349	0.09125	0.00518	GB	0.02494	GV
	K237 Sağ uç	0.01418	0.08594	0.01349	0.09943	0.00535	GB	0.02746	GV
4b	K230 Sol uç	0.00000	0.00000	0.00890	0.00890	0.00158	MHB	0.00287	MHB
	K230 Sağ uç	0.00550	0.02200	0.00890	0.03090	0.00449	GB	0.01096	GV
	K231 Sol uç	0.00744	0.02976	0.00890	0.03866	0.00542	GB	0.01391	GV
	K231 Sağ uç	0.00630	0.02520	0.00890	0.03410	0.00496	GB	0.01209	GV
	K232 Sol uç	0.00506	0.03067	0.01349	0.04416	0.00278	MHB	0.01179	GV
	K232 Sağ uç	0.00092	0.00558	0.01349	0.01907	0.00149	MHB	0.00480	MHB
	K233 Sol uç	0.00109	0.00661	0.01349	0.02010	0.00107	MHB	0.00556	MHB
	K233 Sağ uç	0.00881	0.05339	0.01349	0.06688	0.00376	GV	0.01831	GV
	K234 Sol uç	0.00568	0.02272	0.00890	0.03162	0.00450	GB	0.01131	GV
	K234 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.00890	0.00890	0.00158	MHB	0.00287	MHB
7	K227 Sol uç	0.00994	0.06024	0.01349	0.07373	0.00407	GB	0.02026	GV
	K227 Sağ uç	0.01004	0.06085	0.01349	0.07434	0.00413	GB	0.02041	GV
	K228 Sol uç	0.01221	0.07400	0.01349	0.08749	0.00494	GB	0.02393	GV
	K228 Sağ uç	0.01366	0.08279	0.01349	0.09628	0.02205	GB	0.00972	MHB

