

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MEVCUT BİR BETONARME YAPININ
ARTİMSAL EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ YÖNTEMİ İLE
PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Hande ŞAHİN
(501091199)**

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yapı Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Kutlu DARILMAZ

OCAK 2014

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501091199 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Hande ŞAHİN**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı **“MEVCUT BİR BETONARME YAPININ ARTİMSAL EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ YÖNTEMİ İLE PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ”** başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Kutlu DARILMAZ**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Doç. Dr. Beyza TAŞKIN**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Nilgün AKTAN
Yıldız Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **16 Aralık 2013**
Savunma Tarihi : **20 Ocak 2014**

Babama ve Eşime,

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum bu çalışmada, mevcut beş katlı bir yapının deprem performansı doğrusal olmayan yöntem olan artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi kullanılarak belirlenmiştir.

Bu tez çalışması için değerli vaktini ayıran, bana fikir veren ve yol gösteren saygıdeğer Tez hocam Sayın Doç. Dr. Kutlu DARILMAZ' a teşekkürü bir borç bilirim. Bu çalışmamda bana yardım eden, desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, eşim Okan GÜNGÖR'e, ve bugünlere gelmemde beni hep destekleyen ve daima yanımda olan aileme sonsuz teşekkür ederim.

Aralık 2013

Hande ŞAHİN
(İnşaat Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
KISALTMALAR.....	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ	xv
SEMBOL LİSTESİ.....	xvii
ÖZET	xix
SUMMARY	xxiii
1. GİRİŞ	1
2. PERFORMANS KAVRAMI	3
2.1 Giriş.....	3
2.2 Performans Seviyeleri.....	3
2.3 Betonarme Elemanlardaki Hasar Sınır Değerleri	4
2.4 Kesit Hasar Sınırları.....	4
2.5 Kesit Hasar Bölgeleri	5
2.6 Değerlendirmede Kullanılacak Deprem Etki Seviyeleri	5
2.7 Binalar İçin Performans Hedefleri	6
3. DOĞRUSAL ELASTİK OLMAYAN YÖNTEMLE PERFORMANSIN BELİRLENMESİ	9
3.1 Doğrusal Olmayan Davranışın Modellenmesi	9
3.1.1 Plastik mafsalsal hipotezi	9
3.1.2 Plastik mafsalsal boyu	10
3.1.3 Plastik mafsalsal kesitinde moment eğrilik ve plastik dönme ilişkileri.....	10
3.1.4 Akma yüzeyleri	12
3.1.5 Doğrusal elastik olmayan yöntemde kullanılan beton modeli	14
3.2 Kesitlerde Moment-Eğrilik Analizi ve Çatlamış Kesit Rijitlikleri	16
3.3 TDY 2007 Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi.....	18
3.3.1 Modal kapasite diyagramının elde edilmesi	19
3.3.2 Modal deprem isteminin belirlenmesi.....	19
3.3.3 Yerdeğiştirme, şekil değiştirme ve iç kuvvet istemlerinin belirlenmesi	23
4. MEVCUT KONUT BİNASININ PERFORMANSININ ARTIMSAL EŞDEĞER DEPREM YÜĞÜ İLE BELİRLENMESİ	25
4.1 Giriş.....	25
4.2 Bina Hakkında Genel Bilgiler	25
4.3 Binanın Modellenmesi	29
4.4 Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü'nün Uygulanabilirlik Tahkiki.....	30
4.5 Plastik Mafsalsal Özelliklerinin Belirlenmesi	32
4.6 Etkin Eğilme Rijitliklerinin Belirlenmesi	35
4.7 Statik İtme Analizi İçin Yapılan Yüklemler	35
4.8 Sap2000 Analiz Sonuçları	36
4.8.1 X yönlü analiz sonuçları.....	36
4.8.2 Y yönlü analiz sonuçları.....	37
4.9 Hedef Yerdeğiştirme Sınırının Belirlenmesi	38
4.9.1 X yönü için hedef yerdeğiştirme sınırının belirlenmesi	38
4.9.2 Y yönü için hedef yerdeğiştirme sınırının belirlenmesi	42
4.10 Kirişler için Birim Şekil Değiştirme İstemlerinin Hesabı	49

4.11 Kirişte Kesme Kuvveti Kapasitesi Kontrolü.....	50
4.12 Kolonlar için Birim Şekil Değişirme İstemlerinin Hesabı	50
4.13 Kolonda Kesme Kuvveti Kapasitesi Kontrolü	54
4.14 Kesit Hasar Tespiti.....	54
4.15 Bina Performans Seviyesinin Belirlenmesi	55
5. SONUÇLAR	57
KAYNAKLAR	59
EKLER.....	61
ÖZGEÇMİŞ	93

KISALTMALAR

DBYBHY	: Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
SAP	: Structural Analysis Program
TS	: Türk Standartı
MN	: Minimum Hasar Sınırı
GV	: Güvenlik Sınırı
GÇ	: Göçme Bölgesi
PUSH_X	: Statik İtme Analizi İle X Doğrultusunda Analiz
PUSH_Y	: Statik İtme Analizi İle Y Doğrultusunda Analiz

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Farklı deprem düzeylerinde öngörülen performans hedefleri.	7
Çizelge 4.1 : X Yönü burulma düzensizliği.	31
Çizelge 4.2 : Modal kütle katılım oranları.....	31
Çizelge 4.3 : X yönü için kapasite diyagramı koordinatlarının hesabı.	39
Çizelge 4.4 : X yönü için hedef yerdeğiştirme.....	41
Çizelge 4.5 : Y yönü için kapasite diyagramı koordinatlarının hesabı.	43
Çizelge 4.6 : Y yönü için hedef yerdeğiştirme.....	45
Çizelge 4.7 : X Yönlü bina kirişlerinin katlara göre hasar bölgeleri dağılımı.	55
Çizelge 4.8 : Y Yönlü bina kirişlerinin katlara göre hasar bölgeleri dağılımı.	55
Çizelge A.1 : Zemin kat kirişlerinin donatı çapları ve adetleri.....	63
Çizelge A.2 : 1.Kat kirişlerinin donatı çapları ve adetleri.....	64
Çizelge A.3 : 2.Kat kirişlerinin donatı çapları ve adetleri.....	65
Çizelge A.4 : 3.Kat kirişlerinin donatı çapları ve adetleri.....	66
Çizelge A.5 : 4.Kat kirişlerinin donatı çapları ve adetleri.....	67
Çizelge A.6 : Zemin kat kolonlarının donatı çapları ve adetleri.	68
Çizelge A.7 : 1. Kat kolonlarının donatı çapları ve adetleri.	69
Çizelge A.8 : 2. Kat kolonlarının donatı çapları ve adetleri.	70
Çizelge A.9 : 3. Kat kolonlarının donatı çapları ve adetleri.	71
Çizelge A.10 : 4. Kat kolonlarının donatı çapları ve adetleri.	72
Çizelge B.1 : X Yönü Zemin kat kirişlerin hasar bölgeleri.	73
Çizelge B.2 : X Yönü 1. Kat kirişlerin hasar bölgeleri.	74
Çizelge B.3 : X Yönü 2. Kat kirişlerin hasar bölgeleri.	75
Çizelge B.4 : X Yönü 3. Kat kirişlerin hasar bölgeleri.	76
Çizelge B.5 : Y Yönü Zemin kat kirişlerin hasar bölgeleri.	77
Çizelge B.6 : Y Yönü 1. Kat kirişlerin hasar bölgeleri.	78
Çizelge B.7 : Y Yönü 2. Kat kirişlerin hasar bölgeleri.	79
Çizelge B.8 : Y Yönü 3. Kat kirişlerin hasar bölgeleri.	80

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Kesit hasar bölgeleri ve performans sınırları grafiği.	5
Şekil 3.1 : İki doğrulu moment eğrilik diyagramı.....	10
Şekil 3.2 : Moment-plastik dönme diyagramı.	11
Şekil 3.3 : 30x60 kolon kesitine ait asal eksenle 0° açı yapan Moment-Normal Kuvvet etkileşim diyagramı.....	12
Şekil 3.4 : 30x60 kolonuna ait Sap2000 programında tanımlanan plastik mafsallık ve akma yüzeyleri.	13
Şekil 3.5 : Asal eksenle 30° açı yapan kolon kesitine ait Moment-Normal Kuvvet etkileşim diyagramı.	13
Şekil 3.6 : Sargılı ve sargısız beton modelleri.....	14
Şekil 3.7 : Donatı çeliği için gerilme – şekil değiştirme grafiği.	16
Şekil 3.8 : 30x50 Kirişin etkin eğilme rijitliği çarpanı.	17
Şekil 3.9 : 30x75 Kolonun 2. kata ait etkin eğilme rijitliği çarpanı.	17
Şekil 3.10 : Performans noktasının belirlenmesi ($T_1^{(1)} \geq T_B$).	21
Şekil 3.11 : Performans noktasının belirlenmesi ($T_1^{(1)} \leq T_B$, $C_{R1}=1$).	22
Şekil 3.12 : Performans noktasının belirlenmesi ($T_1^{(1)} \leq T_B$).	22
Şekil 4.1 : Yapının zemin kat kalıp planı.	26
Şekil 4.2 : Yapının normal katlar kalıp planı.....	27
Şekil 4.3 : Binanın üç boyutlu modeli.....	29
Şekil 4.4 : Mander sargısız betonun gerilme-şekil değiştirme grafiği.	32
Şekil 4.5 : Mander sargılı betonun gerilme-şekil değiştirme grafiği.	33
Şekil 4.6 : Donatı çeliğinin gerilme-şekil değiştirme grafiği.	33
Şekil 4.7 : K30x50 kirişin moment-eğrilik ilişkisi.	34
Şekil 4.8 : S40x40 kolonun moment eksenel kuvvet etkileşim diyagramı.	34
Şekil 4.9 : S40x40 kolonun 90° 'deki moment-eğrilik ilişkisi.	34
Şekil 4.10 : Programa tanıtılan X yönündeki itme analizi veri girişi.	35
Şekil 4.11 : Yapının X yönündeki taban kesme kuvveti-tepe yerdeğiştirme grafiği..	36
Şekil 4.12 : Yapının Y yönündeki taban kesme kuvveti-tepe yerdeğiştirme grafiği..	37
Şekil 4.13 : Yapının X yönündeki spektral ivme – spektral yerdeğiştirme grafiği.....	38
Şekil 4.14 : Yapı parametrelerine bağlı olarak Z3 zemin cinsi için spektrum eğrisi.	40
Şekil 4.15 : X yönlü spektral ivme spektral deplasman spektrumu.....	40
Şekil 4.16 : X yönlü modal kapasite davranış spektrumu.	41
Şekil 4.17 : Yapının Y yönündeki spektral ivme – spektral yerdeğiştirme grafiği.....	42
Şekil 4.18 : Yapı parametrelerine bağlı olarak Z3 zemin cinsi için spektrum eğrisi.	44
Şekil 4.19 : Y yönlü spektral ivme spektral deplasman spektrumu.....	44
Şekil 4.20 : Y yönlü modal kapasite davranış spektrumu.	45
Şekil 4.21 : X yönlü itme analizi sonucu oluşan genel plastik mafsallık dağılımı.	46
Şekil 4.22 : X yönlü itme analizi sonucu 6 nolu akstaki plastik mafsallık dağılımı.	47
Şekil 4.23 : X yönlü itme analizi sonucu 1 nolu akstaki plastik mafsallık dağılımı.	47
Şekil 4.24 : Y yönlü itme analizi sonucu oluşan genel plastik mafsallık dağılımı.	48
Şekil 4.25 : Y yönlü itme analizi sonucu A nolu akstaki plastik mafsallık dağılımı.	48
Şekil 4.26 : 30x75 kolon kesitine ait donatı düzeni.	51
Şekil 4.27 : 30x75 kolona ait zayıf yöndeki eksenel kuvvet - eğrilik ilişkisi.	52
Şekil 4.28 : 30x75 kolona ait kuvvetli yöndeki eksenel kuvvet - eğrilik ilişkisi.....	53

Şekil 5.1 : Yapının X yönlü zemin kat kolonları kesme kuvveti kapasite diyagramı.	57
Şekil 5.2 : Yapının Y yönlü zemin kat kolonları kesme kuvveti kapasite diyagramı.	58
Şekil C.1 : Z.Kat 30X60 kolonu X yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.	81
Şekil C.2 : Z.Kat 30X60 kolonu Y yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.	81
Şekil C.3 : 1.Kat 30X60 kolonu Y yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.	82
Şekil C.4 : 1.Kat 30X60 kolonu Y yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.	82
Şekil C.5 : 2.Kat 30X60 kolonu X yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.	83
Şekil C.6 : 2.Kat 30X60 kolonu Y yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.	83
Şekil C.7 : 3.Kat 30X60 kolonu X yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.	84
Şekil C.8 : 3.Kat 30X60 kolonu Y yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.	84
Şekil C.9 : Z.Kat 30X75 kolonu X yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.	85
Şekil C.10 : Z.Kat 30X75 kolonu Y yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.	85
Şekil C.11 : 1.Kat 30X75 kolonu X yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.	86
Şekil C.12 : 1.Kat 30X75 kolonu Y yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.	86
Şekil C.13 : 2.Kat 30X75 kolonu X yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.	87
Şekil C.14 : 2.Kat 30X75 kolonu Y yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.	87
Şekil C.15 : 3.Kat 30X75 kolonu X yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.	88
Şekil C.16 : 3.Kat 30X75 kolonu Y yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.	88
Şekil C.17 : Z.Kat 40X40 kolonu X yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.	89
Şekil C.18 : Z.Kat 40X40 kolonu Y yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.	89
Şekil C.19 : 1.Kat 40X40 kolonu X yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.	90
Şekil C.20 : 1.Kat 40X40 kolonu Y yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.	90
Şekil C.21 : 2.Kat 40X40 kolonu X yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.	91
Şekil C.22 : 2.Kat 40X40 kolonu Y yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.	91
Şekil C.23 : 3.Kat 40X40 kolonu X yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.	92
Şekil C.24 : 3.Kat 40X40 kolonu Y yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.	92

SEMBOL LİSTESİ

A_c	: Kolon bürüt enkesit alanı
A_s	: Boyuna donatı alanı
a_i	: Düşey donatıların eksenleri arasındaki mesafe
$a_1^{(i)}$	: (i)' inci itme adımı sonunda elde edilen birinci moda ait modal ivme
a_{y1}	: Birinci moda ait eşdeğer akma ivmesi
b_0, h_0	: Betonarme elemanın boyutları
b_w	: Kolon hesap genişliği
C_{R1}	: Birinci moda ait spectral yerdeğiştirme oranı
d	: Kolon, kiriş faydalı kesit yüksekliği
d_{bl}	: Boyuna donatı çapı
$d_1^{(i)}$	: (i)' inci itme adımı sonunda elde edilen birinci moda ait modal yerdeğiştirme
$d_1^{(p)}$	: En son (p)'inci itme adımı sonunda elde edilen birinci moda ait maksimum modal yerdeğiştirme (modal yerdeğiştirme istemi)
E_c	: Betonun elastisite modülü
E_s	: Donatı çeliğinin elastisite modülü
EI_{eff}	: Çatlamış kesit rijitliği
f_c	: Sargılı betonda beton basınç gerilmesi
f_{cc}	: Sargılı beton dayanımı
f_{ck}	: Betonun karakteristik dayanımı
f_{co}	: Sargısız betonun basınç dayanımı
f_{cm}	: Mevcut betonun dayanımı
f_{ctm}	: Mevcut betonun çekme dayanımı
f_e	: Etkili sargılama basıncı
f_s	: Donatı çeliğindeki gerilme
f_{sy}	: Donatı çeliğinin akma dayanımı
f_{su}	: Donatı çeliğinin kopma dayanımı
f_{yk}	: Donatı çeliğinin karakteristik akma dayanımı
f_{yw}	: Enine donatının akma dayanımı
g	: Yerçekimi ivmesi (9.81 m/s^2)
I	: Yapı önem katsayısı
k_e	: Sargılama etkinlik katsayısı
L	: Kolon boyu
L_p	: Plastik mafsallık boyu
ℓ_n	: Kolon net boyu
m	: Yapının kütlesi
m_i	: Yapının i' inci katının kütlesi
M_{x1}	: x deprem doğrultusunda doğrusal elastik davranış için tanımlanan birinci (hakim) moda ait etkin kütle
M_1	: n' inci doğal titreşim moduna ait modal kütle
M_{22}	: Yapının Y yönündeki eğilme momenti
M_{33}	: Yapının X yönündeki eğilme momenti
P	: Normal kuvvet
s	: Sargı donatısı boyuna etriye aralığı
S_a	: Elastik spektral ivme
S_{ae1}	: İtme analizinin ilk adımında birinci moda ait elastik spektral ivme

S_{de1}	: İtme analizinin ilk adımında birinci moda ait doğrusal elastik spektral yerdeğiştirme
S_{di1}	: Birinci moda ait doğrusal elastik olmayan spektral yerdeğiştirme
T_1	: Yapının birinci modal titreşim periyodu
$T_1^{(1)}$	: Başlangıçtaki (i=1) itme adımında birinci (deprem doğrultusunda hakim) titreşim moduna ait doğal titreşim periyodu
T_A, T_B	: Spektrum karakteristik periyotları
$u_{xN1}^{(i)}$	: Binanın tepesinde (N' inci katında) x deprem doğrultusunda (i)' inci itme adımı sonunda elde edilen birinci moda ait yerdeğiştirme
$u_{xN1}^{(p)}$	: Binanın tepesinde (N' inci katında) x deprem doğrultusunda tepe yerdeğiştirme istemi
V_c	: Betonun kesme dayanımına katkısı
V_e	: Kolonlarda enine donatı hesabında esas alınan kesme kuvveti
V_w	: Sargı donatısı ile karşılanan kesme kuvveti
V_e	: Eğilme kapasitesi ile uyumlu kapasite kesme kuvveti
V_2	: Yapının X doğrultusunda kesme kuvveti
V_3	: Yapının Y doğrultusunda kesme kuvveti
$V_{x1}^{(i)}$	: x deprem doğrultusunda (i)' inci itme adımı sonunda elde edilen birinci (hakim) moda ait taban kesme kuvveti
Φ_{xN1}	: Binanın tepesinde (N' inci katında) x deprem doğrultusunda birinci moda ait mod şekli genliği
Γ_{x1}	: x deprem doğrultusunda birinci moda ait katkı çarpanı
ρ_s	: Toplam enine donatının hacımsal oranı
ρ_x, ρ_y	: İlgili doğrultulardaki enine donatı hacımsal oranı
ϵ_c	: Beton basınç birim şekildeğiştirmesi
ϵ_{cc}	: Maksimum beton basınç gerilmesi değerinde basınç birim şekil değiştirmesi
ϵ_{cu}	: Sargılı betondaki maksimum basınç birim şekildeğiştirmesi
ϵ_{su}	: Donatı çeliğinin kopma birim şekildeğiştirmesi
ϵ_{sy}	: Donatı çeliğinin akma birim şekildeğiştirmesi
ϵ_{sh}	: Donatı çeliğinin pekleşmeli uzama birim şekildeğiştirmesi
$\omega_1^{(1)}$	: Başlangıçtaki (i=1) itme adımında birinci (deprem doğrultusunda hakim) titreşim moduna ait doğal açısal frekans
ω_B	: İtme spektrumunda karakteristik periyoda karşı gelen doğal açısal frekans
K	: Eğrilik
ϕ	: Dönme (radyan)

MEVCUT BİR BETONARME YAPININ ARTIMSAL EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ YÖNTEMİ İLE PERFORMANSININ BELİRLENMESİ

ÖZET

Ülkemizin aktif bir deprem kuşağında yer alması sonucu, mevcut binaların depreme karşı dayanıklı ve güvenilir olması sorgulanır hale gelmiştir. Mevcut yapıların kuvvete dayalı yöntemler yerine şekildeğiştirme esasına dayalı yöntemler ile performans değerlendirmesi önem kazanmıştır. Bunun bir sonucu olarak, yapının deprem anında meydana gelebilecek hasarları, kapasite kayıplarını veya yapının göçme mekanizma durumlarını gözlemlemek mümkün olmaktadır. Binaların deprem performansı yeni bir kavramdır. Deprem performansı, tanımlanan deprem etkisi altında bir binada oluşabilecek hasar düzeyine ve dağılımına bağlı olarak belirlenen yapı güvenliği durumu olarak tanımlanabilir.

Bu çalışmada, mevcut beş katlı betonarme bir yapının “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007” de anlatılan doğrusal olmayan yöntemlerden artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi kullanılarak deprem performans seviyesinin belirlenmesi anlatılmıştır. İtme analizi tanım olarak, yapısal sistemin birinci elastik doğal titreşim modu ile uyumlu sabit yatay yük dağılımı altında adım adım ittirilmesidir. Her itme adımında oluşan hasarlar (plastik mafsallar) nedeniyle yapısal sistemin azalan rijitliği ve dayanımı belirlenebilir. İtme analizi sonunda her adımda hesaplanan taban kesme kuvveti-tepe yerdeğiştirme değerleri ile itme eğrisi oluşturulur. Ayrıca itme eğrisi çok serbestlik dereceli sistemin yatay yük altında dayanımını ve süneklik kapasitesini de tanımlar.

Yönetmeliğimizde yer alan deprem düzeyleri, mevcut binaların deprem performansının belirlenmesi için maksimum yer ivmesine bağlı olarak ve zemin sınıflarını dikkate alarak tanımlanan davranış spektrumları şeklinde tanımlanmaktadır. Üç farklı deprem düzeyi vardır. Bu tez çalışması kapsamında incelenen yapı türü konut binası olduğu için 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem düzeyi kullanılmıştır. Şekil değiştirmeye dayalı performans değerlendirmesinde, yapı için hedef yerdeğiştirme değeri hesaplanır. Bu değer altında itme analizi sonucunda, yapı elemanlarının sünek davranışa ilişkin plastik şekil değiştirme istemleri önceden belirlenmiş şekil değiştirme sınırları ile karşılaştırılarak yapısal performans değerlendirilmesi yapılmaktadır. Özet olarak, mevcut binanın sonlu elemanlar yöntemini kullanan bir bilgisayar programı yardımıyla, üç boyutlu modeli kurularak doğrusal olmayan yöntem ile analizi yapılmış ve sonuçları irdelenmiştir.

Sunulan çalışmanın birinci bölümünde, çalışmanın içeriği ve performans kavramı genel hatlarıyla anlatılmaya çalışılmıştır. Artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi ile performans değerlendirmesinin esasına genel bir bakış yapılmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde, performans kavramından bahsedilmiş, betonarme elemanlardaki hasar sınır değerleri ve hasar bölgeleri kavramsal olarak anlatılmıştır. Betonarme elemanların beton ve çeliğe ait gerilme-şekildeğiştirme özellikleri dikkate alınarak yapılan kesit analizlerinde kesitin moment kapasitesi ve inelastik deformasyon kapasitesi hesaplanabilir. Bu şekilde kesite ait hasar seviyeleri sayısal olarak tanımlanmaktadır. Performans seviyeleri, yapıda belirli bir deprem etkisi altında meydana gelmesi öngörülen hasar miktarlarının sınır durumlarıdır. Analizi

yapılan mevcut betonarme bina konut türü bir yapı olduğu için, deprem performansının belirlenmesinde esas alınacak deprem düzeyi ve öngörülen minimum performans hedefi “Can Güvenliği” performans düzeyidir.