Çizelge 4.71: : Zemin kat X doğrultusu kirişlerinin deprem performans seviyeleri

Aks No	Kiriş numarası ve ucu	θ_p	ϕ_p	ϕ_v	ϕ_t	ε_{cu}	Performans	ε_{su}	Performans
b1	K257 Sol uç	0.01062	0.06436	0.01349	0.07785	0.00661	GB	0.01908	GV
	K257 Sağ uç	0.00748	0.04533	0.01349	0.05882	0.00579	GB	0.01362	GV
	K258 Sol uç	0.00389	0.02358	0.01349	0.03707	0.00284	MHB	0.00939	MHB
	K258 Sağ uç	0.00507	0.03073	0.01349	0.04422	0.00331	MHB	0.01128	GV
	K259 Sol uç	0.00551	0.03339	0.01349	0.04688	0.00318	MHB	0.01229	GV
	K259 Sağ uç	0.00471	0.02855	0.01349	0.04204	0.00322	MHB	0.01065	GV
	K260 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00135	MHB	0.00310	MHB
c1	K260 Sağ uç	0.01822	0.11042	0.01349	0.12391	0.00765	GB	0.03324	GV
	K261 Sol uç	0.03500	0.21212	0.01349	0.22561	0.01952	GB	0.05493	GV
	K261 Sağ uç	0.00708	0.04291	0.01349	0.05640	0.00606	GB	0.01256	GV
	K262 Sol uç	0.00301	0.01824	0.01349	0.03173	0.00301	MHB	0.00746	MHB
	K262 Sağ uç	0.00615	0.03727	0.01349	0.05076	0.00388	GV	0.01287	GV
	K263 Sol uç	0.00639	0.03873	0.01349	0.05222	0.00353	GV	0.01370	GV
	K263 Sağ uç	0.00311	0.01885	0.01349	0.03234	0.00347	MHB	0.00720	MHB
ck2	K264 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00145	MHB	0.00300	MHB
	K264 Sağ uç	0.03500	0.21212	0.01349	0.22561	0.01438	GB	0.06008	GB
	K267 Sol uç	0.00609	0.02436	0.00890	0.03326	0.00184	MHB	0.01479	GV
	K267 Sağ uç	0.00300	0.01200	0.00890	0.02090	0.00109	MHB	0.00936	MHB
	K268 Sol uç	0.00986	0.05976	0.01349	0.07325	0.00443	GB	0.01974	GV
	K268 Sağ uç	0.01434	0.08691	0.01349	0.10040	0.00602	GB	0.02711	GV
	K269 Sol uç	0.00578	0.03503	0.01349	0.04852	0.00316	MHB	0.01285	GV
c5	K269 Sağ uç	0.00852	0.05164	0.01349	0.06513	0.00413	GB	0.01736	GV
	K270 Sol uç	0.00789	0.04782	0.01349	0.06131	0.00407	GB	0.01616	GV
	K270 Sağ uç	0.01057	0.06406	0.01349	0.07755	0.00469	GB	0.02090	GV
	K271 Sol uç	0.01173	0.07109	0.01349	0.08458	0.00516	GB	0.02275	GV
	K271 Sağ uç	0.01268	0.07685	0.01349	0.09034	0.00549	GB	0.02432	GV
	K272 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00135	MHB	0.00310	MHB
	K272 Sağ uç	0.00851	0.05158	0.01349	0.06507	0.00529	GB	0.01618	GV
d2	K273 Sol uç	0.00300	0.01818	0.01349	0.03167	0.00309	MHB	0.00736	MHB
	K273 Sağ uç	0.00456	0.02764	0.01349	0.04113	0.00331	MHB	0.01026	GV
	K274 Sol uç	0.01018	0.06170	0.01349	0.07519	0.00753	GB	0.01728	GV
	K274 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00135	MHB	0.00310	MHB
	K275 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00135	MHB	0.00310	MHB
	K275 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00135	MHB	0.00310	MHB
	K276 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00135	MHB	0.00310	MHB
EF	K276 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00135	MHB	0.00310	MHB
	K277 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00135	MHB	0.00310	MHB
	K277 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00135	MHB	0.00310	MHB
	K278 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00135	MHB	0.00310	MHB
	K278 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00135	MHB	0.00310	MHB
	K280 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00135	MHB	0.00310	MHB
	K280 Sağ uç	0.00631	0.03824	0.01349	0.05173	0.00468	GB	0.01239	GV
f1	K281 Sol uç	0.00310	0.01879	0.01349	0.03228	0.00345	MHB	0.00721	MHB
	K281 Sağ uç	0.00373	0.02261	0.01349	0.03610	0.00352	GV	0.00839	MHB
	K282 Sol uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00135	MHB	0.00310	MHB
	K282 Sağ uç	0.00000	0.00000	0.01349	0.01349	0.00135	MHB	0.00310	MHB
	K283 Sol uç	0.01083	0.06564	0.01349	0.07913	0.00475	GB	0.02137	GV
	K283 Sağ uç	0.01227	0.07436	0.01349	0.08785	0.00534	GB	0.02365	GV
	K284 Sol uç	0.01127	0.06830	0.01349	0.08179	0.00486	GB	0.02213	GV
h1	K284 Sağ uç	0.01260	0.07636	0.01349	0.08985	0.00540	GB	0.02425	GV
	K285 Sol uç	0.01132	0.06861	0.01349	0.08210	0.00501	GB	0.02208	GV
	K285 Sağ uç	0.01286	0.07794	0.01349	0.09143	0.00556	GB	0.02461	GV
	K286 Sol uç	0.01293	0.07836	0.01349	0.09185	0.00434	GB	0.02597	GV
	K286 Sağ uç	0.01386	0.08400	0.01349	0.09749	0.00446	GB	0.02771	GV

Kolonlar için hesapta, her farklı kolon kesiti için beton ve donatı çeliği modelleri kullanılarak eğilme momenti-eğrilik ilişkisi elde edilir ve performans düzeylerine göre izin verilen şekildeğiştirme sınırları tanımlanarak, ilgili kesitin bu sınırlara karşılık gelen performans noktası belirlenir, (Çizelge 4.72, Çizelge 4.73).

Çizelge 4.72: Zemin kat X doğrultusu düşey eleman deprem performans seviyeleri

Aks No	Kolon No ve ucu	N	θ_p	ϕ_p	ϕ_y	ϕ_t	ε_{cu}	Performan s	ε_{su}	Performan s
1a-2a-2k1	P230 Alt uç	644.51	0.0000 0	0.0000 0	0.0148 4	0.0148 4	0.0011 8	MHB	0.0032 8	MHB
	P231 Alt uç	908.79	0.0000 0	0.0000 0	0.0148 4	0.0148 4	0.0012 8	MHB	0.0031 7	MHB
	P232 Alt uç	1258.4 9	0.0000 0	0.0000 0	0.0148 4	0.0148 4	0.0014 0	MHB	0.0030 5	MHB
	P233 Alt uç	1258.1 5	0.0000 0	0.0000 0	0.0148 4	0.0148 4	0.0014 0	MHB	0.0030 5	MHB
	P234 Alt uç	905.35	0.0000 0	0.0000 0	0.0148 4	0.0148 4	0.0012 8	MHB	0.0031 7	MHB
	P235 Alt uç	645.44	0.0000 0	0.0000 0	0.0148 4	0.0148 4	0.0011 8	MHB	0.0032 8	MHB
2f	P228 Alt uç	1088.6 4	0.0000 0	0.0000 0	0.0148 4	0.0148 4	0.0011 8	MHB	0.0032 8	MHB
	P229 Alt uç	1169.8 8	0.0000 0	0.0000 0	0.0148 4	0.0148 4	0.0011 8	MHB	0.0032 8	MHB
4a	P224 Alt uç	797.56	0.0057 7	0.0055 0	0.0021 2	0.0076 2	0.0020 2	MHB	0.0139 7	GV
	S225 Üst uç	967.11	0.0000 0	0.0000 0	0.0037 1	0.0037 1	0.0014 8	MHB	0.0029 7	MHB
	S225 Alt uç	994.11	0.0047 6	0.0079 3	0.0037 1	0.0116 4	0.0033 1	MHB	0.0106 6	GV
	S226 Üst uç	1027.5 1	0.0000 0	0.0000 0	0.0037 1	0.0037 1	0.0015 0	MHB	0.0029 5	MHB
	S226 Alt uç	1054.5 1	0.0048 0	0.0080 0	0.0037 1	0.0117 1	0.0036 7	GV	0.0103 8	GV
	P227 Alt uç	800.69	0.0057 0	0.0054 3	0.0021 2	0.0075 5	0.0020 0	MHB	0.0138 5	GV
4b	S221 Üst uç	377.21	0.0000 0	0.0000 0	0.0040 0	0.0040 0	0.0005 7	MHB	0.0032 3	MHB
	S221 Alt uç	398.58	0.0044 7	0.0094 1	0.0040 0	0.0134 1	0.0010 0	MHB	0.0117 4	GV
	S222 Üst uç	412.49	0.0000 0	0.0000 0	0.0148 4	0.0148 4	0.0015 5	MHB	0.0029 0	MHB
	S222 Alt uç	425.99	0.0031 3	0.0208 7	0.0148 4	0.0357 1	0.0028 7	MHB	0.0078 4	MHB
	S223 Üst uç	668.57	0.0000 0	0.0000 0	0.0148 4	0.0148 4	0.0016 4	MHB	0.0028 2	MHB
	S223 Alt uç	686.57	0.0023 4	0.0156 0	0.0148 4	0.0304 4	0.0028 4	MHB	0.0062 9	MHB
7	P216 Alt uç	420.08	0.0058 5	0.0055 7	0.0021 2	0.0076 9	0.0014 9	MHB	0.0146 6	GV
	S217 Üst uç	458.27	0.0000 0	0.0000 0	0.0037 1	0.0037 1	0.0011 3	MHB	0.0033 2	MHB
	S217 Alt uç	485.27	0.0049 4	0.0082 3	0.0037 1	0.0119 4	0.0021 4	MHB	0.0121 9	GV
	P218 Alt uç	851.96	0.0000 0	0.0000 0	0.0178 0	0.0178 0	0.0009 9	MHB	0.0034 6	MHB
	S219 Üst uç	663.03	0.0000 0	0.0000 0	0.0037 1	0.0037 1	0.0012 5	MHB	0.0032 0	MHB
	S219 Alt uç	696.03	0.0050 0	0.0083 3	0.0037 1	0.0120 4	0.0026 9	MHB	0.0117 6	GV
	P220 Alt uç	423.74	0.0057 6	0.0054 9	0.0021 2	0.0076 1	0.0014 5	MHB	0.0145 2	GV