Üçüncü bölümde, doğrusal olmayan yöntemle performansın nasıl belirlendiği ayrıntılı şekilde anlatılmıştır. Bu bölüm kapsamında doğrusal olmayan davranışın modellenmesinde her bir plastik mafsallık kesitinde Mander sargılı ve sargısız beton modelleri kullanılarak, iki doğrulu moment eğrilik diyagramları elde edilmiştir. Beton modeli kurulurken paspayı (sargısız kısım), çekirdek betonu ve donatı çeliği olmak üzere üç malzemeli olarak programa veri girişi yapılmıştır. Ayrıca doğrusal olmayan analizde çatlamış kesit rijitlikleri kullanılmıştır. Kolonların plastik mafsallık tanımlaması ise moment-eksenel kuvvet diyagramları oluşturularak sağlanmıştır. Artımsal eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanabilmesi için mevcut binanın sağlaması gereken kriterler üzerinde durulmuştur. Bu şartlar, TDY 2007’ de şu şekilde anlatılmıştır.

- Bina kat sayısının bodrum kat hariç 8 ‘den fazla olmaması,
- Doğrusal elastik davranışa göre hesaplanan burulma düzensizliği katsayısının $n_{br} < 1.4$ koşulunu sağlaması,
- Göz önüne alınan deprem doğrultusunda, doğrusal elastik davranış esas alınarak hesaplanan birinci titreşim moduna ait etkin kütle, toplam bina kütlelerine oranının en az 0.70 olması,

Bu şartlar sağlandıktan sonra mevcut yapıya artan eşdeğer deprem kuvvetleri uygulanarak, tepe yerdeğiştirmesi ile taban kesme kuvveti arasındaki ilişki incelenmiştir. İtme analizinin ana adımları detaylı bir şekilde verilmiştir. Bununla birlikte binanın performans seviyesine, hasar dağılımları incelenerek nasıl karar verildiği anlatılmıştır.

Dördüncü bölümde, incelenen konut yapısı hakkında genel bilgiler verilmiştir. Tez çalışmasının bu bölümü, performans analizinin nasıl yapılacağı ve yorumlaması üzerine sayısal bir çalışma şeklinde sunulmuştur. Mevcut yapı beş katlı bir konut binasıdır. Taşıyıcı yapı sistemi, sadece çerçeve sistemden oluşmaktadır. Yapı Y yönünde simetrik. Bu bölümde, ayrıca yapının moment eğrilik ilişkileri ve çatlamış kesit rijitlikleri sayısal olarak incelenmiştir. Betonarme kesit için yapılan moment-eğrilik analizi sonucunda kesitin süneklik kapasitesi sayısal olarak hesaplanabilir. Betonarme kesitler için süneklik, kesitin dayanımını (moment dayanımı) kaybetmeden yapabileceği inelastik deformasyon kapasitesi olarak da tanımlanabilir. Betonarme elemanlar için sünek davranışın diğer şartı eğilme altındaki kesitin kesme kuvveti altında göçmemesidir.

Yapının plastik mafsallık özellikleri, kesit analiz programı kullanılarak belirlenmiştir. Analiz modeli Sap2000 programında çubuk elemanlar kullanılarak oluşturulmuştur. Kirişleri için M3 plastik mafsallık kullanılmıştır. Kolonlarda ise plastik mafsallar, akma yüzeyleri tanımlanarak P-M2-M3 plastik mafsallık olarak kullanılmıştır. Akma yüzeyleri tanımlanırken her 30° de bir moment-eksenel kuvvet etkileşim diyagramları oluşturulmuştur. Plastik mafsalların kiriş ve kolonların uçlarında olduğu ve plastik mafsallık boyu kesit yüksekliğinin yarısı olduğu kabul edilmiştir. Statik itme analizi yapılırken programa doğrusal olmayan modal itme analizleri tanıtılmıştır. Bu analizlerin başlangıç noktası ise düşey yüklerdir. İki ana doğrultuda yapılan itme analizinin taban kesme kuvveti-tepe yerdeğiştirme ilişkisi, modal kapasite diyagramları grafikler halinde sunulmuştur. Performans noktasına ulaşıldığında, kesitte bulunan normal kuvvet ve eğilme momenti esas alınarak kesitteki şekil değiştirme durumu (betonun en büyük kısalması ve donatının en büyük uzaması) hesap edilir. Bu değerlendirme sonucunda bina performans seviyesinin belirlenmesi sağlanmıştır.

Son bölümde ise, artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi ile performans düzeyi belirlenen mevcut binanın ortaya çıkan sonuçları değerlendirilmiş ve öngörülen performans seviyesi ile uygunluğu yorumlanmıştır. Artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi ile performans değerlendirmesinin sonucunda genel olarak plastik mafsalların ilk iki katta yoğunlaştığı ve ilk plastik mafsal oluşumlarının kirişlerde gerçekleştiği ortaya çıkmıştır. En üst kat kirişlerinde ve kolonlarında plastik mafsal oluşumu gözlenmemiş, yapısal elemanların elastik sınırlar içerisinde kaldığı belirlenmiştir.

Kirişlerin katlara göre kesit hasar dağılımına bakıldığı zaman ilk üç katın kirişlerinin belirgin hasar bölgesinde yoğunlaştığı, diğer katların kesit hasar durumları ise minimum hasar bölgesinde kaldığı görülmektedir. Kolonlarda kesit hasar durumuna bakıldığı zaman ağırlıklı olarak ilk kat kolonlarının incelenmesi yeterli olmaktadır. Diğer kat kolonlarının X ve Y yönlü itme analizi sonucu oluşan eğilme momentlerinin kolon eğilme moment kapasitelerine ulaşmadığı, böylece elastik sınırlar içerisinde kaldığı ortaya çıkmaktadır. Kolonlarda ileri hasar bölgesine geçen sadece iki kolon bulunmaktadır. Diğer kolonların plastikleşen tüm kesitleri belirgin hasar bölgesi veya minimum hasar bölgesinde kalmaktadır. Depremi elastik dayanım istemi ve sunulan dayanım açısından yapıyı incelersek; X yönündeki dayanım fazlalığı katsayısı 2.15, Y yönündeki dayanım fazlalığı katsayısı 2.47 'dir. Betonarme yapılar için bu değer çeşitli faktörlere bağlı olarak 1.5 ile 3 arasında değişmektedir. Ayrıca yapının dayanım fazlalığı katsayısının 1.5' dan büyük olması yapının sünek davrandığının bir göstergesidir. Sonuç olarak, doğrusal olmayan yöntemle yapılan performans değerlendirmesinde taşıyıcı elemanların kesit hasar durumlarının, beklenen sınırların içerisinde kaldığı gözlemlenmiştir. Yani bina öngörülen minimum performans hedefi olan Can Güvenliği performans seviyesini sağlamaktadır.

SEISMIC PERFORMANCE EVALUATION OF AN EXISTING REINFORCED CONCRETE STRUCTURE BY INCREMENTAL EQUIVALENT EARTHQUAKE LOAD METHOD

SUMMARY

As our country is over an active earthquake zone, earthquake resistivity and safety of the existing buildings has become questionable. It has become more prominent to seismic performance assessment of the existing buildings, deformation based methods instead of force based methods. As a result of this it is possible to observe, damages on the building during the earthquake, capacity losses or collapsing mechanisms. Earthquake performance of the buildings is a new concept. Earthquake performance can be described as; building safety status according to possible level and distribution of damage under the defined earthquake effect.

In this study, earthquake performance level of a five storey concrete building by using incremental equivalent earthquake load method from one of the non-linear methods explained in “Specification for Buildings to be Built in Seismic Zones 2007”, are represented. Pushover analysis means, incrementally pushing of structural system under compatible constant horizontal load distribution with first elastic natural vibration mode. The decreasing rigidness and strength of the structural system can be identified by the damages (plastic hinges) occurring in every pushing step. At the end of push analysis, pushing curve is created by ground shear force – top displacement values that are calculated in each step. Besides, pushover curve defines the strength and ductility of system with multi degrees of freedom, under horizontal load.

Earthquake levels in our regulation are defined as; behaviour spectrum identified by considering local site classes and maximum peak ground acceleration, for specifying earthquake performance of the existing building. There are three different types of earthquake levels. As the residential building type is being analysed in the scope of this thesis study, the earthquake level of 10% probability of exceeding occurrence in 50 years is used. In the deformation based performance evaluation, target displacement value is calculated for the building. Under this value in the result of pushover analysis, structural performance evaluation is done by comparing plastic deformation volitions and anticipated deformation limits. As a summary, the existing building is modeled in a computer program using the finite element method and is analyzed by nonlinear methods, then the results are discussed.

In the first part of the presented study, the content of the study and the performance concept is explained by the essentials. By the “Incremental Equivalent Earthquake Load Method” a general view to the performance evaluation basis is done.

In the second part of the study the performance concept is mentioned, damage limit values and damage areas in concrete elements are conceptually explained. In the cross section analysis by considering reinforced concrete elements stress-deformation features of concrete and steel, the moment capacity and inelastic deformation capacity can be calculated. By this way sectional damage levels can be identified numerically. Performance levels are the ranges of expected damage amounts on building to occur under a defined earthquake effect. As the analysed

existing concrete building is residential, while defining the earthquake performance, anticipated minimum building target is life safety performance level.

In the third part, how the performance is defined by a non-linear method is explained in details. In the scope of this part; in the modelling of non-linear behaviour, bilinear moment curvature diagrams are derived by using Mander confined and Mander unconfined concrete models used in each plastic hinge cross-section. While the concrete model is being prepared, the three materials of concrete cover (unconfined), core concrete and reinforcement steel, data entries are made to the program. Additionally in the non-linear analysis, cracked cross-section rigidity is used. Plastic hinge definitions of columns are provided by generating axial-moment force diagrams. For the incremental equivalent earthquake method to be able to be applied, the criteria's that the existing building should have is emphasised. The conditions are explained in TEC 2007 as follows.

- The storey number of the building should not be more than 8, excluding the basement,
- The torsional irregularity coefficient that is calculated according to linear elastic behaviour should have the condition of $n_{bi} < 1.4$,
- In the direction of considered earthquake, the ratio of total building mass to the effective mass belonging to first vibration that is calculated based on linear elastic behaviour, should be at least 0.70.

After these conditions are sustained, by applying increasing equivalent earthquake forces on the existing building, the relationship between top displacement and ground shear force is observed. The main steps of the pushover analysis are given in details. Besides, by examining the damage distributions, it is explained how the building performance level is decided.

In the fourth part, general information is given about the inspected residence's structure. This part of the thesis study, is presented as a numerical study on how to do and interpret performance analysis. The present building is a five storey residential building. The structural behaviour system is consisting of only frame system. The building is symmetric in Y direction. In this part also, moment curvature relations and cracked cross section rigidnesses are observed numerically. As a result of moment-curvature analysis, for the ductility capacity of the cross section can be calculated numerically. Ductility for the reinforced concrete cross-sections can also be defined as, the inelastic deformation capacity that the cross-section can do without losing the strength. The other condition of ductile behaviour for the reinforced concrete elements is not to collapse under shear force.

Plastic hinge properties of the building are defined by cross section analysis program. Analysis model is created in Sap2000 by using frame elements. For the beams, M3 plastic hinge is used. In columns, plastic hinges are used as a P-M2-M3 plastic hinge by defining yielding surfaces. While defining yielding surfaces, axial moment-force interaction diagrams are created in every 30°. It is assumed that plastic hinges are occurring on the end of beams, columns and it is also assumed that plastic hinge length is half of cross section height. While doing static pushover analysis, nonlinear modal pushing analyses are defined in the program. The beginning points of these analyses are vertical loads. Modal capacity diagrams and relationship between top displacement and ground shear force, is presented graphically. When the performance target point is reached, by using the axial force and bending moment in cross section, deformations (strain of concrete and steel) is calculated. As a result of this evaluation, building performance level is defined.

In the last part, the results gathered from the computed performance level of the existing building by using the incremental equivalent earthquake load method is

evaluated and conformity with the anticipated performance level is interpreted. In the result of performance evaluation by using the incremental equivalent load method, it is found out that generally plastic hinges are concentrated in first two floors and first hinges occurred in beams. In the top most storey beams and columns, no hinges are observed, it is seen that structural elements is in elastic limits.

When the cross section damage distribution according to storeys are checked, it is seen that first three floors beams concentrate on marked damage region, and other storey's cross section damages are on minimum damage region. When the cross section damage in columns are checked, it is enough to observe mostly first floor columns. It is found out that, the bending moments occurring as a result of the other storey columns' X and Y direction pushover analysis, don't reach the capacities of column bending moment, thus they stay in elastic limits. There are only two columns that pass to marked damage region. Other columns' all plasticized cross sections, stay in marked and minimum damage region. When we analyze the building form the point of elastic strength volition, overstrength coefficient in X direction is 2.15, overstrength coefficient in Y direction is 2.47. For the reinforced concrete buildings this value is varying between 1.5 and 3, depending on various different factors. Besides, as the overstrength coefficient is bigger than 1.5, this shows that the building is behaving ductile. As a result, in performance evaluation with nonlinear methods, it is seen that structural elements' cross sectional damages is observed to be in expected limits. In other words, The building provides the minimum performance target, that is life safety performance level.

1. GİRİŞ

Deprem kuşağında yer alan ülkemiz için, mevcut yapıların güvenilirliği sorgulanır hale gelmiş, bunun bir sonucu olarak da mevcut yapıların deprem performanslarının belirlenmesi önem kazanmıştır. Özellikle son on yılda ülkemizde mevcut yapıların performanslarının değerlendirilmesi üzerine bir çok çalışma ve uygulama yapılmıştır. “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik” in yedinci bölümünde yapıların deprem etkileri altındaki performans değerlendirilmesinde uygulanacak hesap adım ve kuralları ile, esas alınacak temel ilkelere yer verilmiştir.

Performans kavramı çerçevesinde mevcut bir yapının doğrusal olmayan yöntemlerden “Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü” yöntemi kullanılarak analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Yüksek Lisans Tezi kapsamında ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Mevcut betonarme yapıyı en iyi şekilde yansıtmak suretiyle sonlu elemanlar modeli kurulmuş, kurulan matematiksel modelin analizleri sonucunda ortaya çıkan veriler, grafikler veya çizelgeler halinde gerek sözlü gerek ise, sayısal biçimde açıklanmaya çalışılmıştır.

Yapı sisteminin performansının belirlenmesinde doğrusal olmayan yöntemler olan “Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü İle İtme Analizi” den yararlanılmıştır. Bu yöntem şekildeğiştirme esasına dayanmaktadır. Yapı için belirlenen hedef yerdeğiştirme altında itme analizi tamamlanmış yapı elemanlarının sünek davranışa ilişkin plastik şekil değıştirme istemleri önceden belirlenmiş şekil değıştirmeler ile karşılaştırılarak yapısal performans değerlendirilmesi yapılmaktadır.

Sonuç olarak analiz sonuçları değerlendirilmiş ve mevcut yapının deprem performans seviyesi belirlenmiştir.

2. PERFORMANS KAVRAMI

2.1 Giriş

Binaların deprem hesapları DBYHY 2007' ye göre yatay yükler etkisi altında elemanların elastik sınırlar içersinde kaldığı kabulüne göre yapılır. Yatay yüklerin katlara dağıtılması sonucu yerdeğiştirmeler ve iç kuvvetler bulunmaktadır. Fakat gerçekte yapı elemanları lineer elastik davranışın dışına çıkabilmekte birbirlerinin davranışını etkileyebilmektedir. Bazı elemanlar lineer elastik davranış sergilerken bazı elemalar göçme yük eğrisine ulaşabiliyor. Yani kısacası elastik ötesi davranıyorlar.

Performans kavramının ortaya çıkması ile özellikle mevcut yapıların güvenliğinin belirlenmesi önem kazanmış ve gerçeğe yakın bilgiler elde edilmeye çalışılmıştır. Performans değerlendirilmesinde yapılan ilk adım, talep deprem etki seviyesi ve belirlenmiş performans seviyesinin birleştirilmesi ile elde edilen “Hedef Performans Noktası” dır [1].

Performansın amacı binanın olası bir depremde göstereceği davranış tanımlamaktadır. Deprem performansı, yapının önceden kabul edilen sınırlar dahilinde oluşabilecek maksimum hasar durumlarının belirlenmesi ve sınıflandırılması durumunu da ifade etmektedir.

Bu bölüm bize DBYBHY 2007 'de belirtilen performans seviyeleri ve bu seviyelerin nasıl tespit edileceği hakkında bilgi verecektir

2.2 Performans Seviyeleri

Mevcut yapıların deprem etkisi altındaki performanslarının değerlendirilmesinde özellikle son yıllarda, yeni bir yaklaşım ile geleneksel doğrusal analiz yöntemleri yerine doğrusal olmayan analiz yöntemlerinden “Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü ile İtme Analizi veya “Zaman Tanım Alanında Hesap” yöntemlerinin kullanıldığı söylenebilir. Bu yöntemler şekil değıştirme esasına dayanmaktadır. Şekil değıştirmeye göre performans değıştirmesi, deprem etkisi altında meydana gelebilecek olası hasarın doğrudan tahmin edilebilmesini sağlaması açısından doğru ve gerçekçi bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir. Performans seviyeleri, yapıda

belirli bir deprem etkisi altında meydana gelmesi öngörülen hasar miktarlarının sınır durumlarıdır. Beton ve çeliğin birim şekil değiştirme değerleri daha önceden tanımlanmış birim şekil değiştirmeler ile kıyaslanarak eleman düzeyinde taşıyıcı sistem performansı belirlenecektir.

2.3 Betonarme Elemanlardaki Hasar Sınır Değerleri

Plastik şekil değiştirmelerin meydana geldiği betonarme sünek taşıyıcı sistem elemanlarında, çeşitli kesit hasar sınırlarına göre izin verilen şekilde değiştirme üst sınırları aşağıda tanımlanmıştır [2]:

Kesit Minimum Hasar Sınırı (MN) : İlgili kesitte elastik ötesi davranışın başlangıcı olarak tanımlanmaktadır. Kesitin en dış lifindeki beton basınç birim şekil değiştirmesi ile donatı çeliği birim şekil değiştirmesi üst sınırları;

$$(\epsilon_{cu})_{MN} = 0.0035 \quad ; \quad (\epsilon_s)_{MN} = 0.010$$

Kesit Güvenlik Sınırı (GV): İlgili kesitin dayanımını güvenli olarak sağlayabileceği elastik ötesi davranışın sınırı olarak tanımlanmaktadır. Etriye içindeki bölgenin dış lifindeki beton basınç birim şekil değiştirmesi ile donatı çeliği birim şekil değiştirmesi üst sınırları;

$$(\epsilon_{cg})_{GV} = 0.0035 + 0.01(\rho_s / \rho_{sm}) \leq 0.0135 \quad ; \quad (\epsilon_s)_{GV} = 0.040$$

Kesit Göçme Sınırı (GV): Kesitin göçme öncesi davranışının sınırını tanımlamaktadır. Etriye içindeki bölgenin en dış lifindeki beton basınç birim şekil değiştirmesi ile donatı çeliği birim şekil değiştirmesi üst sınırları;

$$(\epsilon_{cg})_{GÇ} = 0.004 + 0.014(\rho_s / \rho_{sm}) \leq 0.018 \quad ; \quad (\epsilon_s)_{GV} = 0.060$$

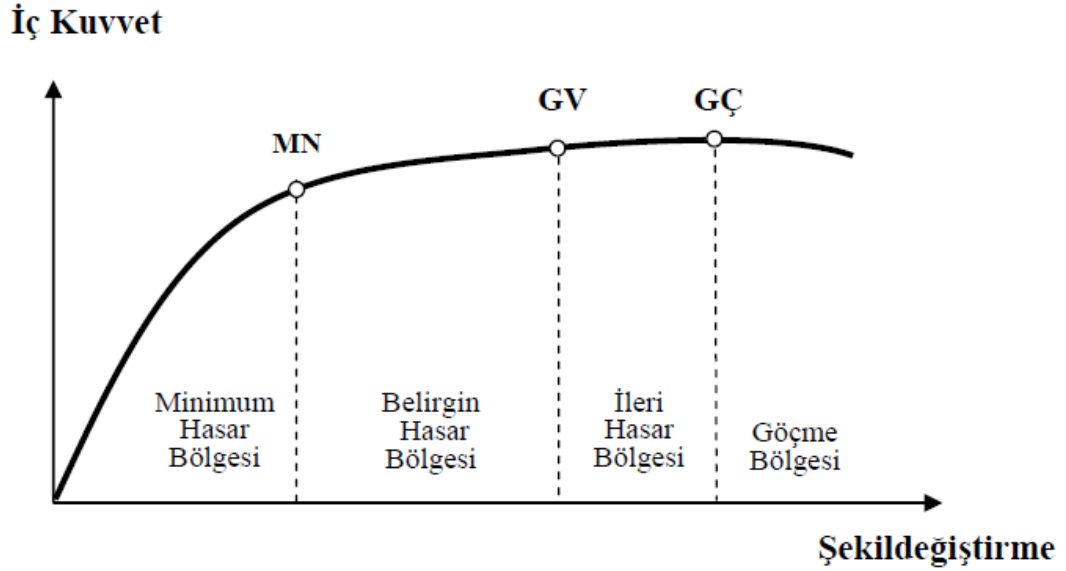
Burada gözönüne alınan enine donatıların özel deprem etriyeleri ve çirozları olarak düzenlenmiş olması zorunludur.

2.4 Kesit Hasar Sınırları

Sünek elemanlar için kesit düzeyinde üç sınır durum tanımlanmıştır (DBYBHY, 2007). Bunlar Minimum Hasar Sınırı (MN), Güvenlik Sınırı (GV) ve Göçme Sınırı (GÇ)'dir (DBYBHY 2007). 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. Eksenel basınç ve kesme gibi etkiler altında kapasitesine ulaşan gevrek elemanlar için elastik ötesi davranışa izin verilmemektedir.

2.5 Kesit Hasar Bölgeleri

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 yer alırlar (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 : Kesit hasar bölgeleri ve performans sınırları grafiği.

2.6 Değerlendirmede Kullanılacak Deprem Etki Seviyeleri

Kullanım Depremi (Servis Depremi) : 50 yılda aşılma olasılığı %50 olan depremi esas almaktadır. S1 depreminin tekrarlanma periyodu 72 yıldır. S1 deprem spektrumu, tasarım deprem spektrumunun ordinatlarının yaklaşık yarısı kadardır. Bu deprem altında yapıda minimum ya da ihmal edilebilecek seviyede hasar oluşması beklenir.