Çizelge 4.73: Zemin kat Y doğrultusu düşey eleman deprem performans seviyeleri

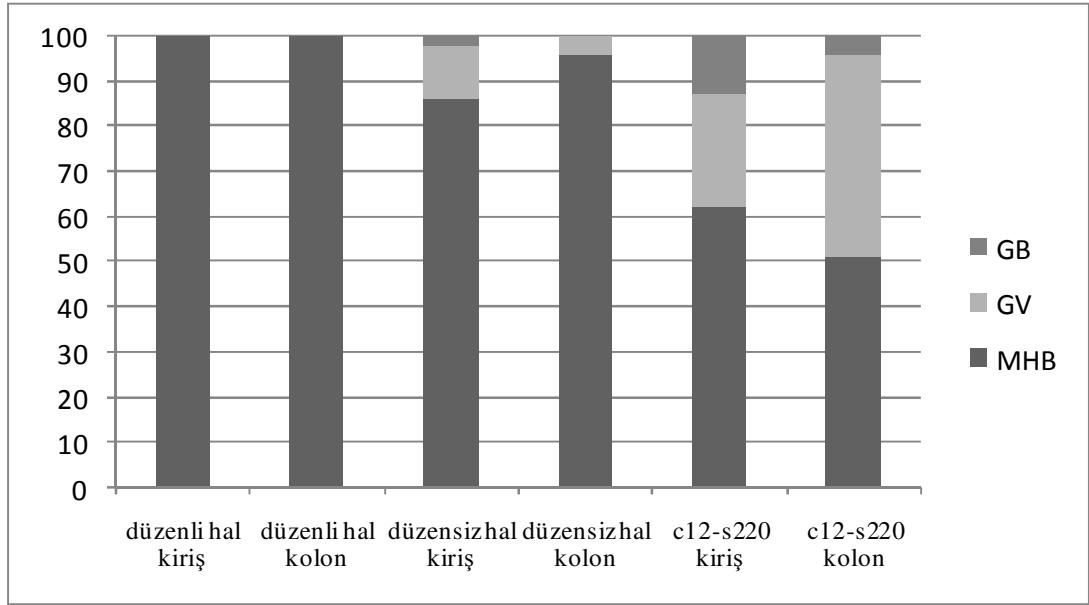
Aks No	Kolon No ve ucu	N	θ_p	ϕ_p	ϕ_v	ϕ_t	ε_{cu}	Performans	ε_{su}	Performans
b1	P230 Alt uç	644.51	0.00443	0.00422	0.00212	0.00634	0.00177	MHB	0.01154	GV
	P224 Alt uç	797.56	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484	0.00116	MHB	0.00329	MHB
	P216 Alt uç	420.08	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484	0.00103	MHB	0.00342	MHB
	P209 Alt uç	803.38	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484	0.00116	MHB	0.00329	MHB
	P201 Alt uç	617.06	0.00441	0.00420	0.00212	0.00632	0.00177	MHB	0.01150	GV
c1	P231 Alt uç	908.79	0.00462	0.00440	0.00212	0.00652	0.00218	MHB	0.01151	GV
	S225 Üst uç	967.11	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484	0.00160	MHB	0.00285	MHB
	S225 Alt uç	994.11	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484	0.00160	MHB	0.00285	MHB
	S217 Üst uç	458.27	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484	0.00132	MHB	0.00313	MHB
	S217 Alt uç	485.27	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484	0.00134	MHB	0.00311	MHB
	S210 Üst uç	962.37	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484	0.00160	MHB	0.00285	MHB
	S210 Alt uç	989.37	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484	0.00160	MHB	0.00286	MHB
	P202 Alt uç	911.3	0.00461	0.00439	0.00212	0.00651	0.00218	MHB	0.01150	GV
c5	P232 Alt uç	1258.49	0.00489	0.00466	0.00212	0.00678	0.00260	MHB	0.01164	GV
	P228 Alt uç	1088.64	0.00488	0.00465	0.00212	0.00677	0.00239	MHB	0.01182	GV
	S221 Üst uç	377.21	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484	0.00135	MHB	0.00310	MHB
	S221 Alt uç	398.58	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484	0.00135	MHB	0.00310	MHB
	S213 Üst uç	366.94	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484	0.00135	MHB	0.00310	MHB
	S213 Alt uç	388.31	0.00000	0.00000	0.01484	0.01484	0.00135	MHB	0.00310	MHB
	P207 Alt uç	1147.96	0.00485	0.00462	0.00212	0.00674	0.00234	MHB	0.01181	GV
	P203 Alt uç	1222.14	0.00487	0.00464	0.00212	0.00676	0.00259	MHB	0.01160	GV
d2	S222 Üst uç	412.49	0.00000	0.00000	0.00742	0.00742	0.00147	MHB	0.00298	MHB
	S222 Alt uç	425.99	0.00379	0.01263	0.00742	0.02005	0.00316	MHB	0.00887	MHB
	S214 Üst uç	401.37	0.00000	0.00000	0.00742	0.00742	0.00146	MHB	0.00299	MHB
	S214 Alt uç	414.87	0.00342	0.01140	0.00742	0.01882	0.00295	MHB	0.00834	MHB
f1	S223 Üst uç	668.57	0.00000	0.00000	0.00557	0.00557	0.00143	MHB	0.00303	MHB
	S223 Alt uç	686.57	0.00473	0.01183	0.00557	0.01740	0.00311	MHB	0.01081	GV
	S215 Üst uç	653.3	0.00000	0.00000	0.00557	0.00557	0.00144	MHB	0.00302	MHB
	S215 Alt uç	671.3	0.00410	0.01025	0.00557	0.01582	0.00301	MHB	0.00965	MHB
h1	P233 Alt uç	1258.15	0.00538	0.00512	0.00212	0.00724	0.00279	MHB	0.01243	GV
	P229 Alt uç	1169.88	0.00535	0.00510	0.00212	0.00722	0.00277	MHB	0.01238	GV
	P218 Alt uç	851.96	0.00559	0.00361	0.00143	0.00504	0.00215	BHB	0.01346	GV
	P208 Alt uç	1222.87	0.00533	0.00508	0.00212	0.00720	0.00276	MHB	0.01235	GV
	P204 Alt uç	1221.72	0.00534	0.00509	0.00212	0.00721	0.00276	MHB	0.01237	GV

Çizelge 4.70, Çizelge 4.71, Çizelge 4.72 ve Çizelge 4.73'deki kesit hasar sınırları değerlerine bakılarak, binanın performansının doğrusal elastik olmayan hesap yöntemine göre “Göçme Durumu” olduğu tespit edilmiştir.

5. SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında 2007 tarihli DBYBHY esaslarına göre tasarlanmış ve taşıyıcı sistemi düzenli mevcut betonarme bir bina ele alınmış, sonrasında taşıyıcı sistem ve yapı malzemeleri değiştirilmek suretiyle, binanın mevcut halinin, düşeyde düzensiz halinin ve malzeme kalitesi düşük halinin doğrusal elastik analiz ve doğrusal elastik olmayan analiz yöntemleriyle yapısal performansları belirlenmiştir.

Doğrusal elastik analizde eşdeğer deprem yükü yöntemiyle binanın mevcut halinin, düşeyde düzensiz halinin ve mevcut durumun malzeme kalitesi düşürülüp sargısız kabul edilmiş halinin kesit hasar sınırları hesaplanarak performans seviyeleri tespit edilmiştir. Binanın mevcut halinin çözümlenmesinde, hesaplanan zemin kat kirişlerinin ve düşey elemanlarının bütün kesitlerinin hasar bölgesi Minimum Hasar Bölgesinde bulunmaktadır. Bu durumda binanın yapısal performansı “Hemen Kullanım” olarak belirlenmiştir. Binanın taşıyıcı sistemi düşeyde düzensiz olan ikinci çözümlemede, kirişlerin ve düşey elemanların büyük bir bölümü Minimum Hasar Bölgesinde bulunmakla birlikte, kirişlerde ve perdelerde Belirgin Hasar Bölgesine ve İleri Hasar Bölgesine geçen kesitler bulunmaktadır. Bu durumda binanın yapısal performansı “Can Güvenliği” düzeyinde hesaplanmıştır. Üçüncü olarak malzeme sınıfları C12 ve S220 kabul edilen mevcut durumunun hesabında, kirişlerin yaklaşık %15’i ve düşey taşıyıcı elemanların birkaç tanesi Göçme Bölgesine geçerek yapı “Göçmenin Önlenmesi Durumu” düzeyine geçmiştir. Hesaplanan binanın üç durumu karşılaştırıldığında, yönetmelikte konutlar için öngörülen performans bölgesi