Tasarım Depremi : 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan depremi esas almaktadır. Tasarım depreminin tekrarlanma periyodu 475 yıldır. Deprem spektrumu tasarımı için kullanılan depreme benzeştirilerek elde edilir.

En Büyük Deprem : 50 yılda aşılma olasılığı % 2 olan depremi esas almaktadır. Tasarım depreminin tekrarlanma periyodu 2475 yıldır. S2 deprem spektrumu, tasarım deprem spektrumunun ordinatlarının yaklaşık 1.5 katı kadardır. Deprem yönetmeliğimizde bina önem katsayısının 1' den büyük seçilmesi ile oluşur.

2.7 Binalar İçin Performans Hedefleri

Binaların deprem performansı, uygulanan deprem etkisi altında binada oluşması beklenen hasar durumları ile ilişkilidir. Bunun için dört farklı hasar durumu esas alınarak tanımlama yapılmıştır [1].

Hemen Kullanım Performans Düzeyi : Herhangi bir katta, göz önüne alınan deprem doğrultusu için eleman bazında yapılan hasar tespiti sonucunda, kirişlerin en fazla %10'u *Belirgin Hasar Bölgesi*'nde bulunabilir. Diğer taşıyıcı elemanların tümü minimum hasar bölgesinde kalmalıdır. Eğer gevrek olarak göçen elemanlar varsa, bunların sünek duruma getirilmesi şartı ile bu durumdaki binaların *Hemen Kullanım Performans Düzeyi*'nde olduğu kabul edilir. Hemen kullanım durumu için binada sınırlı düzeyde elastik ötesi davranışa izin verilmektedir. Kolon ve perdelerin en düşük hasar seviyesinde kalması sınırlandırılırken, kirişlerde belirli bir oranda bir üst hasar seviyesine geçmesine izin verilmektedir.

Can Güvenliği Performans Düzeyi : Eğer gevrek olarak göçen elemanlar var ise, bunların sünek duruma getirilmesi ile aşağıdaki koşulları sağlayan binaların *Can Güvenliği Performans Düzeyi*'nde olduğu kabul edilir.

Herhangi bir katta göz önüne alınan deprem doğrultusu için, yapılan hasar tespiti sonucunda ikincil yani yatay yük taşıyıcı sistem elemanları dışındaki kirişler hariç olmak üzere, kirişlerin en fazla %30' u ve kolonların (b) maddesi uyarınca tanımlanmış kadarı *İleri Hasar Bölgesi* 'ne geçebilir.

İleri Hasar Bölgesi 'ndeki kolonların her bir katta kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine toplam katkısı %20' nin altında olmalıdır. En üst katta *İleri Hasar Bölgesi* 'ndeki kolonların kesme kuvvetleri toplamının, o kattaki tüm kolonların kesme kuvvetleri toplamına oranı en fazla %40 olabilir.

Diğer taşıyıcı elemanların tümü *Minimum Hasar Bölgesi* veya *Belirgin Hasar Bölgesi* 'ndedir. Ancak, herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden minimum hasar sınırı aşılmış olan kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetlerinin, o kattaki tüm kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranının %30 'u aşmaması gerekir.

Göçme Öncesi Performans Düzeyi : Gevrek olarak hasar gören tüm elemanların göçme bölgesinde olduğunun göz önüne alınması kaydı ile aşağıdaki koşulları sağlayan binaların *Göçme Öncesi Performans Düzeyi*'nde olduğu kabul edilir.

Herhangi bir katta göz önüne alınan deprem doğrultusu için, yapılan hasar tespiti sonucunda ikincil yani yatay yük taşıyıcı sistem elemanları dışındaki kirişler hariç olmak üzere, kirişlerin en fazla %20 'si *Göçme Bölgesi*' ne geçebilir.

Diğer taşıyıcı elemanların tümü *Minimum Hasar Bölgesi*, *Belirgin Hasar Bölgesi* veya *İleri Hasar Bölgesi* ndedir. Ancak herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden minimum hasar sınırı aşılmış olan kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetlerinin, o kattaki tüm kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetlerine oranının %30' u aşmaması gerekir. Binanın mevcut durumunda kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalıdır.

Göçme Durumu : Bina Göçme Öncesi Performans Düzeyi' ni sağlamıyorsa Göçme Durumu' ndadır. Binanın kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalıdır.

DBYBHY 2007' de bina türlerine göre hedeflenen minimum performans seviyeleri Tablo 2.1' de verilmiştir.

Çizelge 2.1 : Farklı deprem düzeylerinde öngörülen performans hedefleri.

<i>Binanın Kullanım Amacı ve Türü</i>	<i>Deprem Aşılma Olasılığı</i>		
	<i>50 yılda %50</i>	<i>50 yılda %10</i>	<i>50 yılda %2</i>
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	HK	CG	–
Tehlikeli Madde İçeren Binalar: Toksik, parlayıcı ve patlayıcı özellikleri olan maddelerin bulunduğu ve depolandığı binalar	–	HK	GÖ
Diğer Binalar: Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (konutlar, işyerleri, oteller, turistik tesisler, endüstri yapıları, vb.)	–	CG	–

Tez çalışması kapsamında performans seviyesi belirlenecek yapının DBYBHY 2007' ye göre sağlaması gereken minimum performans düzeyi Can Güvenliği Performans Seviyesi' dir.

3. DOĞRUSAL ELASTİK OLMAYAN YÖNTEMLERLE PERFORMANSIN BELİRLENMESİ

Mevcut yapıların deprem etkisi altındaki performanslarının değerlendirilmesinde özellikle son yıllarda, yeni bir yaklaşım ile geleneksel doğrusal analiz yöntemleri yerine doğrusal olmayan analiz yöntemlerinden “Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü ile İtme Analizi ve “Zaman Tanım Alanında Hesap” yöntemlerinin kullanıldığı söylenebilir. Bu yöntemler şekil değiştirme esasına dayanmaktadır. Doğrusal elastik olmayan değerlendirme yöntemlerinin esasını oluşturan, yerdeğiştirme ve şekildeğiştirme bazlı değerlendirmenin esas alındığı ve genel olarak malzeme ve geometri değişimleri bakımından doğrusal olmayan sistem hesabına dayanan yöntemler, belirli bir deprem etkisi için yapıdaki yerdeğiştirme istemine ulaşıldığında, yapıdan beklenen performans hedefinin sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilmektedir. Bir başka deyişle, elemanlarda deprem yükleri altında plastik şekil değiştirmeler oluşup oluşmadığı ve bunların ne düzeyde kaldığı incelenmektedir [4].

Şekil değiştirmeye göre performans değerlendirmesi, deprem etkisi altında meydana gelebilecek olası hasarın doğrudan tahmin edilebilmesini sağlaması açısından doğru ve gerçekçi bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir. Performans seviyeleri, yapıda belirli bir deprem etkisi altında meydana gelmesi öngörülen hasar miktarlarının sınır durumlarıdır. Şekil değiştirmeye göre performans değerlendirmesi kapsamında, artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi ile itme analizi yöntemi kullanılarak 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem düzeyi kullanılarak mevcut yapının öngörülen performans düzeyi olan *Can Güvenliği Performans Düzeyi*” hedefini sağlaması amaçlanmaktadır.

3.1 Doğrusal Olmayan Davranışın Modellenmesi

3.1.1 Plastik mafsallı hipotezi

Kolon ve kirişlerin doğrusal olmayan davranışlarının modellenmesinde, geleneksel plastik mafsallı hipotezinden yararlanılması öngörülmektedir. Bu hipotez plastik şekildeğiştirmelerin yapı elemanlarının belirli bölgelerinde yoğunlaştığı ve bu bölge boyunca sabit olarak alınabileceği varsayımına dayanır. Plastik mafsallı olarak adlandırılan noktasal eleman ise bu bölgenin tam ortasına yerleştirilir. Plastik mafsallı

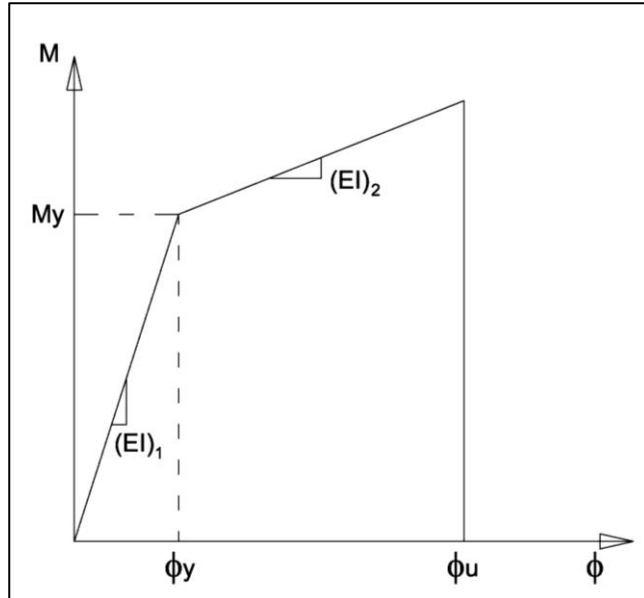
hipotezi, gerek bina türü gerek ise bina türü olmayan yapılarda doğrusal olmayan analiz ile şekildeğiştirmeye göre performans değerlendirmesi uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

3.1.2 Plastik mafsalsal boyu

Plastik mafsalsal hipotezi gereğince plastik şekil değiştirmelerin yığılı ve sabit olarak oluşacağı varsayılan bölge uzunluğunun, diğer bir deyişle plastik mafsalsal boyun olarak adlandırılan plastik şekil değiştirme bölgesinin uzunluğu (L_p), çalışan doğrultudaki kesit boyutu (h)' nin yarısına eşit alınacaktır.[2]

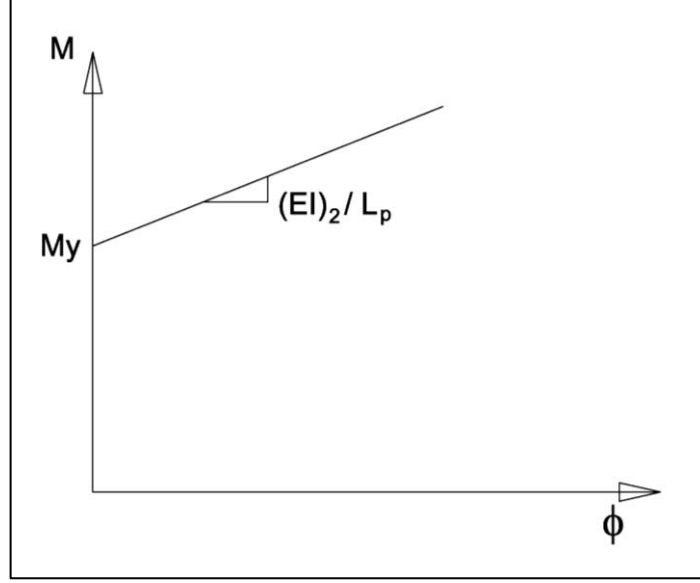
3.1.3 Plastik mafsalsal kesitinde moment eğrilik ve plastik dönme ilişkileri

Her bir plastik mafsalsal kesitinde, “Mander sargılı/sargısız beton modeli” ve pekleşmeyi de içeren donatı çeliği gerilme-birim şekildeğiştirme ilişkisinden yararlanılarak eksenel kuvvete bağlı moment-eğrilik diyagramları çizilecek ve bu diyagramlar uygun biçimde “iki doğrulu (bilineer)” moment-eğrilik diyagramlarına dönüştürülecektir. (Şekil 3.1). İki doğrulu diyagramdaki ilk doğrunun eğimi $(EI)_1 = M_y / \phi_y$, doğrusal olmayan analizin ilk aşamasında yapılacak olan doğrusal analizde “eşdeğer kesit rijitliği (çatlamış kesit rijitliği)” olarak göz önüne alınacaktır. Burada M_y , ilgili kesitteki eşdeğer akma momentini (plastik momenti) göstermektedir.



Şekil 3.1 : İki doğrulu moment eğrilik diyagramı.

İki doğrusal moment-eğrilik diyagramının ikinci doğrusunun eğimi $(EI)_2$ ise plastik mafsallı boyu L_p ' ye bölünerek, plastik mafsallı temsil eden “moment-plastik dönme” diyagramının eğimi olarak tanımlanır (Şekil 3.2) [7].



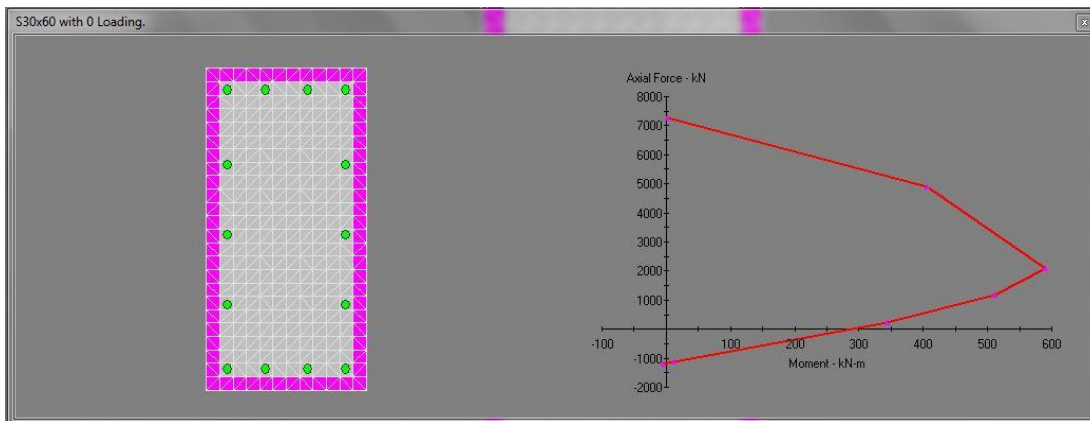
Şekil 3.2 : Moment-plastik dönme diyagramı.

İç kuvvet-plastik şekildeğiştirme bağıntılarında pekleşme etkisi (plastik dönme artışına bağlı olarak plastik momentin artışı) yaklaşık olarak terk edilebilir. Bu durumda bir veya iki eksenli eğilme ve eksenel kuvvet etkisindeki kesitlerde plastikleşmeyi izleyen itme adımlarında, iç kuvvetlerin akma yüzeyinin üzerinde kalması koşulu ile plastik şekildeğiştirme vektörünün akma yüzeyine yaklaşık olarak dik olması koşulu gözönüne alınacaktır. Pekleşme etkisinin gözönüne alınması durumunda ise, bir veya iki eksenli eğilme ve eksenel kuvvet etkisindeki kesitlerde plastikleşmeyi izleyen itme adımlarında iç kuvvetlerin ve plastik şekildeğiştirme vektörünün sağlaması gereken koşullar, uygun bir pekleşme modeline göre tanımlanacaktır [2].

Bu tez çalışması kapsamında betonarme elemanların moment-eğrilik ilişkisinde kesitin pekleşmeli durumu göz önüne alınmış ve kullanılan bilgisayar programına kesit analizi için entegre edilmiştir. Kullanılan XTRACT programı iki doğrusal halde moment-eğrilik ilişkisi ortaya çıkartırken eğri eşit alanlar ilkesinden yararlanmaktadır. Bu analizler sonucunda esas olan, elde edilen plastik dönmelere elastik dönme değerlerine de ekleyerek, bu dönmeyi yapmış olan yapı elemanındaki şekil değiştirmeyi, sınır değiştirmeler ile karşılaştırarak, ilişkisini irdelemektir.

3.1.4 Akma yüzeyleri

Moment eğrilik ilişkisi açıklandığı şekliyle tanımlanabileceği gibi, akma yüzeylerinin de tanımlanması ve bu şekilde plastik şekil değiştirmelerin incelenmesi mümkündür. Özellikle de çerçeve yapı sistemine sahip binaların kolonlarına akma yüzeylerinin tanımlanması gereklidir. Bu yüzeyler, tek doğrultulu deprem davranışı altında akma eğrilerine, yani moment-eksenel kuvvet karşılıklı etki diyagramlarına indirgenirler. Doğrusal olmayan çözüm yapan bilgisayar programları buna imkan vermektedir. Ancak akma yüzeylerinin tanımlanması zaman ve emek açısından oldukça zahmetlidir. Doğrusal olmayan analizde en doğru ve en etkili sonucu alabilmek için kolon kesitinin üzerinde asal eksenlerle belirli açılar yapan moment-eksenel kuvvet etkileşim diyagramları XTRACT programı yardımıyla elde edilmiştir. Modele ait akma yüzeyleri tanımlanırken her 30° de bir moment-eksenel kuvvet etkileşim diyagramları oluşturulmuştur. Oluşturulan bu diyagramlar Sap2000 sonlu elemanlar programına (PMM) akma yüzeylerinin tanımlandığı plastik mafsallar olarak girilmiştir (Şekil 3.4). Bu şekilde doğrusal olmayan davranış, gerçeğe en yakın şekilde modele yansıtılmıştır. Kurulan modelde ayrıca akma yüzeylerinin tanımı dışında moment-dönme eğrileri de tanımlanmıştır. Bu eğriler, akma yüzeylerinde olduğu gibi istenilen eksenel yük altında asal eksenlerle belli açılar yapan moment-eğrilik diyagramları oluşturularak hazırlanmıştır. Hazırlanan moment-eğrilik diyagramlarından, moment-dönme eğrilerine geçilmiştir. Sap2000 programına girilen veriler ve belirli açılar ile oluşturulan moment-dönme eğrileri sayesinde, belirli eksenel yük altında doğrusal olmayan analiz için o kolonda oluşacak plastik dönmelerin hangi mertebelerde olduğunu anlamamıza olanak sağlamaktadır.



Şekil 3.3 : 30x60 kolon kesitine ait asal eksenle 0° açı yapan Moment-Normal Kuvvet etkileşim diyagramı.

P-M2-M3 Interaction Surface Definition for S30X60_1-2 KAT

Edit

User Interaction Surface Options

☐ Circular Symmetry

☒ Doubly Symmetric about M2 and M3

☐ No Symmetry

Number of Curves: 4

Number of Points on Each Curve: 6

Scale Factors (Same for All Curves)

P: 1. M2: 1. M3: 1.

☐ Include Scale Factors in Plots: KN, m, C

First and Last Points (Same for All Curves)

Point	P	M2	M3
1	-7146.	0	0
6	1182.	0	0

Interaction Surface Requirements - Doubly Symmetric

1. A minimum of 3 P-M2-M3 curves are specified.
2. P (tension positive) increases monotonically.
3. $M2 = M3 = 0$ at the first and last points.
4. First curve has all $M3 = 0$ and all $M2 \geq 0$.
5. Then one or more curves has all $M2 > 0$ and all $M3 > 0$.
6. Last curve has all $M2 = 0$ and all $M3 > 0$.
7. As the curve number increases, a specific point number should have an increasing $M3$ and a decreasing $M2$.
8. Each curve must be convex and the interaction surface as a whole must be convex (no dimples in surface).

Interaction Curve Data

Current Curve: 1

Point	P	M2	M3
1	-7146.	0.	0.
2	-4855.	399.9	0.
3	-2083.	586.	0.
4	-1152.	508.5	0.
5	-223.8	343.2	0.
6	1182.	0.	0.

Insert Curve Delete Curve Check Surface

3D Plot

Plan: 315 Elevation: 25 Aperture: 0

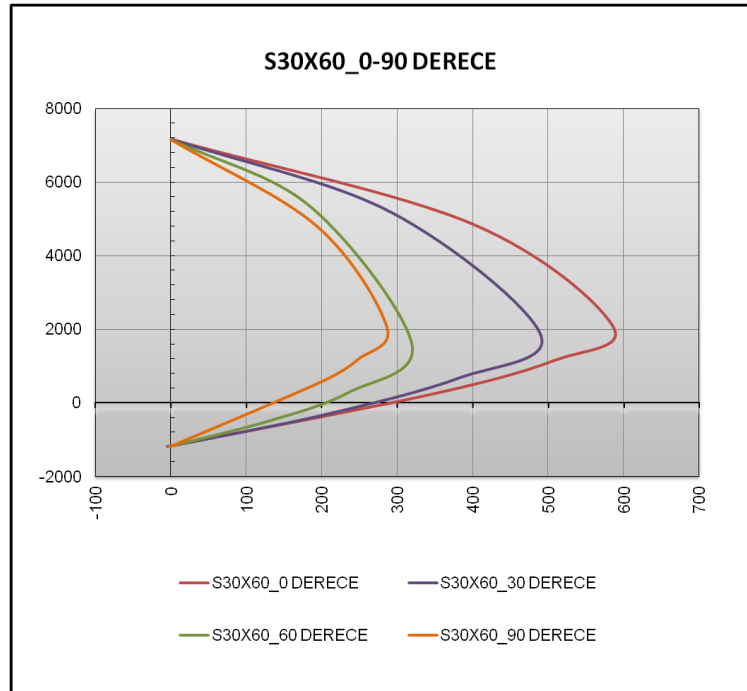
☒ Show All Lines ☐ Hide P Direction Lines ☐ Hide M2-M3 Lines

☒ Highlight Current Curve

3D MM PM3 PM2

OK Cancel

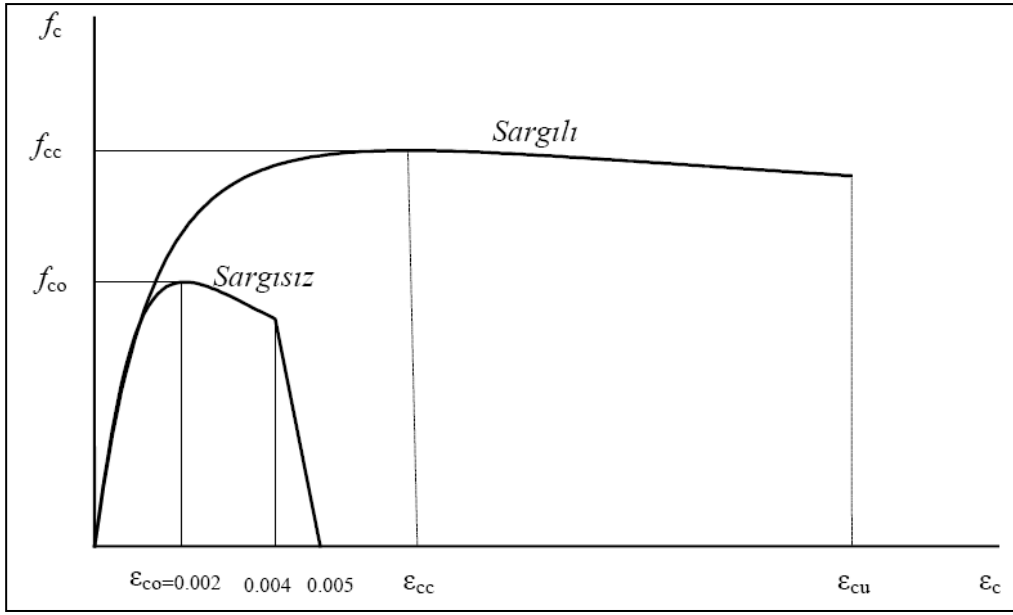
Şekil 3.4 : 30x60 kolonuna ait Sap2000 programında tanımlanan plastik mafsallı ve akma yüzeyleri.