Can Güvenliği olmakla birlikte ilk durumda Hemen Kullanım olan bina performans seviyesi, düzensizlik etkisiyle Can Güvenliği bölgesine geçmiş, malzeme kalitesinin düşürülmesi ve sargısız donatı düzeni kabulüyle Göçmenin Önlenmesi düzeyi oluşmuştur. Doğrusal elastik analiz yöntemiyle belirlenen kesit hasar bölgeleri Şekil 5.1’de verilmiştir.

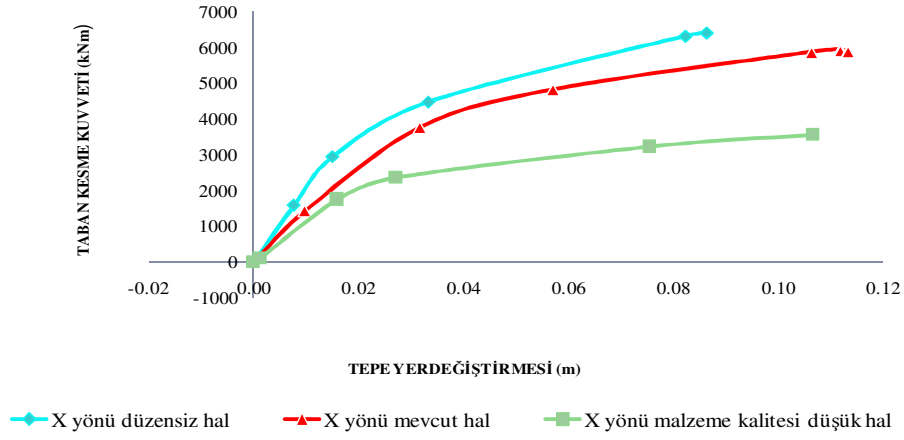


Şekil 5.1: Doğrusal elastik hesap yönteminde kesit hasar bölgeleri % dağılımı

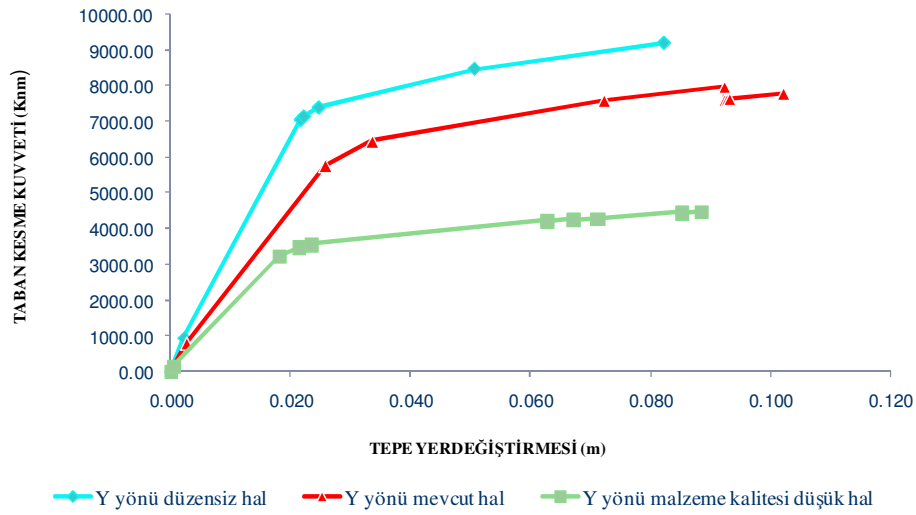
Binanın doğrusal elastik analiz yöntemine göre irdelenen üç durumunun yapısal performansı, doğrusal elastik olmayan analiz yöntemleriyle de incelenmiştir. İlk olarak çözümlenen binanın mevcut durumunda, statik itme analizi yöntemine göre performans noktası bulunarak elemanların bu noktadaki hasar sınırları hesaplanmıştır. İncelenen kiriş, kolon ve perdelerin kesitleri Minimum Hasar Bölgesi ve Belirgin Hasar Bölgesindedir. Belirgin Hasar Bölgesinde çıkan elemanlar toplam elemanların yaklaşık olarak %30'unu oluşturduğu için, yönetmelikte de belirtildiği gibi yapının performans seviyesi Can Güvenliğidir. Düşeyde düzensiz ikinci yapıda da belirlenen bina performans düzeyi Can Güvenliğidir, fakat bu durumda Belirgin Hasar Bölgesine geçen elemanlar toplam elemanların yaklaşık %40'ını oluşturmaktadır. Özellikle B3 tipi düzensizliğin oluşmasına sebep olan y-y doğrultusunda rijit perdelerin ortadan kaldırılmasıyla yapının bu doğrultudaki eleman kesitlerinin daha çok zorlandığı ve P218 perdesinin İleri Hasar Bölgesine geçtiği saptanmıştır. Bu durumda iki yapı da aynı performans bölgesinde olmasına rağmen düşeyde düzensiz olan binanın kesitlerinin daha çok zorlandığı gözlemlenmiştir. Üçüncü çözümlemede kirişlerin %40'dan fazlası Göçme Bölgesine geçmiş olduğu için binanın performans seviyesi "Göçme Durumu" olarak tespit edilmiştir.

Üç yapının x ve y doğrultuları için tepe yerdeğiştirme-taban kesme kuvveti grafikleri Şekil 5.2 ve Şekil 5.3'de, kesit hasar bölgeleri Şekil 5.4'de verilmiştir. Bu yapıların

performans noktalarındaki tepe yerdeğiştirme ve taban kesme kuvveti değerleri de izelge 5.1’deki gibidir.



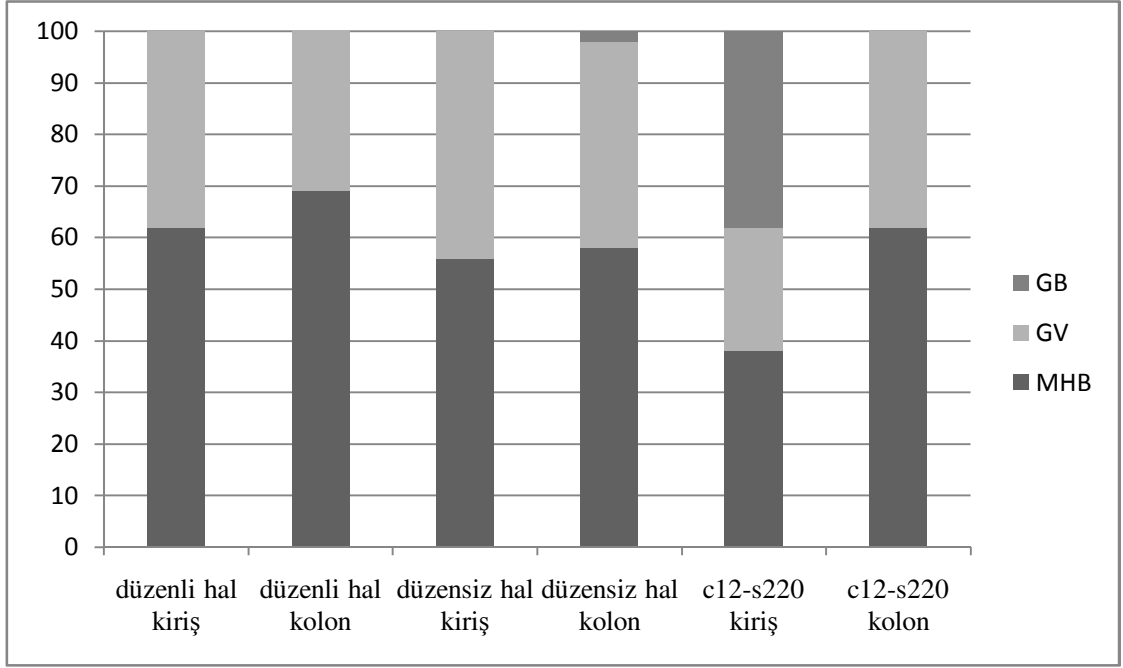
Şekil 5.2: 3 durumun X doğrultusu taban kesme kuvveti-tepe yerdeğiştirme grafiği