Şekil 3.5 : Asal eksenle 30° açı yapan kolon kesitine ait Moment-Normal Kuvvet etkileşim diyagramı.

3.1.5 Doğrusal elastik olmayan yöntemde kullanılan beton modeli

Betonarme elemanlarda betonun basınç birim şekil değiştirme istemi ile çeliğin şekil değiştirme istemi ve bunların arasındaki bağıntı, DBYBHY 2007’ de sözü edilen Mander ve Priestly tarafından tanımlandığı şekliyle kullanılmıştır. Özellikle pekleşmeyi de göz önüne alan malzeme modeli kurulmuştur. Kolon kesitinin malzeme tanımlamaları ve kesit modeli XTRACT programı yardımı ile yapılmıştır. Doğrusal elastik olmayan yöntem kullanılarak performansın değerlendirilmesinde kullanılan sargılı ve sargısız beton modelleri Şekil 3.6’ de gösterilmiştir.



Şekil 3.6 : Sargılı ve sargısız beton modelleri.

Sargılı betonda basınç gerilmesi, f_c , basınç birim şekil değiştirme istemi, ϵ_c ’nin fonksiyonu olarak Denklem 3.1’ de bağıntı ile verilmektedir.

$$f_c = \frac{f_{cc} \times r}{r - 1 + x^r} \quad (3.1)$$

Sargılı beton dayanımı f_{cc} ile sargısız beton dayanımı f_{co} arasındaki ilişki Denklem 3.2 ‘de verilmiştir.

$$f_{cc} = \lambda_c f_{co} \quad ; \quad \lambda_c = 2.254 \sqrt{1 + 7.94 \frac{f_e}{f_{co}}} - 2 \frac{f_e}{f_{co}} - 1.254 \quad (3.2)$$

Buradaki f_e etkili sargılama basıncı, dikdörtgen kesitlerde birbirine dik iki doğrultu için Denklem 3.3' de verilen değerlerin ortalaması olarak alınabilir.

$$f_{ex} = k_e \rho_x f_{yw} \quad ; \quad f_{ey} = k_e \rho_y f_{yw} \quad (3.3)$$

Denklem 3.3' de f_{yw} enine donatının akma dayanımını, ρ_x ve ρ_y ilgili doğrultulardaki enine donatıların hacımsal oranlarını, k_e ise Denklem 3.4' de tanımlanan sargılama etkinlik katsayısı'nı göstermektedir.

$$k_e = \left(1 - \frac{\sum a_i^2}{6b_o h_o}\right) \left(1 - \frac{s}{2b_o}\right) \left(1 - \frac{s}{2h_o}\right) \left(1 - \frac{A_s}{b_o h_o}\right)^{-1} \quad (3.4)$$

Denklem 3.4' de a_i kesit çevresindeki düşey donatıların eksenleri arasındaki uzaklığı, b_o ve h_o göbek betonunu sargılayan etriyelerin eksenleri arasında kalan kesit boyutlarını, s düşey doğrultuda etriyelerin eksenleri arasındaki aralığı, A_s ise boyuna donatı alanını göstermektedir.

Denklem 3.1'deki normalize edilmiş beton birim şekildeğiştirmesi x ile r değişkenine ilişkin bağıntılar Denklem 3.5 ve Denklem 3.6' de verilmiştir.

$$x = \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_{cc}} \quad ; \quad \varepsilon_{cc} = \varepsilon_{co} [1 + 5(\lambda_c - 1)] \quad ; \quad \varepsilon_{co} \cong 0.002 \quad (3.5)$$

$$r = \frac{E_c}{E_c - E_{sec}} \quad ; \quad E_c \cong 5000 \sqrt{f_{co}} \text{ [MPa]} \quad ; \quad E_{sec} = \frac{f_{cc}}{\varepsilon_{cc}} \quad (3.6)$$

Sargılı betondaki maksimum basınç birim şekildeğiştirmesi ε_{cu} , Denklem 3.7 kullanılarak hesaplanabilir.

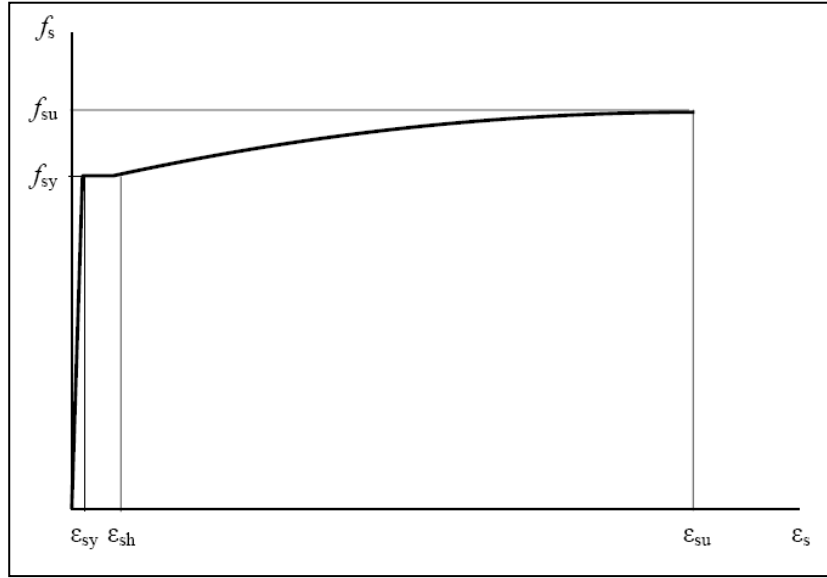
$$\varepsilon_{cu} = 0.004 + \frac{1.4 \rho_s f_{yw} \varepsilon_{su}}{f_{cc}} \quad (3.7)$$

Denklem 3.7' de ρ_s toplam enine donatının hacımsal oranını (dikdörtgen kesitlerde $\rho_s = \rho_x + \rho_y$), ε_{su} , enine donatı çeliğinde maksimum gerilme altındaki birim uzama şekildeğiştirmesini göstermektedir.

Sargılı beton için verilen Denklem 3.1, $\epsilon_c = 0.004$ 'e kadar olan bölgede sargısız beton için de geçerlidir. Sargısız betonda etkin sargılama basıncı, $f_e = 0$ ve buna bağlı olarak Denklem 3.2'den $\lambda_c=1$ olacağından Denklem 3.5 ve Denklem 3.6'de $f_{cc} = f_{co}$ ve $\epsilon_{cc} = \epsilon_{co}$ alınır. $\epsilon_c = 0.005$ 'de $f_c = 0$ olarak tanımlanır. $0.004 < \epsilon_c \leq 0.005$ aralığında gerilme – şekil değiştirme ilişkisi doğrusaldır.

Donatı çeliği için de pekleşmeli durum göz önüne alınmıştır. Mevcut binada St-III donatı çeliği kullanıldığı kabul edilmiştir. S420 donatı çeliği için akma dayanımı 420 Mpa ve kopma dayanımı 550 Mpa olarak alınmıştır.

Ayrıca donatı çeliği için şekil değiştirme – gerilme grafiği Şekil 3.7' de gösterilmiştir.



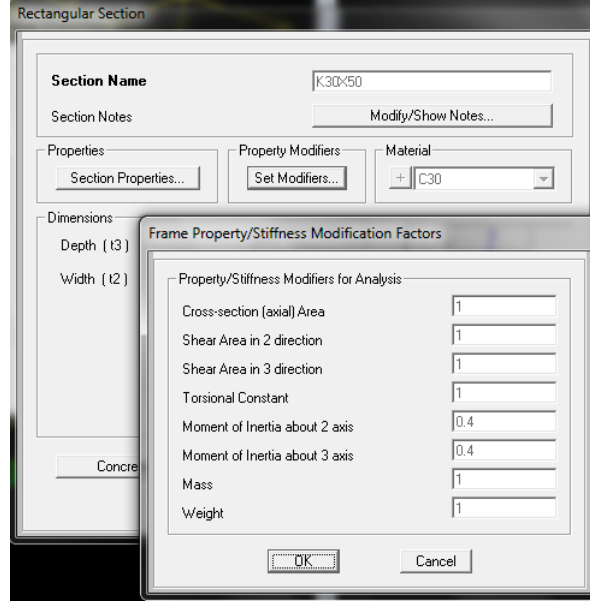
Şekil 3.7 : Donatı çeliği için gerilme – şekil değiştirme grafiği.

Mevcut binanın doğrusal olmayan analizi için plastik mafsalları oluşabilecek kesitler belirlenmiştir. Bu kesitlere ait beton modeli XTRACT programı yardımıyla oluşturulmuştur. Beton modeli kurulurken paspayı (sargısız kısım), çekirdek betonu (sargılı kısım) ve donatı çeliği (pekleşmeli durum göz önüne alınarak) olmak üzere üç malzemeli olarak programa veri girişi yapılmıştır.

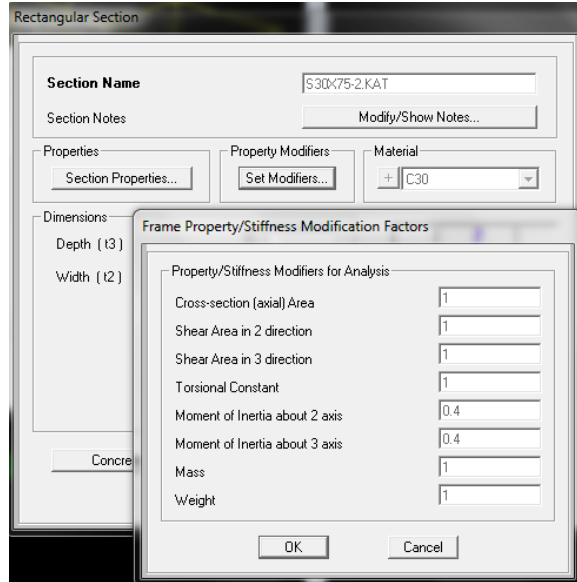
3.2 Kesitlerde Moment-Eğrilik Analizi ve Çatlamış Kesit Rijitlikleri

Mevcut binanın kiriş ve kolonları XTRACT programında modellenerek kesite ait moment-eğrilik bağıntıları elde edilmiştir. Kesitlerin, çatlamamış kesit rijitliklerinin yerine çatlamış kesit rijitliklerinin kullanılması daha gerçekçi bir yaklaşım olur. DBYBHY madde 7.4.13' de kirişler için eğilme rijitliğinin %40'ı kadar, kolonlarda normal kuvvetler için %40 - %80 arasında değişen değerlerin kullanılması önerilmektedir. Bu yaklaşımdan yola çıkarak, kesitlerin rijitliklerinin büyük oranda

azalacağı göz önünde bulundurulursa, kurulan matematiksel modelin davranışına, yapacağı yerdeğiştirme limitlerine ve kesitin plastikleşme durumuna doğrudan etkisinin olacağı bilinmektedir. Bu bağlamda matematiksel modeli kurulan mevcut yapının kiriş elemanlarının çatlamış kesit rijitlikleri 0.40 oranında tutularak etkin eğilme rijitlikleri elde edilmiştir. Kolonlar da ise kütlelerle uyumlu düşey yük analizi yapılarak kolonların eksenel kuvvet mertebeleri kat kat göz önüne alınarak rijitlik değişimleri yapılmıştır.



Şekil 3.8 : 30x50 Kirişin etkin eğilme rijitliği çarpanı.



Şekil 3.9 : 30x75 Kolonun 2. kata ait etkin eğilme rijitliği çarpanı.

3.3 TDY 2007 Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi

Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin amacı, birinci (deprem doğrultusunda hakim) titreşim mod şekli ile orantılı olacak şekilde, deprem istem sınırına kadar monotonik olarak adım adım arttırılan eşdeğer deprem yüklerinin etkisi altında doğrusal olmayan itme analizi'nin yapılmasıdır. Düşey yük analizini izleyen itme analizinin her bir adımda taşıyıcı sistemde meydana gelen yerdeğiştirme, plastik şekildeğiştirme ve iç kuvvet artımları ile bunlara ait birikimli (kümülatif) değerler ve son adımda deprem istemine karşı gelen maksimum değerler hesaplanır [4].

Artımsal eşdeğer deprem yüğü yönteminde yapısal kapasite, koordinatları “tepe yerdeğiştirmesi – taban kesme kuvveti” olan itme eğrisi ile temsil edilir. İtme eğrisinin elde edilmesi için, yapı sistemi sabit düşey yükler ve orantılı olarak artan eşdeğer deprem yükleri altında, sistemin taşıma kapasitesinin sona erdiği limit duruma kadar doğrusal olmayan teoriye göre hesaplanır. Yapıya deprem doğrultusunda adım adım artan şiddetlerde kuvvetler uygulanarak yapının tepe yerdeğiştirmesi ve buna karşılık gelen taban kesme kuvvetleri not edilerek aralarındaki ilişki incelenir. Modal ivme ve modal yerdeğiştirme dönüşümleri yapılarak modal kapasite diyagramları oluşturulur ve yapının spektral yerdeğiştirme kapasiteleri elde edilir.

Artımsal eşdeğer yüğü yönteminin kullanılabilmesi için yapının bazı şartları sağlaması gerekmektedir. DBYBHY 2007'ye göre bu şartlar şu şekilde sıralanmaktadır:

- a. Bina kat sayısının bodrum hariç 8' den fazla olmaması,
- b. Herhangi bir kattaki ek dışmerkezlilik göz önüne alınmaksızın doğrusal elastik davranışa göre hesaplanan burulma düzensizliği katsayısının $nbi < 1.4$ koşulunu sağlaması,
- c. Göz önüne alınan deprem doğrultusunda, doğrusal elastik davranış esas alınarak hesaplanan birinci (hakim) titreşim moduna ait etkin kütlelerin toplam bina kütlelerine oranının en az 0.70 olması

Bu şartlar sağlandıktan sonra mevcut yapıya orantılı olarak artan eşdeğer deprem kuvvetleri uygulanarak, tepe yerdeğiştirmesi ile taban kesme kuvveti arasındaki ilişkisi incelenir. Elde edilen grafiksel veriler, modal ivme ve modal yerdeğiştirme değerlerine dönüştürülerek, spektral yerdeğiştirme ile spektral ivmeler arasındaki ilişki diyagram üzerinde gösterilir. Yapının deprem senaryosu ait ivme-periyod grafiği, spektral ivme spektral deplasman spektrumlarına dönüştürülerek, daha önceden elde edilen kapasite spektrumu ile karşılaştırılarak spektral yerdeğiştirme

değeri bulunur. Ortaya çıkan spektral yerdeğiştirme, incelenen depremin mevcut yapıdan talep ettiği yerdeğiştirmeye dönüştürülür. O yerdeğiştirmeyi yapan mevcut yapının kolon veya kiriş kesitinde oluşacak plastik dönmeler sonucu, plastik mafsallara bağlı olarak kesitin plastik eğriliği hesaplanır ve kesitte oluşan şekil değiştirmeler, izin verilen şekil değiştirme kapasiteleri karşılaştırılarak kesitin hangi hasar sınır bölgesinde kaldığı tespit edilir.

3.3.1 Modal kapasite diyagramının elde edilmesi

DBYBHY 2007' ye göre, itme eğrisine uygulanan koordinat dönüşümleri ile koordinatları "modal yerdeğiştirme - modal ivme" olan modal kapasite diyagramı aşağıdaki şekilde elde edilebilir.

(i)' inci itme adımında birinci (deprem doğrultusunda hakim) moda ait modal ivme $a_1^{(i)}$ Denklem 3.8'den elde edilir.

$$a_1^{(i)} = \frac{V_{x1}^{(i)}}{M_{x1}} \quad (3.8)$$

Burada $V_{x1}^{(i)}$ x deprem doğrultusunda (i)' inci itme adımı sonunda elde edilen birinci (hakim) moda ait taban kesme kuvvetini, M_{x1} x deprem doğrultusunda doğrusal elastik davranış için tanımlanan birinci (hakim) moda ait etkin kütle göstermektedir.

(i)' inci itme adımında birinci (deprem doğrultusunda hakim) moda ait modal yerdeğiştirme $d_1^{(i)}$ ' nin hesabı için Denklem 3.9'dan yararlanılabilir.

$$d_1^{(i)} = \frac{u_{xN1}^{(i)}}{\Phi_{xN1} \Gamma_{x1}} \quad (3.9)$$

Birinci (deprem doğrultusunda hakim) moda ait modal kütle katkı çarpanı Γ_{x1} , x deprem doğrultusunda taşıyıcı sistemin başlangıç adımıdaki doğrusal elastik davranışı için tanımlanan L_{x1} ve M_1 ' den yararlanarak Denklem 3.10 elde edilir.

$$\Gamma_{x1} = \frac{L_{x1}}{M_1} \quad (3.10)$$

3.3.2 Modal deprem isteminin belirlenmesi

İtme analizi sonucunda elde edilen modal kapasite diyagramı ile birlikte, elastik davranış spektrumu göz önüne alınarak, birinci (hakim) moda ait maksimum modal

yerdeğiştirme, diğeri bir deyişle modal yerdeğiştirme istemi hesaplanır. Tanım olarak modal yerdeğiştirme istemi, $d_1^{(p)}$, doğrusal olmayan (nonlinear) spektral yerdeğiştirme S_{di1} 'e eşittir.

$$d_1^{(p)} = S_{di1} \quad (3.11)$$

Doğrusal elastik olmayan (nonlinear) spektral yerdeğiştirme, S_{di1} , itme analizinin ilk adımımda, doğrusal elastik davranış esas alınarak hesaplanan birinci (hakim) moda ait T_1^{11} başlangıç periyoduna karşı gelen doğrusal elastik (linear) spektral yerdeğiştirme S_{de1} 'e bağlı olarak Denklem 3.12 ile elde edilir.

$$S_{di1} = C_{R1} S_{de1} \quad (3.12)$$

Doğrusal elastik (linear) spektral yerdeğiştirme S_{de1} , itme analizinin ilk adımımda birinci moda ait elastik spektral ivme S_{ae1} 'den hesaplanır.

$$S_{de1} = \frac{S_{ae1}}{(w_1^{(1)})^2} \quad (3.13)$$

Denklem 3.12' de yer alan spektral yerdeğiştirme oranı C_{R1} , başlangıç periyodu $T_1^{(1)}$ 'in değerine ($T_1^{(1)} = 2\pi/\omega_1^{(1)}$) bağlı olarak belirlenir.

T_1^{11} başlangıç periyodunun, ivme spektrumundaki karakteristik periyod T_B 'ye eşit veya daha uzun olması durumunda ($T_1^{(1)} \geq T_B$ veya $(\omega_1^{(1)})^2 \leq \omega_B^2$), doğrusal elastik olmayan (nonlinear) spektral yerdeğiştirme S_{di1} , eşit yerdeğiştirme kuralı uyarınca doğal periyodu yine $T_1^{(1)}$ olan eşlenik doğrusal elastik sisteme ait doğrusal elastik spektral yerdeğiştirme S_{de1} 'e eşit olacaktır.

Buna göre Denklem 3.12' daki spektral yerdeğiştirme oranı Denklem 3.14' deki değeri alacaktır.

$$C_R = 1 \quad (3.14)$$

şekil 3.10 ve şekil 3.11' da birinci (hakim) titreşim moduna ait ve koordinatları (d_1, a_1) olan modal kapasite diyagramı ile koordinatları "spektral yerdeğiştirme (S_d) – spektral ivme (S_a)" olan davranış spektrumu bir arada çizilmiştir.

$T_1^{(1)}$ başlangıç periyodunun, ivme spektrumundaki karakteristik periyod T_B 'den daha kısa olması durumunda ($T_1^{(1)} < T_B$ veya $(\omega_1^{(1)})^2 > \omega_B^2$) ise, Denklem 3.12' deki spektral yerdeğiştirme oranı C_{R1} , ardaişık yaklaşımla hesaplanacaktır.

İtme analizi sonucunda elde edilen modal kapasite diyagramı, Şekil 3.11' de gösterildiği üzere, yaklaşık olarak iki doğrulu (bi-lineer) bir diyagrama dönüştürülür. Bu diyagramın başlangıç doğrusunun eğimi, itme analizinin ilk adımındaki ($i=1$) doğrunun eğimi olan birinci moda ait özdeğere $(\omega_1^{(1)})^2$, eşit alınır.

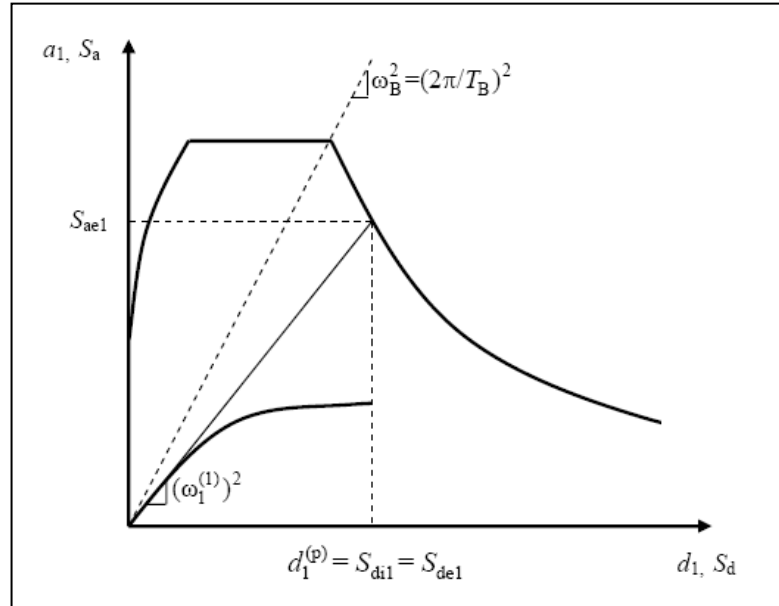
Ardışık yaklaşımın ilk adımında $C_{R1}=1$ kabulü yapılarak, diğer deyişle Denklem 3.14 kullanılarak eşdeğer akma noktasının koordinatları eşit alanlar kuralı ile belirlenir. Şekil 3.11' de görülen a_{y1}^0 esas alınarak C_{R1} Denklem 3.15 'deki şekilde tanımlanır.

$$C_{R1} = \frac{1 + (R_{y1} - 1)T_B / T_1^{(1)}}{R_{y1}} \geq 1 \quad (3.15)$$

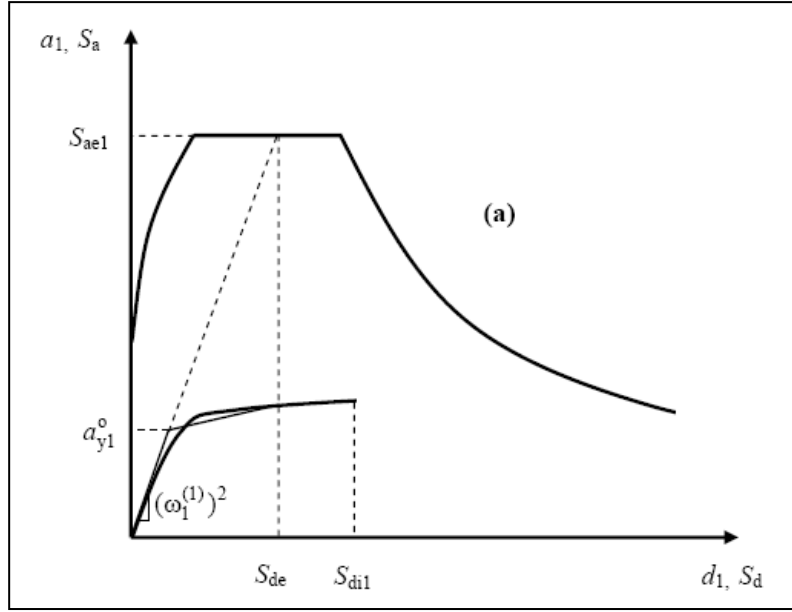
Denklem 3.15' de R_{y1} , birinci moda ait dayanım azaltma katsayısını göstermektedir.

$$R_{y1} = \frac{S_{ae1}}{a_{y1}} \quad (3.16)$$

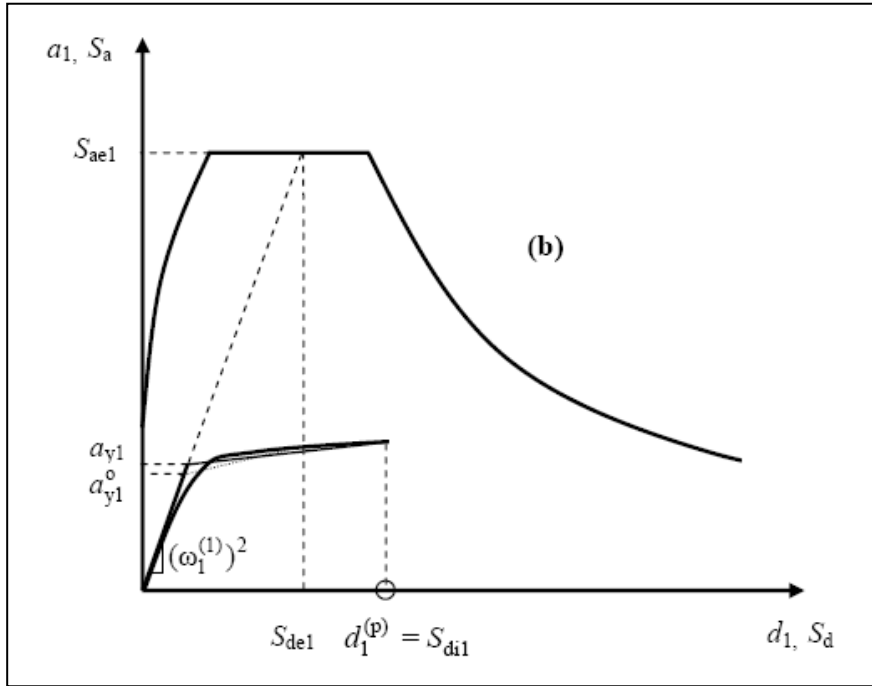
Denklem 3.12' e göre hesaplanan S_{d1} esas alınır ve eşdeğer akma noktasının koordinatları Şekil 3.12' de gösterildiği üzere, eşit alanlar kuralı ile yeniden belirlenir ve bunlara göre a_{y1} , R_{y1} ve C_{R1} tekrar hesaplanır. Ardaşık iki adımda elde edilen sonuçların kabul edilebilir ölçüde birbirlerine yaklaştıkları adımda ardışık yaklaşıma son verilir.



Şekil 3.10 : Performans noktasının belirlenmesi ($T_1^{(1)} \geq T_B$).



Şekil 3.11 : Performans noktasının belirlenmesi ($T_1^{(1)} \leq T_B$, $C_{R1}=1$).



Şekil 3.12 : Performans noktasının belirlenmesi ($T_1^{(1)} \leq T_B$).

3.3.3 Yerdeğiştirme, şekil değiştirme ve iç kuvvet istemlerinin belirlenmesi

Son itme adımı $i=p$ için Denklem 3.11' de belirlenen modal yer değiştirme istemi $d_1^{(p)}$ ' nin Denklem 3.17' de yerine konulması ile, x deprem doğrultusundaki tepe yerdeğiştirme istemi $u_{xN1}^{(p)}$ elde edilecektir.

$$u_{xN1}^{(p)} = \Phi_{xN1} \Gamma_{x1} d_1^{(p)} \quad (3.17)$$

Buna karşı gelen diğer tüm istem büyüklükleri (yerdeğiştirme, şekildeğiştirme ve iç kuvvet istemleri) mevcut itme analizi dosyasından elde edilecek veya Sap2000 programında olduğu gibi Denklem 3.17 ile hesaplanan yerdeğiştirme istemine ulaşıncaya kadar yapılacak yeni bir itme analizi ile hesaplanacaktır [4].

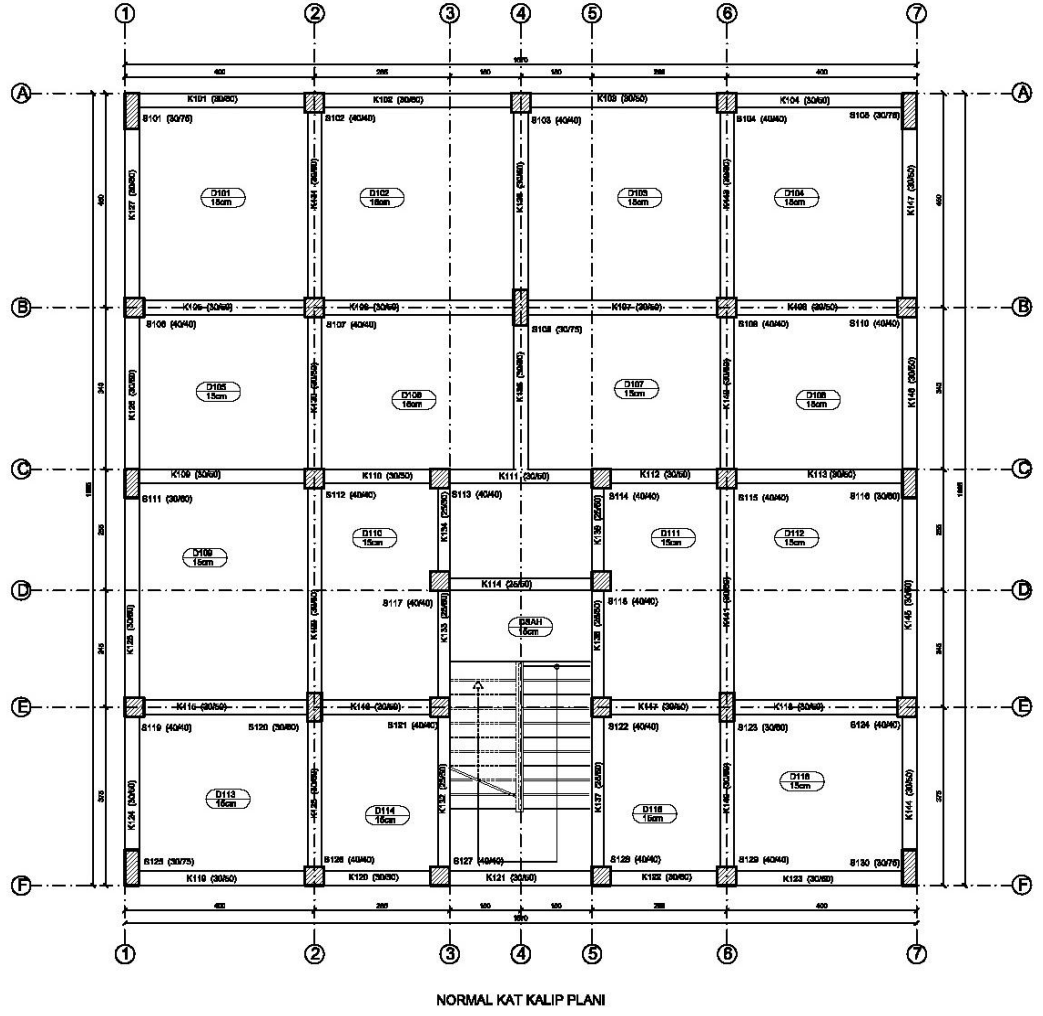
4. MEVCUT KONUT BİNASININ PERFORMANSININ ARTIMSAL EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ İLE BELİRLENMESİ

4.1 Giriş

Bu bölümde sünek olarak tasarlanmış çerçeve taşıyıcı sisteme sahip beş katlı mevcut bir binanın artımsal eşdeğer deprem yükü kullanılarak doğrusal olmayan analizi yapılarak bina performans seviyesinin değerlendirilmesi yapılmıştır. Deprem performansı incelenen binanın analizi hem X doğrultusu hem de Y doğrultusu için yapılmış ve sonuçları irdelenmiştir. Binanın doğrusal olmayan analizi SAP2000 programı ile malzeme modellerinin hazırlanması, betonarme elemanlara ait moment-eğrilik ilişkilerinin çıkarılması ve kolonların akma yüzeylerinin tanımlanması XTRACT yazılımı kullanılarak yapılmıştır.

4.2 Bina Hakkında Genel Bilgiler

Örnek olarak incelenen konut binasının kat yükseklikleri sabit olup, zemin ve dört normal kattan oluşmaktadır. Yapı, Y ekseninde simetrik olup, yaklaşık 280 m² lik bir alana oturmaktadır. Yapı taşıyıcı sistemi çerçevelerden oluşmaktadır. Binaya ait kat kalıp planları Şekil 4.1 ve 4.2' de verilmiştir. Yapının döşeme sistemi kiriş+plak döşemeden oluşmaktadır. Döşeme plağının kalınlığı 15 cm' dir. Yapıdaki bütün kirişler 30/50 cm ve 25/50 cm boyutlarındadır. Yapı taşıyıcı sisteminin tamamını kolonlar oluşturmaktadır. Bu kolonların boyutları ise, 40x40 cm, 30x60 cm ve 30x75 cm' dir. Binaya ait kiriş ve kolonların donatıları, etriyeleri kat kat ayrı ayrı ek kısmında detaylı şekilde gösterilmiştir. Hesaplarda kullanılan kolon ve kirişlerin etriyeleri plastik mafsalların oluşması beklenen sarılma bölgelerinde Ø10/10 olarak dikkate alınmıştır.



Şekil 4.2 : Yapının normal katlar kalıp planı.

Mevcut binanın analizinde kullanılan ve yapıyı kısaca tanıtan bilgiler özetle aşağıdaki gibidir;

Bina Genel Bilgileri :

Kat adedi : 5

Bina kat yüksekliği : 2,80m

Toplam bina yüksekliği : 14m.

Kullanım amacı : Konut

Bina oturum alanı : 280 m²

Malzeme Bilgileri :

Beton kalitesi : C30 (fck : 30 N/mm²)

Donatı Çeliği : S420 (fyk : 420 N/mm²)

Performans değerlendirmesi yapılacak bina için mevcut malzeme özellikleri ve mevcut betonarme elemanların proje detayları göz önüne alındığı zaman bilgi düzeyi kapsamlı olarak belirlenmiş ve bilgi düzeyi katsayısı 1 alınmıştır.

Deprem Parametreleri :

Deprem bölgesi : 1

Etkin yer ivmesi : 0,4

Bina önem katsayısı : 1

Taşıyıcı sistem davranış katsayısı : 8

Hareketli yük katılım katsayısı : 0,3

Yerel zemin sınıfı : Z3

Zemin hakim periyodları : Ta = 0,15 ; Tb = 0,60

Öngörülen minimum performans hedefi aşılma olasılığı 50 yılda %10 olan depremde “Can Güvenliği” performans seviyesidir.

Yük Analizi :

Döşeme ağırlığı : 3,75 kN/m²

Kaplama ağırlığı : 2,00 kN/m²

Hareketli yük : 2,00 kN/m²

Çatı hareketli yük : 1,50 kN/m²

Dış duvar ağırlığı : 7,40 kN/m

Dış duvar pencereless ağırlığı : 2,64 kN/m

İç duvar ağırlığı : 5,75 kN/m

Yapı Bilgisi :

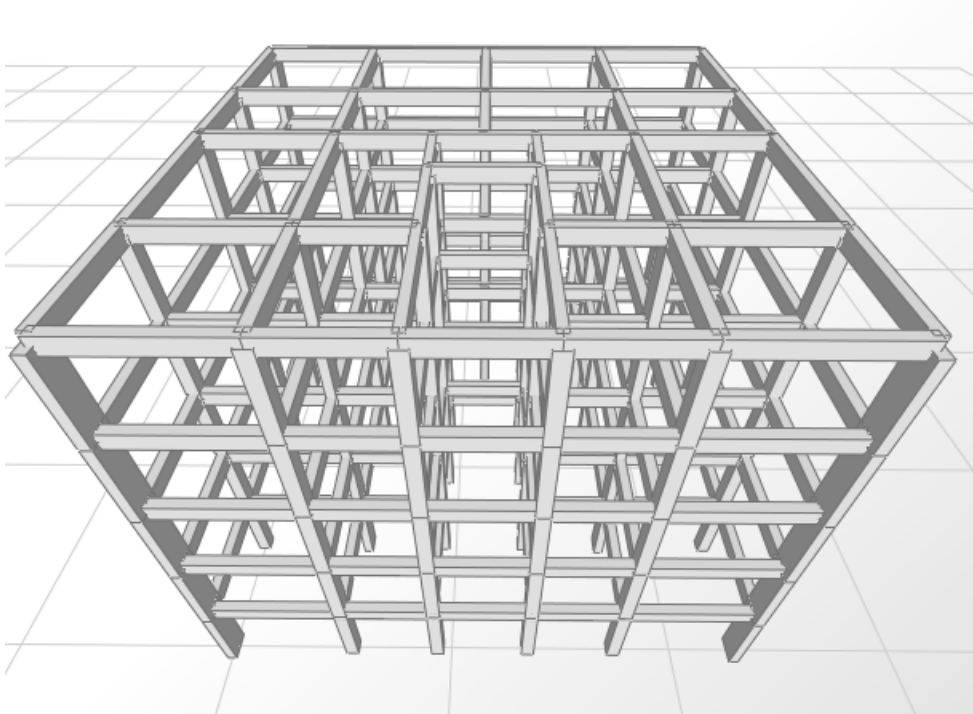
Döşeme : 15 cm.

Kiriş : 25x25 ; 30x50

Kolon : 30x60 ; 30x75 ; 40x40

4.3 Binanın Modellenmesi

Bina geometrik modeli, mevcut planlara dayanılarak üç boyutlu olarak bilgisayar ortamında modellenmiştir. (Şekil 4.3) Modelde kiriş ve kolonlar çubuk elemanlar kullanılarak modellenmiştir. Her katta döşemelerin kendi düzlemleri içerisinde rijit diyafram olarak çalıştığı kabul edilmiş ve eşdeğer deprem yükleri bu rijit diyaframların kütle merkezlerine uygulanmıştır. Doğrusal analizden farklı olarak eğilme etkisindeki betonarme elemanlarda çatlamış kesite ait etkin eğilme rijitlikleri kullanılmıştır. Bina geometrisi oluşturulduktan sonra yapısal elemanlardaki plastik şekil değiştirmeleri hesaplayabilmek için malzeme modelleri oluşturulmuş ve yığılı plastik davranış modeli idealize edilmiştir.



Şekil 4.3 : Binanın üç boyutlu modeli.

Yapılan analiz sonucu, hareketli ve kalıcı yüklerin oluşturduğu bina toplam kütlesi 1576 kNs²/m olarak belirlenmiştir. Binanın deprem yüklerinin hesaplanmasında kullanılacak toplam ağırlık

$$W = \sum_{i=0}^n w_i \quad (4.1)$$

formülü ile kat ağırlıkları ;

$$W_i = g_i + nq_i \quad (4.2)$$

formülü yardımıyla hesaplanmıştır. İncelenen bina konut olarak kullanıldığı için hareketli yük katılım katsayısı 0,3 olarak belirlenmiştir.

Binanın tümüne etkiyen toplam ağırlık : 15460 kN

Binanın tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü

$$V_t = \frac{WA(T_1)}{R_a(T_1)} \geq 0.10A_0/W \quad (4.3)$$

denklemleri ile tanımlanır.

Bu denklemde spektral ivme katsayısı $A(T_1)$ Denklem (4.4) ile bulunur.

$$A(T) = A_0/S(T) \quad (4.4)$$

Yapılan modal analiz sonucu yapıya ait doğal titreşim periyodları

$T_{1x} = 0,52$; $T_{1y} = 0,46$ olarak bulunmuştur.

$T_A = 0,15 \text{ sn} \leq T_{1x}$, $T_{1y} \leq T_B = 0,60 \text{ sn}$. olduğu için spektrum katsayısı $S(T) = 2,5$ değerini almaktadır. Spektral ivme katsayısı ise;

$A(T) = 0,4 \times 1 \times 2,5 = 1$ değerini alır.

Deprem yükü azaltma katsayısı $T_A > T$ olduğu için $R_a(T) = R = 8$ olarak alınmıştır.

Yukarıdaki deprem parametrelerinden toplam eşdeğer deprem yükü

$$V_t = \frac{15460 \times 1}{8} \geq 0,10 \times 0,4 \times 1 \times 15460$$

$V_t = 1932,50 \geq 618,40$ olarak hesaplanır.

4.4 Artımsal Eşdeğer Deprem Yükünün Uygulanabilirlik Tahkiki

DBYBHY 2007’de artımsal eşdeğer deprem yükünün kullanılabilmesi için yapının sağlaması gereken üç koşul belirtilmiştir. Bu koşullar bölüm 3.3 ‘te anlatılmıştır.

- Kat adedi $N=5 < 8 \sqrt{\quad}$
- Burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} < 1.4$

Burulma düzensizliği katsayısı DBYBHY 2007 Bölüm 2' de anlatılan hesap yöntemi ile hesaplanmıştır. Yapı y yönünde simetrik olduğu için sadece x yönündeki burulma düzensizliğinin incelenmesi yeterli olacaktır. Hesaplanan katsayı değerleri Tablo 4.1' de verilmiştir.

Çizelge 4.1 : X Yönü burulma düzensizliği.

Kat :	Δ (mak) : (mm)	Δ (ort) : (mm)	η_{bi} :
1	3,030	2,835	1,07
2	3,790	3,510	1,08
3	3,300	3,050	1,08
4	2,450	2,260	1,08
5	1,370	1,255	1,09

Birinci titreşim moduna ait etkin kütlelerin toplam bina kütlelerine oranı $\geq 0,70$

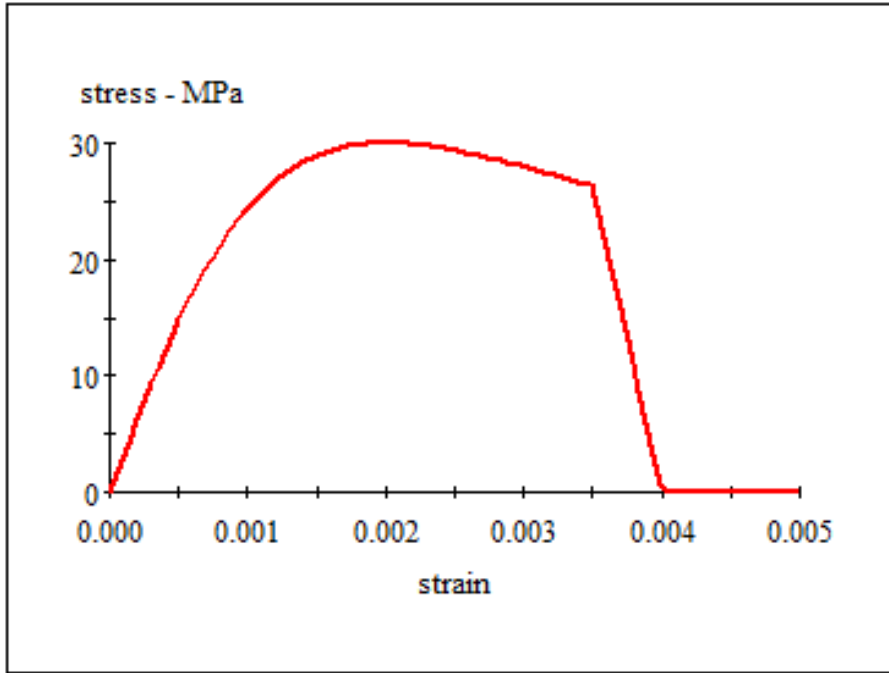
Çizelge 4.2 : Modal kütle katılım oranları.

Modal Kütle Katılım Oranı					
MODAL	Mode	Adım	Periyod	UX	UY
MODAL	Mode	1	0.522	0.778	0.000
MODAL	Mode	2	0.463	0.000	0.830

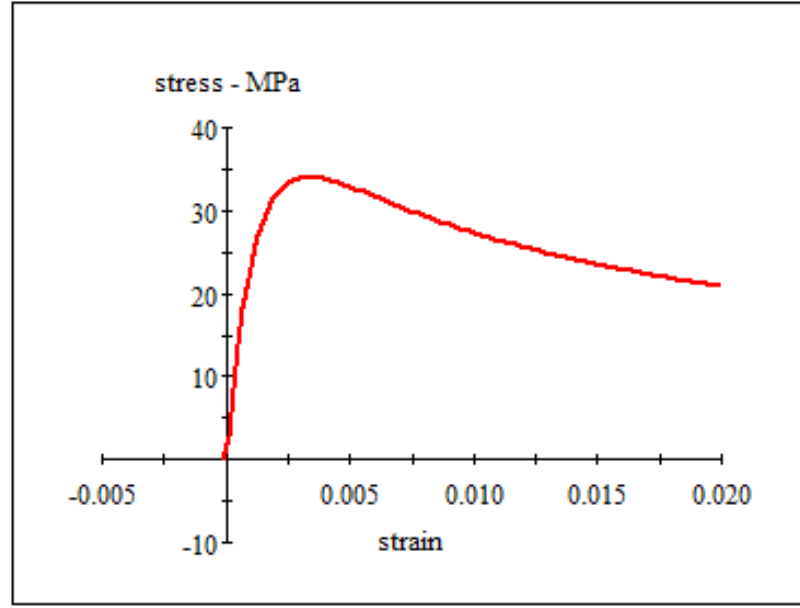
Yapı, artımsal eşdeğer deprem yükünün uygulanabilmesi için gerekli üç şartı da sağlamaktadır.