Şekil 5.3: 3 durumun Y doğrultusu taban kesme kuvveti-tepe yerdeğiştirme grafiği

Çizelge 5.1: 3 durumun hedef tepe yerdeğiştirme ve hedef taban kesme kuvveti değerleri

Durum	Yön	U _{hedef} (m)	V _{b hedef} (kN)
Mevcut Durum	X	0.1124	5897 .00
	Y	0.0813	7762.79
Düzensiz Durum	X	0.0772	6113.71
	Y	0.0584	8640.50
Malzeme Kalitesi Düşük Durum	X	0.0960	3455.16
	Y	0.0679	4242.54



Şekil 5.4: Doğrusal elastik olmayan hesap yönteminde kesit hasar bölgeleri % dağılımı

Doğrusal elastik hesap yönteminde yapısal performansı belirlemek için kullanılan etki/kapasite oranı ve doğrusal elastik olmayan hesap yönteminde kullanılan elemanların birim şekildeğiştirmesi birbirinden farklı kontrol mekanizmalarıdır. Her iki yöntem ile elde edilen sonuçlar birbirlerine yakın çıkmakla beraber, yine de yapısal performans düzeyleri farklılık gösterebilmektedir.

Çalışmada elde edilen sonuçlar doğrultusunda yapısal performansın kullanılan malzeme kalitesine ve yönetmelikte uyulması öngörülen düzenlilik koşullarına büyük ölçüde bağlı olduğu bir kez daha ortaya konmuştur.

KAYNAKLAR

- Bakkaloğlu, E.**, 2007. Düşeyde Düzensiz Bir Yapının Depreme Dayanıklılığının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Bayhan, B.**, 2003. Düzensiz Betonarme Bir Binanın Boyutlandırılması ve Kolon Eksenindeki Ötelemenin Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Celep, Z. ve Kumbasar, N.**, 2004. Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, Beta Dağıtım, İstanbul.
- Celep, Z. ve Kumbasar, N.**, 2005. Betonarme Yapılar, Beta Dağıtım, İstanbul.
- Celep, Z.**, 2008. Betonarme Taşıyıcı Sistemlerde Doğrusal Olmayan Davranış ve Çözümleme, Beta Dağıtım, İstanbul.
- DBYBHY**, 2007. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, *Bayındırlık ve İskan Bakanlığı*, Ankara.
- Eurocode 8**, 2003. Design of Structures for Earthquake Resistance, *European Committee For Standardization*, Brussels.
- Güney, D.**, 1997. Taşıyıcı Sistemi Düşeyde Düzensiz Binaların Statik ve Dinamik Etkiler Altında İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Kartal, İ.Ö.**, 2006. Düşeyde Düzensiz Binaların Performans Yaklaşımıyla İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Özmen, G. ve diğerleri**, 2005. Örneklerle ETABS, Birsan Yayınevi, İstanbul.
- Özmen, G. ve diğerleri**, 2007. Örneklerle SAP2000-V10, Birsan Yayınevi, İstanbul.
- Öztunç, M.M.**, 1996. Taşıyıcı Sistemi Düşeyde Düzensiz Bir Binanın Statik ve Dinamik Davranışının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- UBC**, 1997. Uniform Building Code, *International Council of Building Officials*, California/U.S.A
- Yaver,Ö.**, 1997. Düşeyde Düzensiz Taşıyıcı Sistemli Çok Katlı Betonarme Bir Binanın Deprem Davranışının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Emre ÜNER

Doğum Yeri ve Tarihi: İstanbul 12.04.1983

Adres: Sakızağacı Mah. Asmalı Sakız Sok. 20/16
Bakırköy/İST.

Lisans Üniversitesi: İstanbul Teknik Üniversitesi