4.5 Plastik Mafsal Özelliklerinin Belirlenmesi

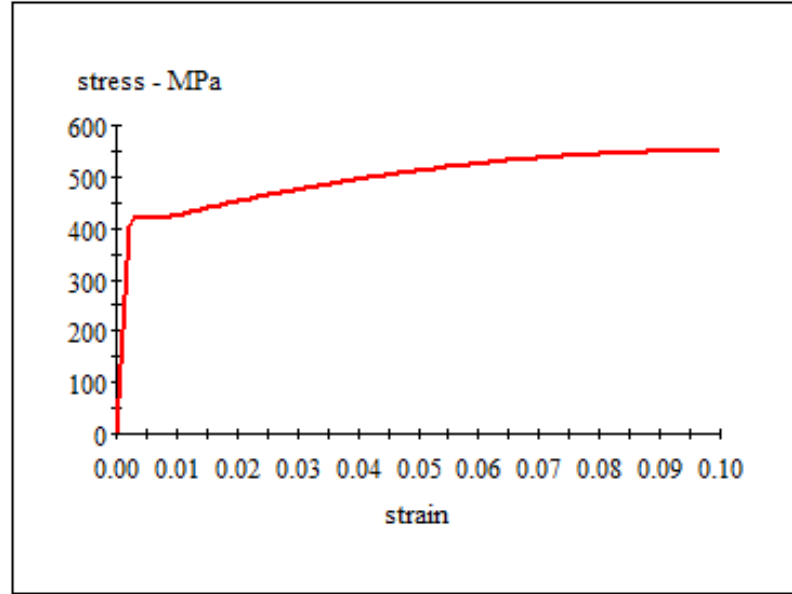
Plastik mafsalların özellikleri kesite ait moment eğrilik ilişkileri ile tanımlanır. Moment-eğrilik ilişkisinin doğru tanımlanabilmesi için uygun şekilde malzeme modelleri seçilmelidir. DBYBHY 2007 Ek 7B’ de belirtilen mander beton modeli kullanılmıştır. Doğrusal olmayan analiz için yapı genelinde oluşabilecek plastik mafsalların yerleri belirlenmiştir. Mafsal oluşabilecek kesitlerin moment eğrilik ilişkilerinin tanımlanmasında XTRACT programından faydalanılmıştır. Beton modeli kurulurken paspayını tanımlayan sargısız kısım, çekirdek betonu tanımlayan sargılı kısım ve donatı çeliği olmak üzere üç malzemeli olarak programa veri girişi yapılmıştır. İncelenen yapı örneğinde donatıda oluşabilecek pekleşme etkisi dikkate alınmıştır. Aşağıda bu tanımlamalara örnek teşkil etmesi amacıyla 30x50 kirişin malzeme modelleri grafiksel olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.4 : Mander sargısız betonun gerilme-sekil değiştirme grafiği.

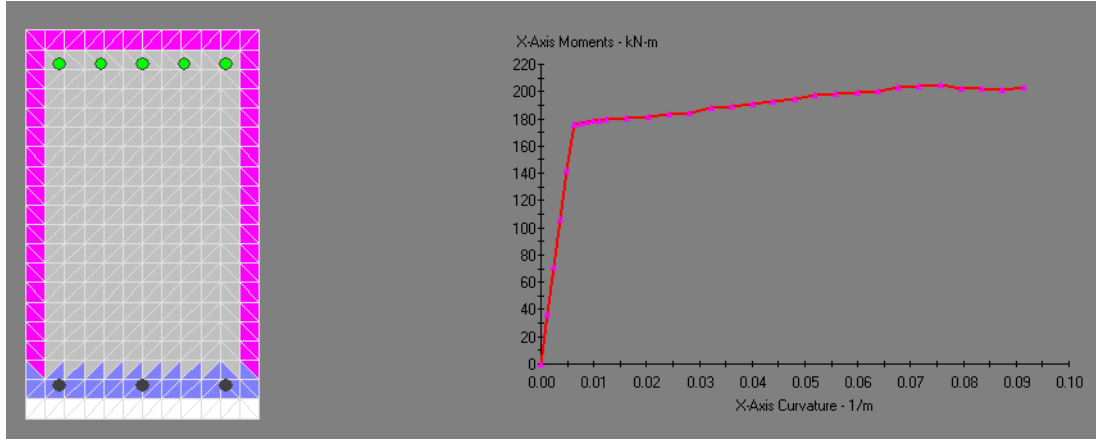


Şekil 4.5 : Mander sargılı betonun gerilme-sekil değıştirme grafiği.



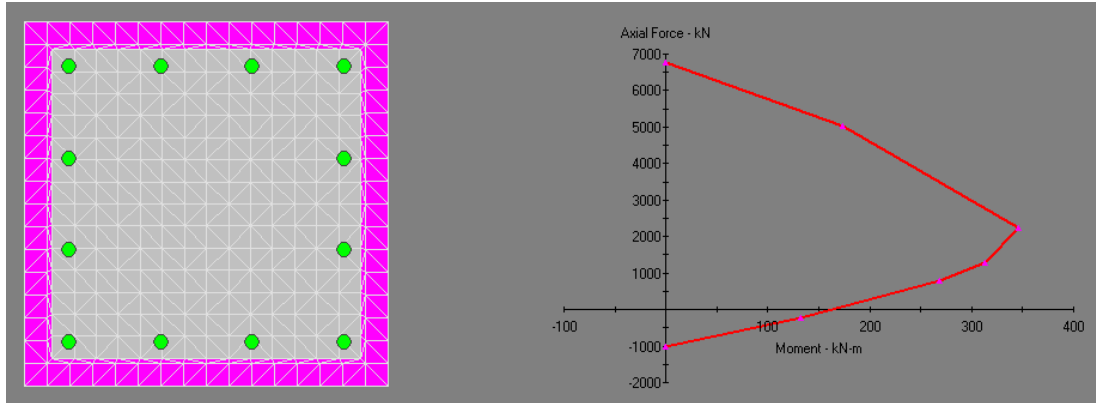
Şekil 4.6 : Donatı çeliğinin gerilme-şekil değıştirme grafiği.

Kirişlerde oluşacak plastik mafsalların kiriş uç bölgelerinde oluşacağı göz önünde bulundurularak tanımlama yapılmıştır. Kirişlerde bu tanımlamayı yapmak için M3 plastik mafsallı kullanılmıştır. Bu mafsall türünde kesitteki alt ve üst donatılar esas alınmıştır. Moment-eğrilik ilişkisi Şekil 4.7' deki gibi hesaplanmıştır. Bu ilişki, iki doğrudan olarak idealleştirilmiş eğri olarak da elde edilebilir.

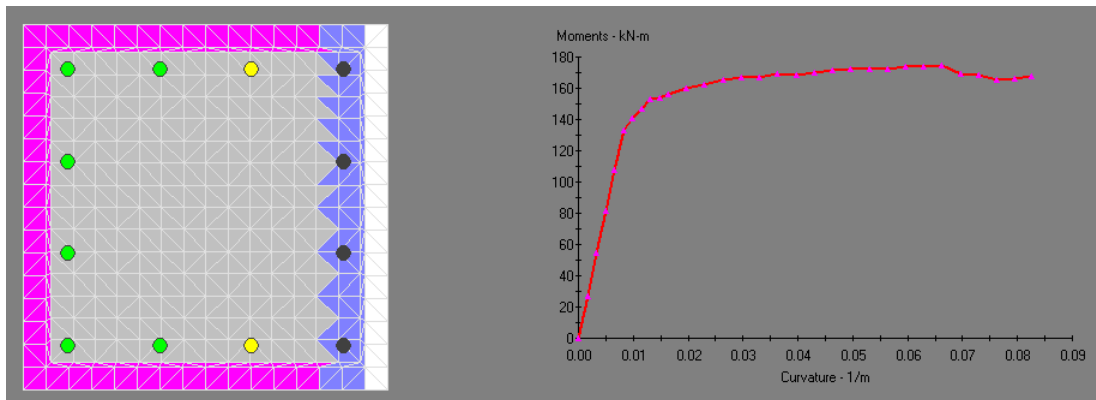


Şekil 4.7 : K30x50 kirişin moment-eğrilik ilişkisi.

Kolonlarda oluşacak plastik mafsallar ise yine kolon uç bölgelerinde yani kolonunun sargılama bölgelerinde oluşacağı göz önünde bulundurulmuştur. Eksenel kuvvet ve eğilmeye maruz kalan elemanların yani kolonların mafsal özelliklerini tanımlamak için akma yüzeyleri tanımlanmıştır. Kolonlarda bu tanımlamayı yapmak için P-M2-M3 mafsalından yararlanılmıştır.



Şekil 4.8 : S40x40 kolonun moment eksenel kuvvet etkileşim diyagramı.



Şekil 4.9 : S40x40 kolonun 90° 'deki moment-eğrilik ilişkisi.

4.6 Etkin Eğilme Rijitliklerinin Belirlenmesi

Eğilme etkisindeki betonarme elemanlarda çatlamış kesite ait etkin eğilme rijitlikleri kullanılacaktır. Kirişler için DBYBHY 2007 uyarınca eğilme rijitliğinin % 40'ı hesaba katılacaktır. Kolonlar için ise, DBYBHY 2007 madde 7.4.13' de kolonlarda normal kuvvetler için %40 - %80 arasında değişen değerlerin kullanılması önerilmektedir. Eksenel basınç kuvveti N_D 'nin ara değerleri için doğrusal enterpolasyon yapılabilir.

N_D , deprem hesabında esas alınan toplam kütlelerle uyumlu yüklerin göz önüne alındığı ve çatlamamış kesitlere ait $(EI)_0$ eğilme rijitliklerinin kullanıldığı bir ön düşey yük hesabı ile belirlenecektir. Deprem hesabında da aynı rijitlikler kullanılacaktır [2].

4.7 Statik İtme Analizi İçin Yapılan Yüklemler

Statik itme analizi yapılırken programa doğrusal olmayan modal itme analizleri tanıtılmıştır. Statik itme analizi için yapılacak ilk yükleme düşey yöndeki kuvvet kontrollü itme analizidir. Bu analiz de kütle kaynağı olarak zati yükler ve hareketli yüklerin %30 'u dikkate alınmıştır. Statik itme analizi için yapılacak bir diğer yükleme X ve Y doğrultusundaki yerdeğiştirme kontrollü yatay yüklemelerdir. Bu yüklemelerin başlangıç noktası düşey yüklemenin bittiği noktadır. Buna göre her iki doğrultuda birinci doğal titreşim modu ile orantılı olarak katlara gelen yükler altında yapılan itme analizlerinden elde edilen itme eğrileri Sap2000 analiz sonuçları kısmında grafikler halinde sunulmuştur.

Load Type	Load Name	Scale Factor
Mode	1	1.
Mode	1	1.

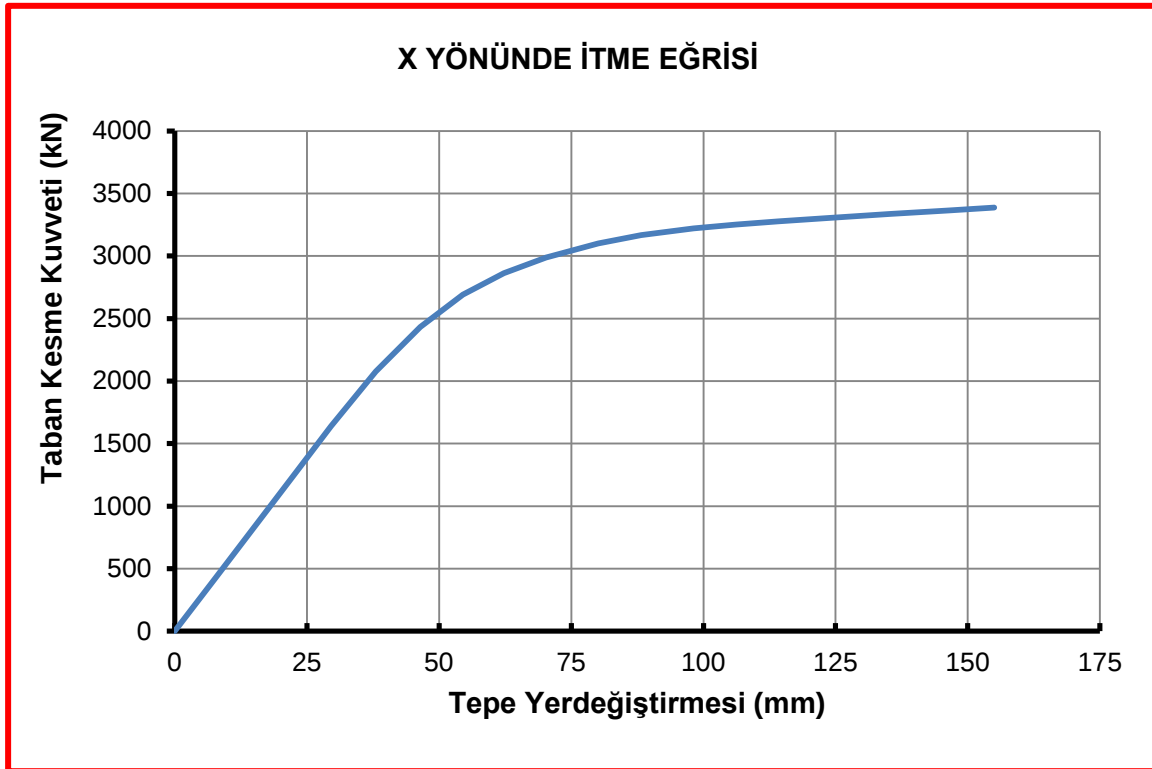
Şekil 4.10 : Programa tanıtılan X yönündeki itme analizi veri girişi.

4.8 Sap2000 Analiz Sonuçları

4.8.1 X yönlü analiz sonuçları

Sap2000 ile itme analizi sonucunda oluşan X yönündeki taban kesme kuvveti – tepe yerdeğiştirmesi arasındaki ilişki şekil 4.11’ de verilmiştir. Grafikte de görüldüğü gibi yapının X yönündeki taban kesme kuvveti kapasitesi 3386 kN’ dur. Yapının karşılayabildiğı en yüksek yerdeğiştirme değeri ise 0.155 m. olarak hesaplanmıştır. Yapının tasarımı için hesaplanan eşdeğer deprem yükü yöntemi ile aynı yön için bulunun taban kesme kuvveti ise 1932 kN’dur. Dolayısıyla X yönünde yapının karşıladığı taban kesme kuvvetinin yapıya etkiyen deprem yüküne oranı olan dayanım fazlalığı 1.75 olarak bulunmuştur.

$$D_x = 3386 / 1932 = 1.75$$

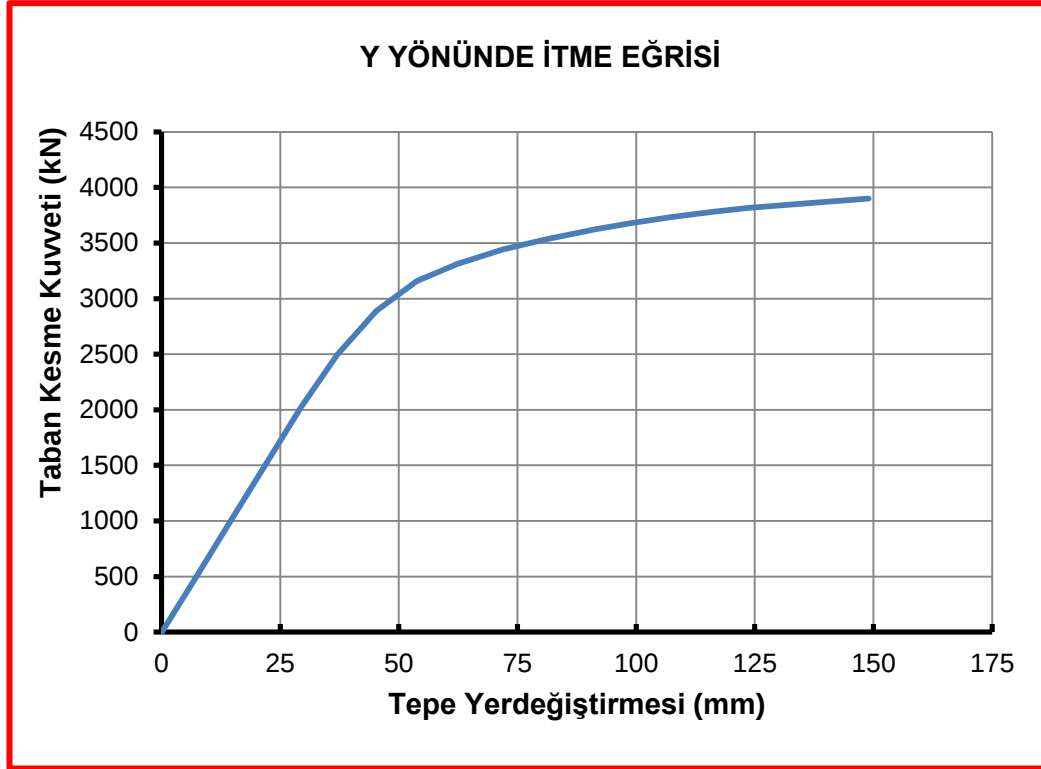


şekil 4.11 : Yapının X yönündeki taban kesme kuvveti-tepe yerdeğiştirme grafiğı.

4.8.2 Y yönlü analiz sonuçları

Sap2000 ile itme analizi sonucunda oluşan Y yönündeki taban kesme kuvveti – tepe yerdeğiştirmesi arasındaki ilişki şekil 4.12’ de verilmiştir. Grafikte de görüldüğü gibi yapının Y yönündeki taban kesme kuvveti kapasitesi 3898 kN’ dur. Yapının karşılayabildiğı en yüksek yerdeğiştirme değeri ise 0.149 m. olarak hesaplanmıştır. Yapının tasarımı için hesaplanan eşdeğer deprem yükü yöntemi ile aynı yön için bulunun taban kesme kuvveti ise 1932 kN’dur. Dolayısıyla Y yönünde yapının karşıladığı taban kesme kuvvetinin yapıya etkiyen deprem yüküne oranı olan dayanım fazlalığı 2.02 olarak bulunmuştur.

$$D_y = 3898 / 1932 = 2.02$$



şekil 4.12 : Yapının Y yönündeki taban kesme kuvveti-tepe yerdeğiştirme grafiğı.

4.9 Hedef Yerdeğiştirme Sınırının Belirlenmesi

Hedef yerdeğiştirme sınırının belirlenmesinin özetleyecek olursak, elde edilen modal kapasite ve davranış spektrumu grafiklerinin çakıştırılması sonucu, modal kapasite eğrisinin başlangıç teğetinden davranış spektrumuna doğru çizilen doğrunun spektral ivme-spektral deplasman grafiğini kesen noktasının izdüşümü olarak tarıflenebilir. Bu izdüşüm spektral deplasmana karşılık gelmektedir. Spektral deplasman spektral yerdeğiştirme oranı ile çarpılarak nonlineer spektral yerdeğiştirmeye dönüştürülür. Nonlineer spektral yerdeğiştirme tanım olarak modal yerdeğiştirme istemine eşittir. Son adımda ise modal yerdeğiştirme istemi, ilgili doğrultunun mod genliği ve modal katkı çarpanı ile çarpılarak hedef (tepe) yerdeğiştirme istemi elde edilir.

4.9.1 X yönü için hedef yerdeğiştirme sınırının belirlenmesi

Analiz sonucu elde edilen taban kesme kuvveti – tepe yerdeğiştirme grafiği DBYBHY 2007’ de verilen bağıntılar kullanılarak modal kapasite diyagramlarına dönüştürülür.

X yönü için modal kapasite diyagramının koordinatlarının hesabı aşağıda verilmiştir.

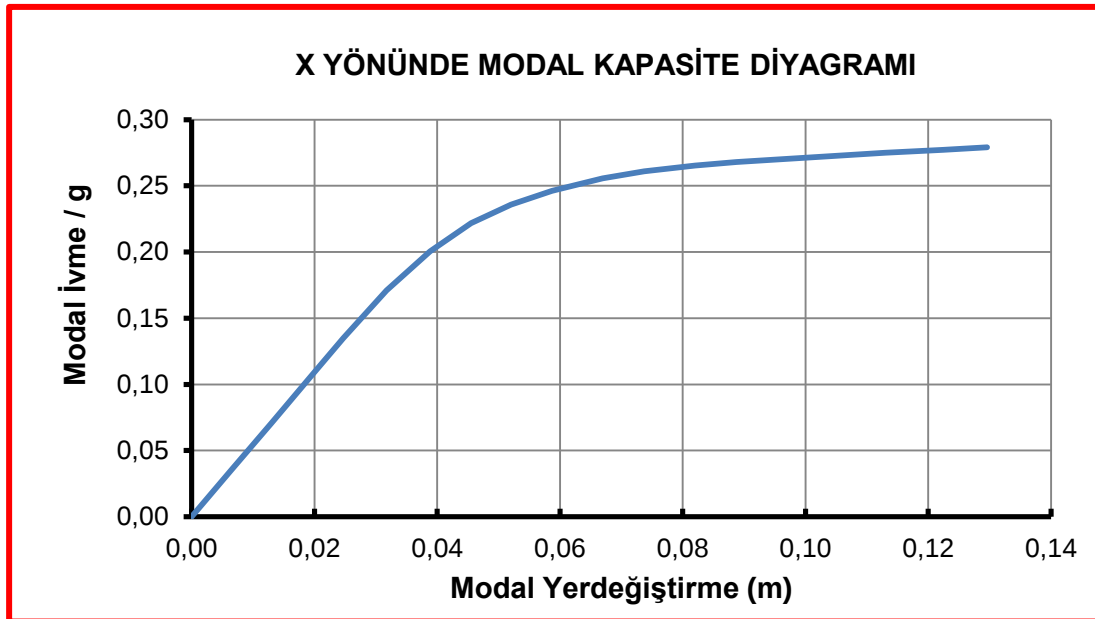
$$\Gamma_{x1} = 34.98$$

$$\gamma_{x1} = 0.785 \text{ (etkin kütle oranı)}$$

$$\Phi_{xN1} = 0.0342$$

$$M_{x1} = 1237.16 \text{ (etkin kütle)}$$

$$\Sigma M = 1576 \text{ ton (bina kütlesi)}$$

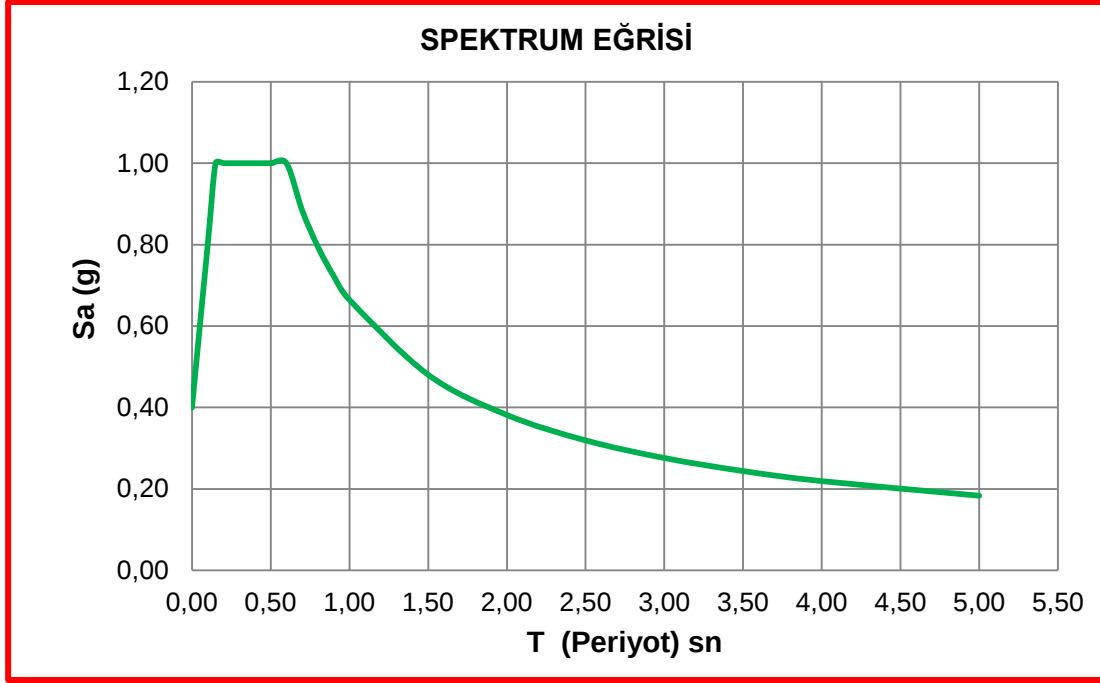


Şekil 4.13 : Yapının X yönündeki spektral ivme – spektral yerdeğiştirme grafiği.

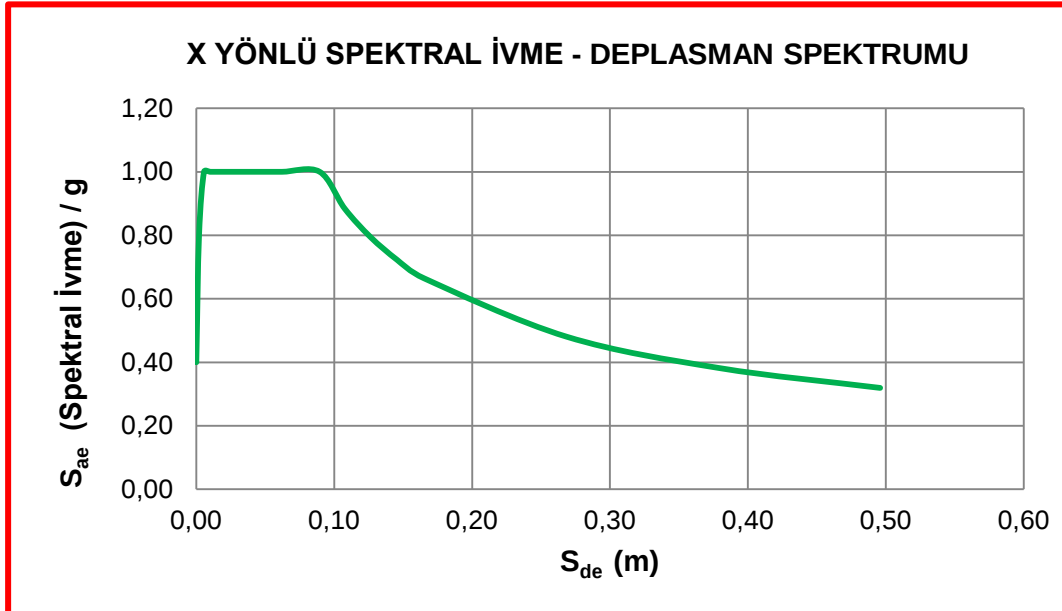
Çizelge 4.3 : X yönü için kapasite diyagramı koordinatlarının hesabı.

V_{x1} (kN)	u_{xN1} (m)	M_{x1} (kNs ² /m)	Φ_{xN1}	Γ_{x1}	d_i (m)
0.0	0.0000	1237.16	0.034	34.98	0.000
429.4	0.0078	1237.16	0.034	34.98	0.006
858.8	0.0155	1237.16	0.034	34.98	0.013
1288.2	0.0233	1237.16	0.034	34.98	0.019
1638.2	0.0296	1237.16	0.034	34.98	0.025
2076.3	0.0380	1237.16	0.034	34.98	0.032
2433.1	0.0464	1237.16	0.034	34.98	0.039
2692.0	0.0545	1237.16	0.034	34.98	0.046
2862.5	0.0622	1237.16	0.034	34.98	0.052
2987.6	0.0702	1237.16	0.034	34.98	0.059
3101.8	0.0801	1237.16	0.034	34.98	0.067
3166.7	0.0882	1237.16	0.034	34.98	0.074
3220.6	0.0981	1237.16	0.034	34.98	0.082
3251.5	0.1062	1237.16	0.034	34.98	0.089
3277.1	0.1142	1237.16	0.034	34.98	0.095
3303.4	0.1232	1237.16	0.034	34.98	0.103
3336.4	0.1352	1237.16	0.034	34.98	0.113
3365.5	0.1464	1237.16	0.034	34.98	0.122
3386.6	0.1550	1237.16	0.034	34.98	0.130

Z3 tipi zemin için Şekil 4.14’ deki görülen spektrum eğrisi, tasarım depremi dikkate alınarak spektral ivme – spektral deplasman spektrumuna dönüştürülmüştür.



Şekil 4.14 : Yapı parametrelerine bağlı olarak Z3 zemin cinsi için spektrum eğrisi.

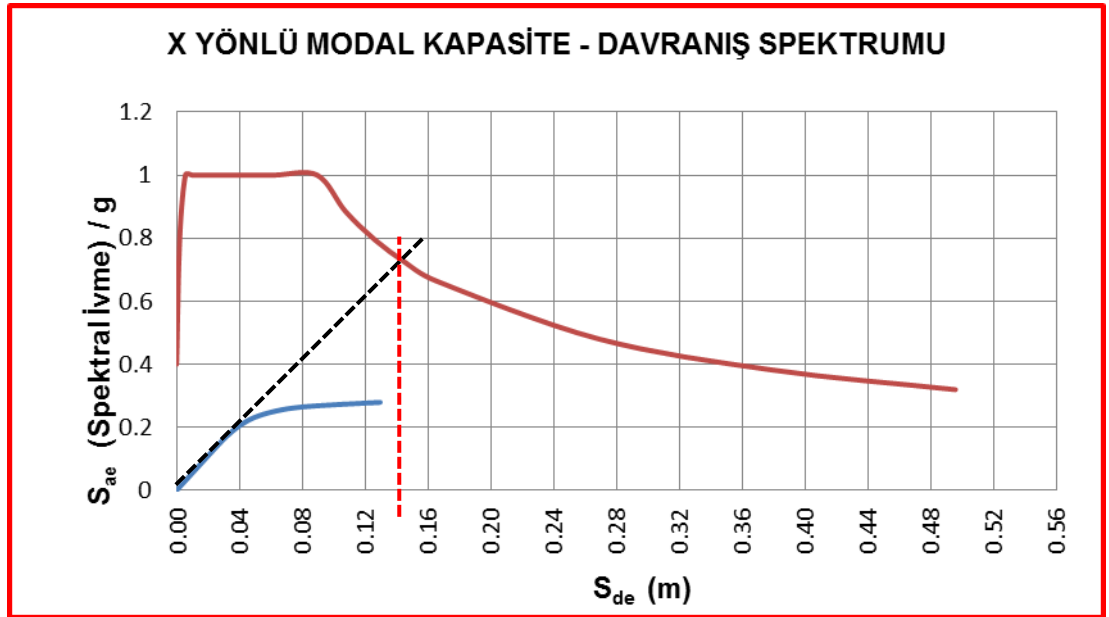


Şekil 4.15 : X yönlü spektral ivme spektral deplasman spektrumu.

X yönünde yapılan analizlerde elde edilen $T_x = 0.845$ sn. değeri T_B 'den büyük olduğu için spektral yerdeğiştirme oranı $C_R = 1$ alınır. Modal kapasite eğrisinin başlangıç teğeti ile deprem talep spektrum eğrisinin kesiştirilmesi ile modal hedef yerdeğiştirme değeri 0.13 m. olarak hesaplanmıştır. Bu değer koordinat dönüşümüne tabi tutularak hedef yerdeğiştirme 0.155 m. olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.4 : X yönü için hedef yerdeğiştirme.

S_{de} (m)	0.13
C_R	1
S_{di} (m)	0.13
$d_i^{(P)}$ (m)	0.13
$u_{xN1}^{(P)}$ (m)	0.155



Şekil 4.16 : X yönlü modal kapasite davranış spektrumu.

4.9.2 Y yönü için hedef yerdeğiştirme sınırının belirlenmesi

Analiz sonucu elde edilen taban kesme kuvveti – tepe yerdeğiştirme grafiği DBYBHY 2007’ de verilen bağıntılar kullanılarak modal kapasite diyagramlarına dönüştürülür.

Y yönü için modal kapasite diyagramının koordinatlarının hesabı aşağıda verilmiştir.

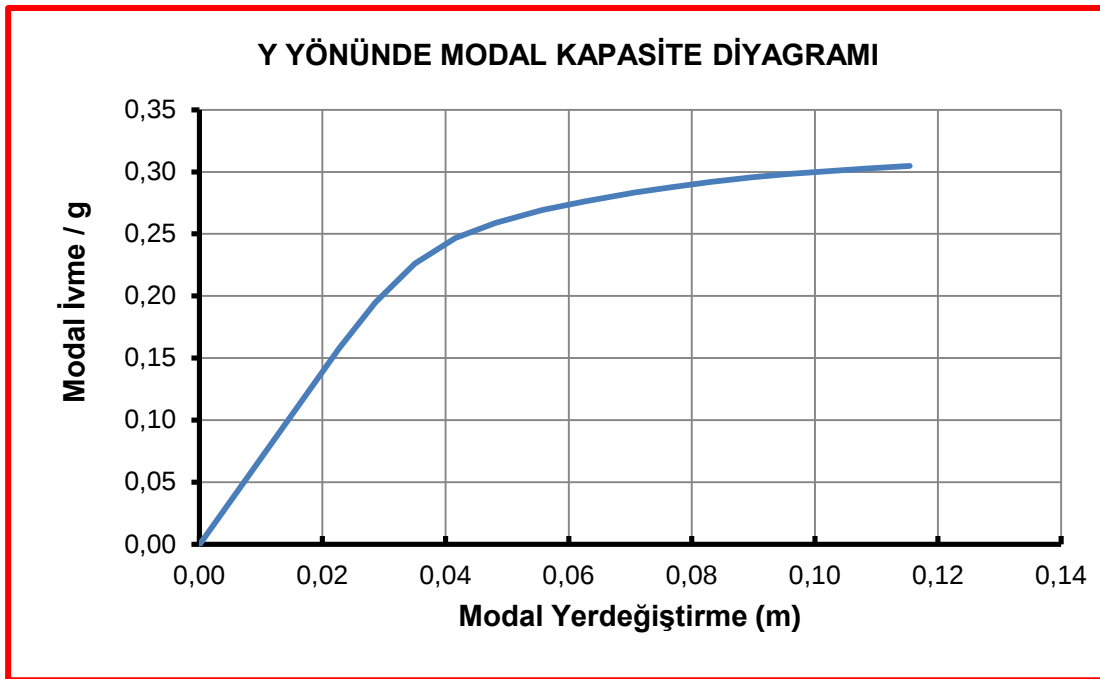
$$\Gamma_{y1} = 35.89$$

$$\Phi_{yN1} = 0.036$$

$$\Sigma M = 1576 \text{ ton (bina kütlesi)}$$

$$\gamma_{y1} = 0.827 \text{ (etkin kütle oranı)}$$

$$M_{y1} = 1303.35 \text{ (etkin kütle)}$$

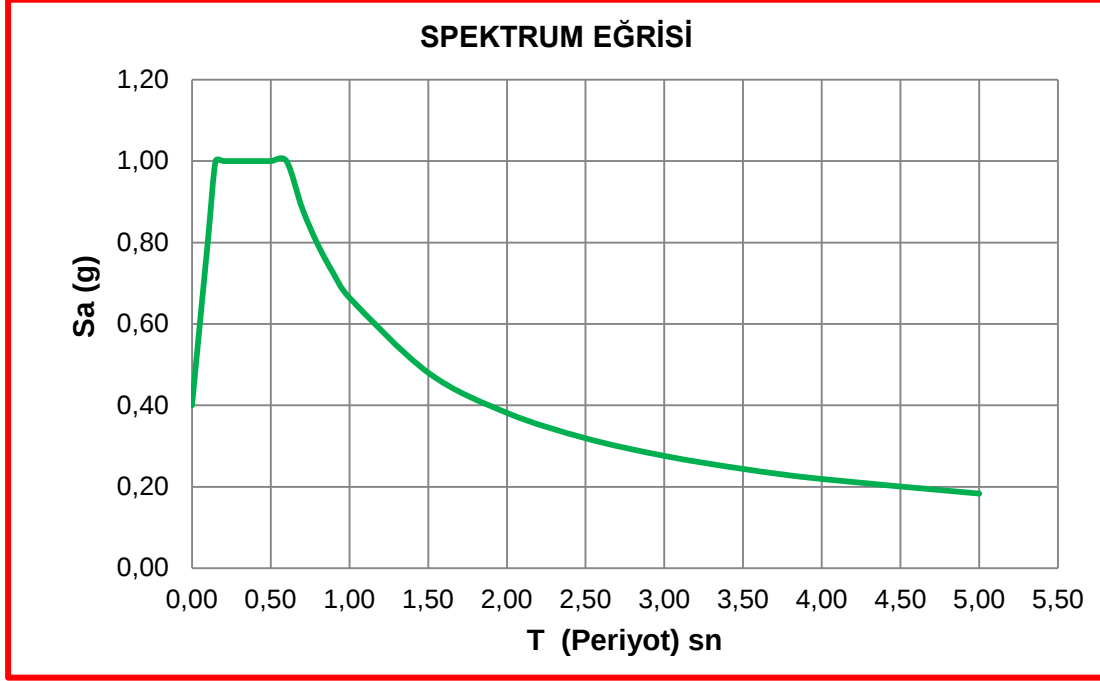


Şekil 4.17 : Yapının Y yönündeki spektral ivme – spektral yerdeğiştirme grafiği.

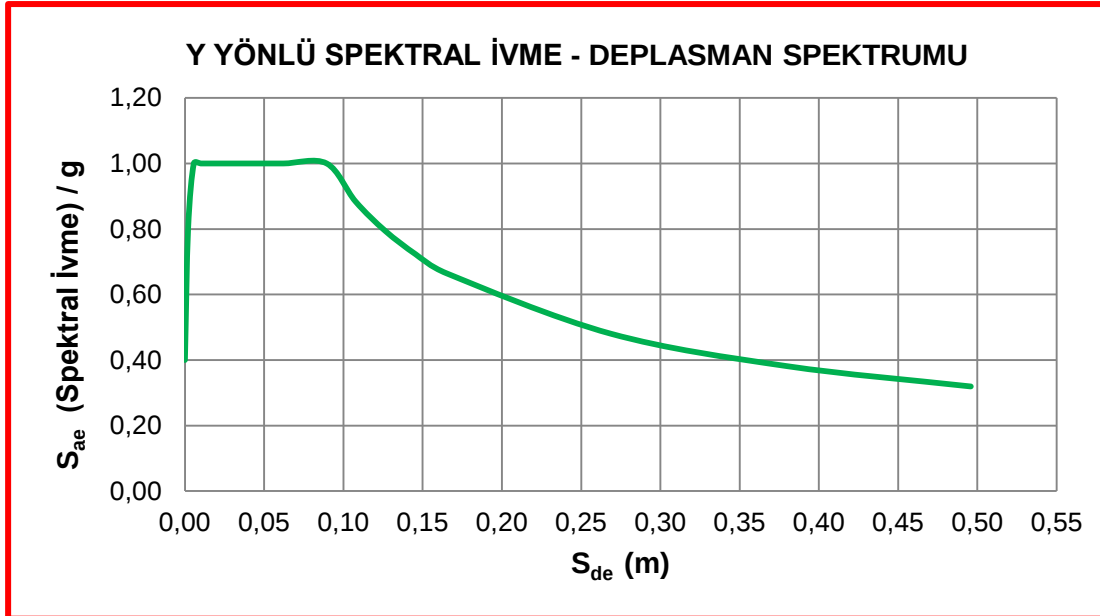
Çizelge 4.5 : Y yönü için kapasite diyagramı koordinatlarının hesabı.

V_{y1} (kN)	u_{yN1} (m)	M_{y1} (kNs ² /m)	Φ_{yN1}	Γ_{y1}	d_i (m)
0.0	0.0001	1303.35	0.036	35.89	0.000
514.4	0.0075	1303.35	0.036	35.89	0.006
1028.8	0.0150	1303.35	0.036	35.89	0.012
1543.3	0.0224	1303.35	0.036	35.89	0.017
2019.8	0.0293	1303.35	0.036	35.89	0.023
2492.3	0.0370	1303.35	0.036	35.89	0.029
2889.9	0.0452	1303.35	0.036	35.89	0.035
3156.3	0.0537	1303.35	0.036	35.89	0.042
3308.7	0.0622	1303.35	0.036	35.89	0.048
3440.7	0.0719	1303.35	0.036	35.89	0.056
3531.4	0.0808	1303.35	0.036	35.89	0.063
3624.3	0.0914	1303.35	0.036	35.89	0.071
3677.6	0.0988	1303.35	0.036	35.89	0.076
3732.8	0.1073	1303.35	0.036	35.89	0.083
3781.8	0.1163	1303.35	0.036	35.89	0.090
3815.0	0.1238	1303.35	0.036	35.89	0.096
3845.9	0.1324	1303.35	0.036	35.89	0.102
3871.4	0.1402	1303.35	0.036	35.89	0.108
3898.5	0.1491	1303.35	0.036	35.89	0.115

Z3 tipi zemin için Şekil 4.18’ deki görülen spektrum eğrisi, tasarım depremi dikkate alınarak spektral ivme – spektral deplasman spektrumuna dönüştürülmüştür.



Şekil 4.18 : Yapı parametrelerine bağlı olarak Z3 zemin cinsi için spektrum eğrisi.

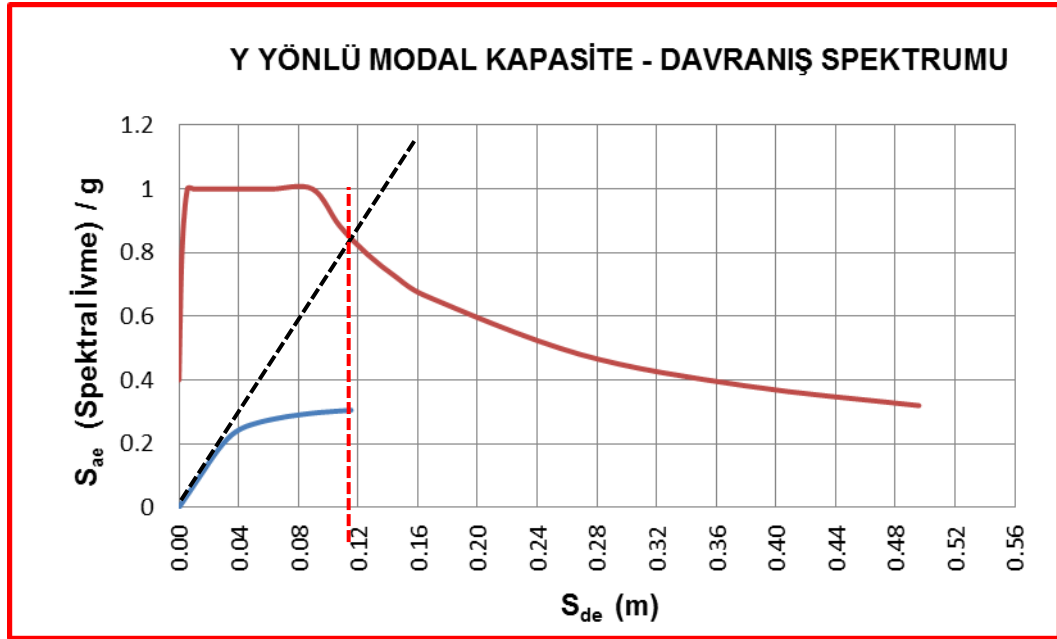


Şekil 4.19 : Y yönlü spektral ivme spektral deplasman spektrumu.

Y yönünde yapılan analizlerde elde edilen $T_x = 0.75$ sn. değeri T_B 'den büyük olduğu için spektral yerdeğiştirme oranı $C_R = 1$ alınır. Modal kapasite eğrisinin başlangıç teğeti ile deprem talep spektrum eğrisinin kesiştirilmesi ile modal hedef yerdeğiştirme değeri 0.115 m. olarak hesaplanmıştır. Bu değer koordinat dönüşümüne tabi tutularak hedef yerdeğiştirme 0.149 m. olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.6 : Y yönü için hedef yerdeğiştirme.

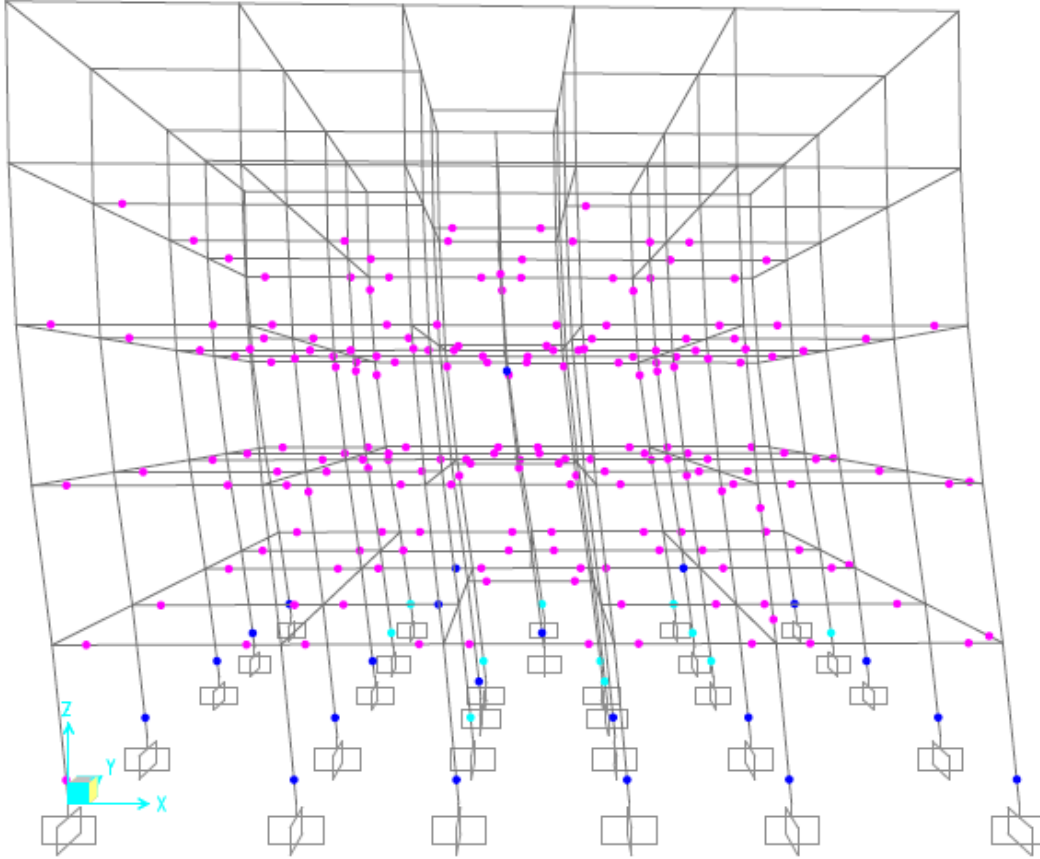
S_{de} (m)	0.115
C_R	1
S_{di} (m)	0.115
$d_i^{(P)}$ (m)	0.115
$u_{yN1}^{(P)}$ (m)	0.149



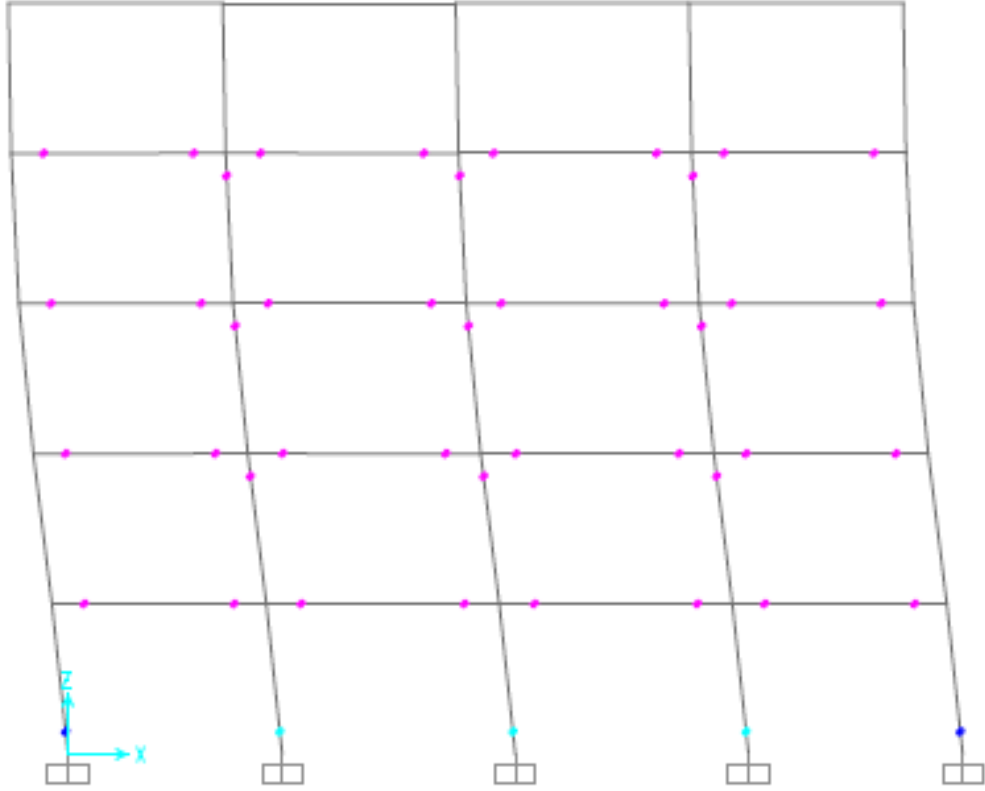
Şekil 4.20 : Y yönlü modal kapasite davranış spektrumu.

Analiz sonucunda belirlenen hedef yerdeğiştirme değeri X ve Y yönü için ayrı ayrı Sap2000 programına girilerek itme analizi yapılır. Yapı, hedef yerdeğiştirme sınırına ulaşıncaya analiz sonlandırılır.

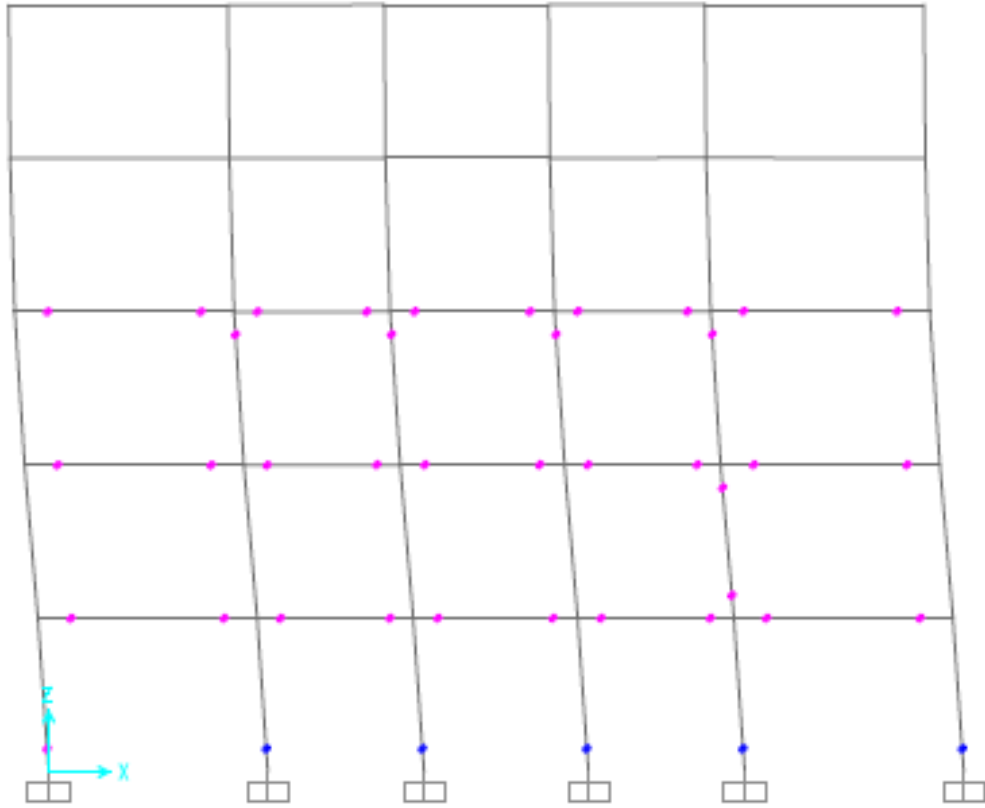
Bu aşamadan sonra analiz sonuçlarına göre performans değerlendirilmesine geçilebilir. Analiz sonucunda plastik mafsal oluşan kesitlerdeki plastik dönmeler ve kesitlerde meydana gelen iç kuvvetler, kapasiteleri ile kıyaslanarak donatı ve betondaki şekil değiştirmeler hesaplanarak kesit hasar durumları belirlenmiştir. İtme analizinde ilk plastik mafsal kirişlerde oluşmuştur. İtme analizi sonucunda yapıda oluşan plastik mafsalların yeri genel olarak Şekil 4.21 ve Şekil 4.25’ de gösterilmiştir.



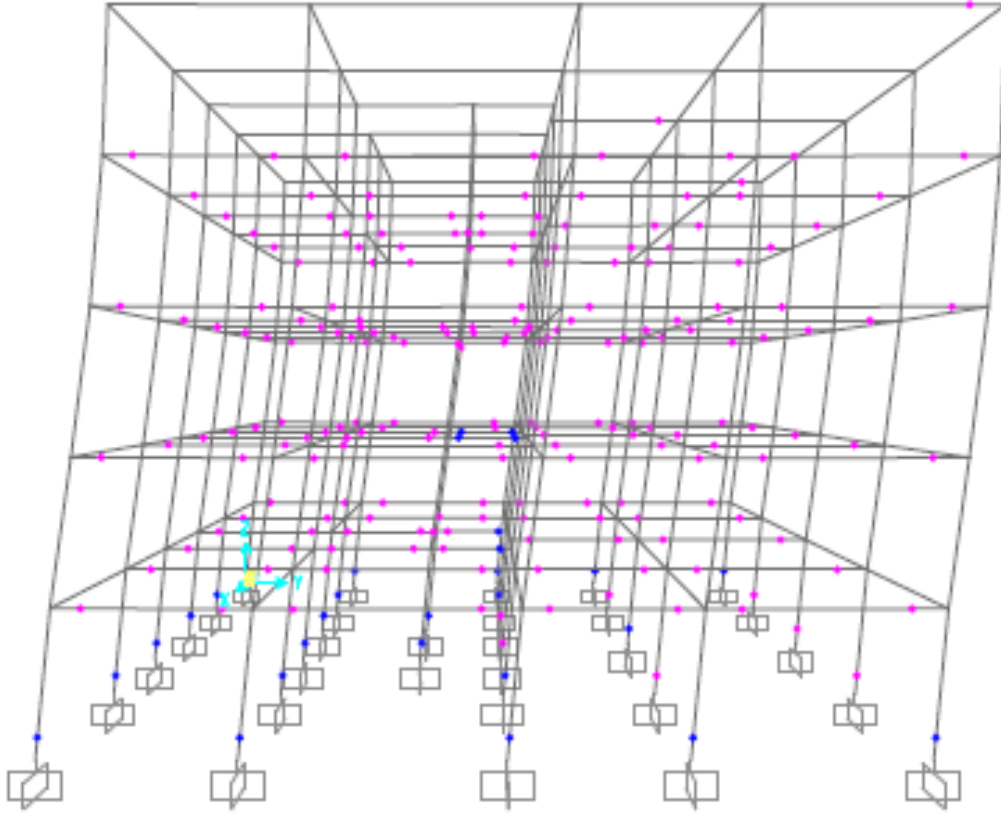
Şekil 4.21 : X yönlü itme analizi sonucu oluşan genel plastik mafsal dağılımı.



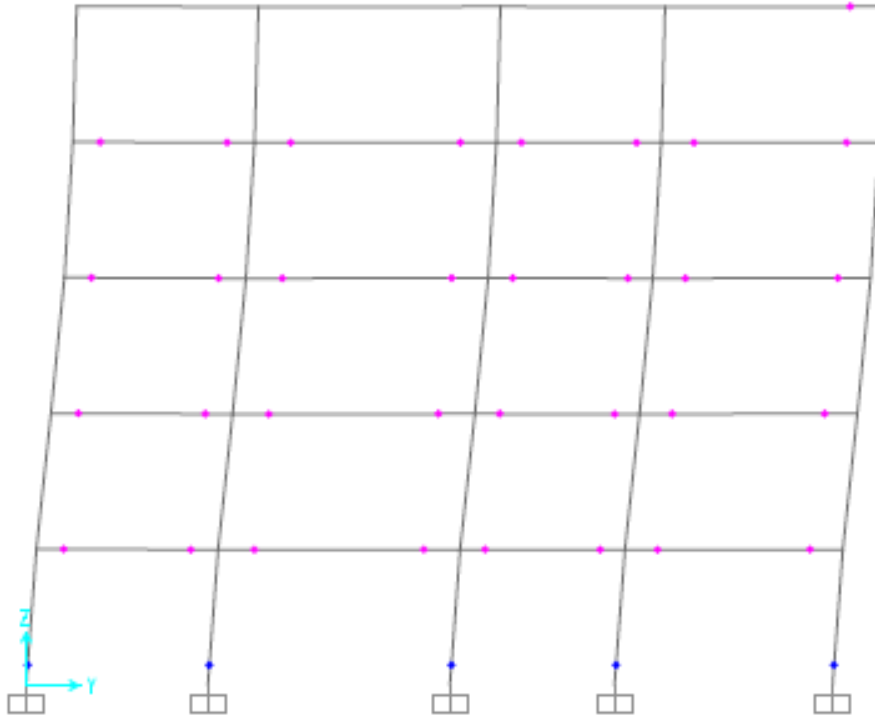
Şekil 4.22 : X yönlü itme analizi sonucu 6 nolu akstaki plastik mafsalsal dağılımı.



Şekil 4.23 : X yönlü itme analizi sonucu 1 nolu akstaki plastik mafsalsal dağılımı.



Şekil 4.24 : Y yönlü itme analizi sonucu oluşan genel plastik mafsall dağılımı.



Şekil 4.25 : Y yönlü itme analizi sonucu A nolu akstaki plastik mafsall dağılımı.

4.10 Kirişler için Birim Şekil Değiştirme İstemlerinin Hesabı

Her iki doğrultuda yapılan itme analizi sonucunda kirişlerde oluşan plastik dönmeler okunmuş ve buna karşılık gelen plastik eğrilik istemleri hesaplanmıştır. Kiriş için yapılan kesit analizi ile iki doğrulu moment eğrilik ilişkisinden yararlanılarak eşdeğer akma eğriliği bulunmuştur. Bu iki eğrilik istemi toplanarak toplam eğrilik istemi elde edilmiştir. Toplam eğrilik istemine karşı gelen betondaki ve çelikteki birim şekil değiştirmeler okunarak daha sonra DBYBHY 2007 uyarınca birim şekildeğiştirme kapasiteleri ile karşılaştırılarak kesit hasar durumu belirlenmiştir. Kirişlere ait birim şekildeğiştirme istemlerinin ve hasar durumlarının belirlenmesine örnek teşkil etmesi amacı ile incelenen yapı kapsamında zemin katta seçilen 30 cm x 50 cm geometrik kesite sahip KZ19 kirişi ele alınmıştır. Bu kirişin donatı donatı düzeni ise üst donatı 5Ø16 alt donatı ise 3Ø16 , etriyesi ise sarılma bölgesinde olduğu için Ø10/10 şeklindedir.

Kesitteki eşdeğer akma eğrilinin bulunması için tek eksenli eğilme analizi yapılmıştır. Moment-eğrilik ilişkisi ve analiz için kullanılan malzeme modellerinden daha önce bahsedilmiştir. Elde edilen iki doğrulu moment-eğrilik ilişkisinden pozitif yöndeki ve negatif yöndeki eğilme momentleri ve bu momentlere karşılık gelen eşdeğer akma eğrilikleri aşağıda verilmiştir.

Pozitif eğilme momenti (Altta çekme üstte basınç) ;

$$\Phi_y = 0.00616 \text{ rad/m} , M_y = 115 \text{ kNm}$$

Negatif eğilme momenti (Üstte çekme altta basınç) ;

$$\Phi_y = 0.00648 \text{ rad/m} , M_y = 183 \text{ kNm}$$

X yönündeki itme analizi sonucu elde edilen plastik dönme ve eğrilik istemi ;

$$\text{Kirişin sol ucu için plastik dönme istemi : } \theta_p = 0.00908 \text{ rad}$$

$$\text{Kirişin sol ucu için plastik eğrilik istemi : } \Phi_p = 0.00908/0.25 = 0.0363 \text{ rad/m}$$

$$\text{Kirişin sağ ucu için plastik dönme istemi : } \theta_p = 0.00983 \text{ rad}$$

$$\text{Kirişin sağ ucu için plastik eğrilik istemi : } \Phi_p = 0.00983/0.25 = 0.0393 \text{ rad/m}$$

X yönündeki itme analizi sonucu elde edilen toplam eğrilik istemi ;

$$\text{Kirişin sol ucu için : } \Phi_t = 0.0363 + 0.00648 = 0.0428 \text{ rad/m}$$

$$\text{Kirişin sağ ucu için : } \Phi_t = 0.0393 + 0.00616 = 0.0455 \text{ rad/m}$$

Moment eğrilik ilişkisinden bu değerlere karşılık gelen betondaki basınç birim şekil değiştirmesi ile donatıdaki çeliğin birim şekil değiştirmesi aşağıdaki gibidir.

Kirişin sol ucu için $\epsilon_{uc} = 0.0022$; $\epsilon_c = 0.0011$; $\epsilon_s = 0.0176$

Kirişin sol ucu için $\epsilon_{uc} = 0.0022$; $\epsilon_c = 0.0011$; $\epsilon_s = 0.0176$

DBYBHY 2007 madde 7.6.9 'a göre yapılan değerlendirmede kesit hasar durumu, minimum hasar sınırı ile güvenlik sınırı arasında belirgin hasar bölgesinde kalmaktadır.

4.11 Kirişte Kesme Kuvveti Kapasitesi Kontrolü

Tüm betonarme taşıyıcı sistem elemanlarında gevrek kırılmanın önlenmesi gerekmektedir. Kesme kuvveti dayanımının kesme kuvveti isteminden küçük olduğu elemanlar gevrek olarak hasar gören elemanlar olarak sayılırlar. Kesme kuvveti dayanım hesabında bilgi düzeylerine göre tanımlanan mevcut dayanım değerleri kullanılacaktır. Ayrıca kesme kuvveti dayanımı TS500' e göre belirlenecektir.

Kesme kuvveti hesabında betonun katkısı ;

$$V_c = 0.80 \times 0.65 \times 0.35 \times 30^{0.5} \times 300 \times 475 = 142 \text{ kN}$$

Etriyenin katkısı ;

$$V_s = 157 \times 420 \times 475 / 100 = 313 \text{ kN}$$

Kesme kuvveti istemi $V = 95 \text{ kN}$

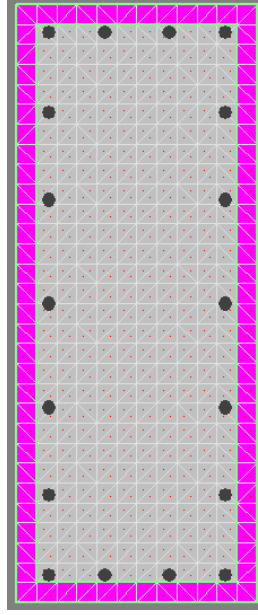
$$V_r = V_c + V_s = 142 + 313 = 455 \text{ kN} > 95 \text{ kN}$$

Kiriş kesitinin kesme kuvveti, kapasitesi bakımından yeterlidir.

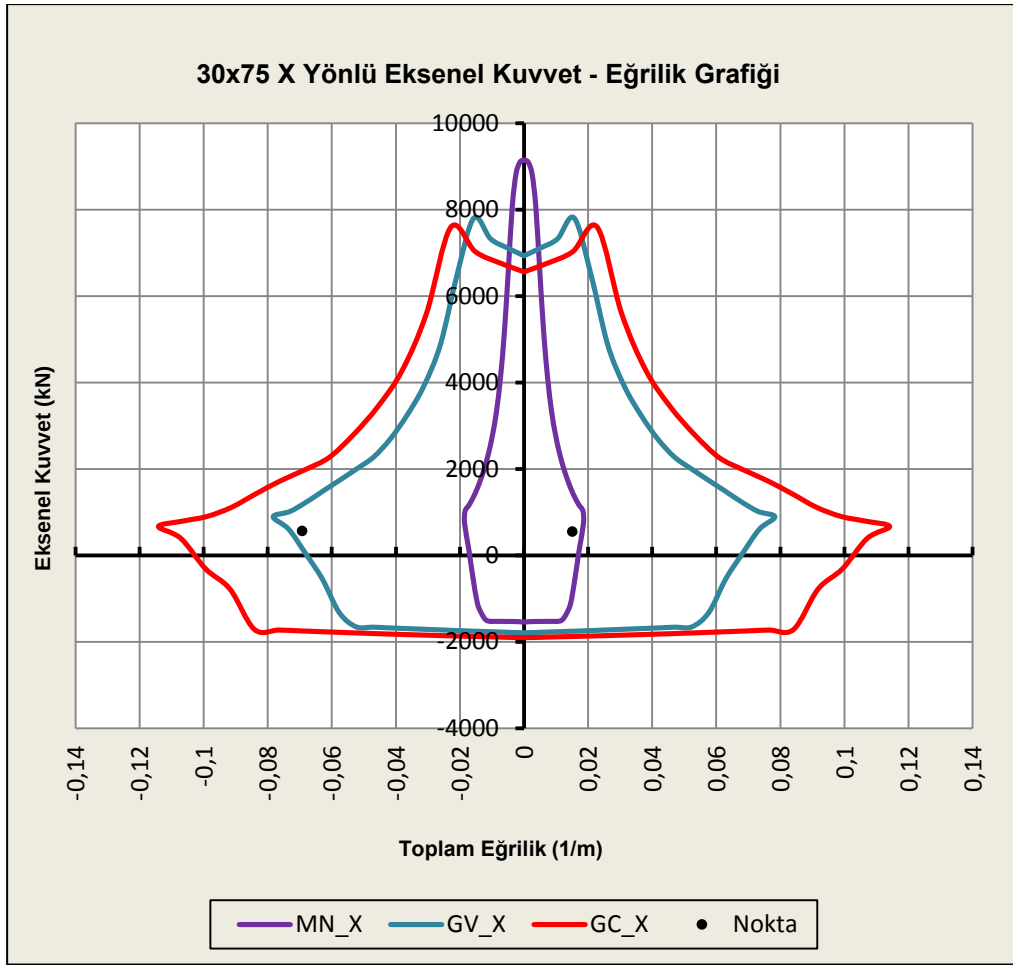
4.12 Kolonlar için Birim Şekil Değiştirme İstemlerinin Hesabı

Kolon için yapılan analizlerde normal kuvvet-toplam eğrilik diyagramları üzerinden gidilmiştir. Hesapta kiriş analizlerinde olduğu gibi beton ve çelik modelleri kullanılmıştır. Kolonlarda enine donatı ile çevrili beton için sargılı, kabuk betonu için sargısız ve donatı için ise çelik modeli kullanılmıştır. Yapılan itme analizi sonucu plastik dönmeler ve bu dönmeler sonucu oluşan plastik eğrilik istemleri bulunmuştur. Moment eğrilik ilişkisi kullanılarak belirli bir eksenel kuvvet altında akma eğriliği hesaplanmıştır. Plastik eğrilik istemi ile akma eğriliği toplanarak toplam eğrilik istemine ulaşılmıştır. DBYBHY 2007' de belirtilen şekil değiştirme sınırlarına göre hasar durumlarına ait eksenel kuvvet eğrilik diyagramları çizdirilmiştir. İtme analizi

sonucunda çizdirilen üç hasar durumuna göre kolonun kesit hasar durumu belirlenmektedir. Kolonlara ait birim şekildegıştırme istemlerinin ve hasar durumlarının belirlenmesine örnek teşkil etmesi amacı ile incelenen yapı kapsamında zemin katta seçilen 30 cm x 75 cm geometrik kesite sahip SZ01 kolonu ele alınmıştır. Bu kolunun donatı donatı düzeni ise 18Ø16, etriyesi ise sarılma bölgesine olduğu için Ø10/10 şeklindedir.



Şekil 4.26 : 30x75 kolon kesitine ait donatı düzeni.



Şekil 4.27 : 30x75 kolona ait zayıf yöndeki eksenel kuvvet - eğrilik ilişkisi.

X yönündeki itme analizi sonucu elde edilen plastik dönme ve eğrilik istemi ;

Kolon alt ucu için plastik dönme istemi : $\theta_p = 0.0081$ rad

Kolon alt ucu için plastik eğrilik istemi : $\Phi_p = 0.0081/0.15 = 0.0539$ rad/m

Kolon üst ucu için plastik dönme istemi : $\theta_p = 0.000$ rad (Elastik kalmıştır)

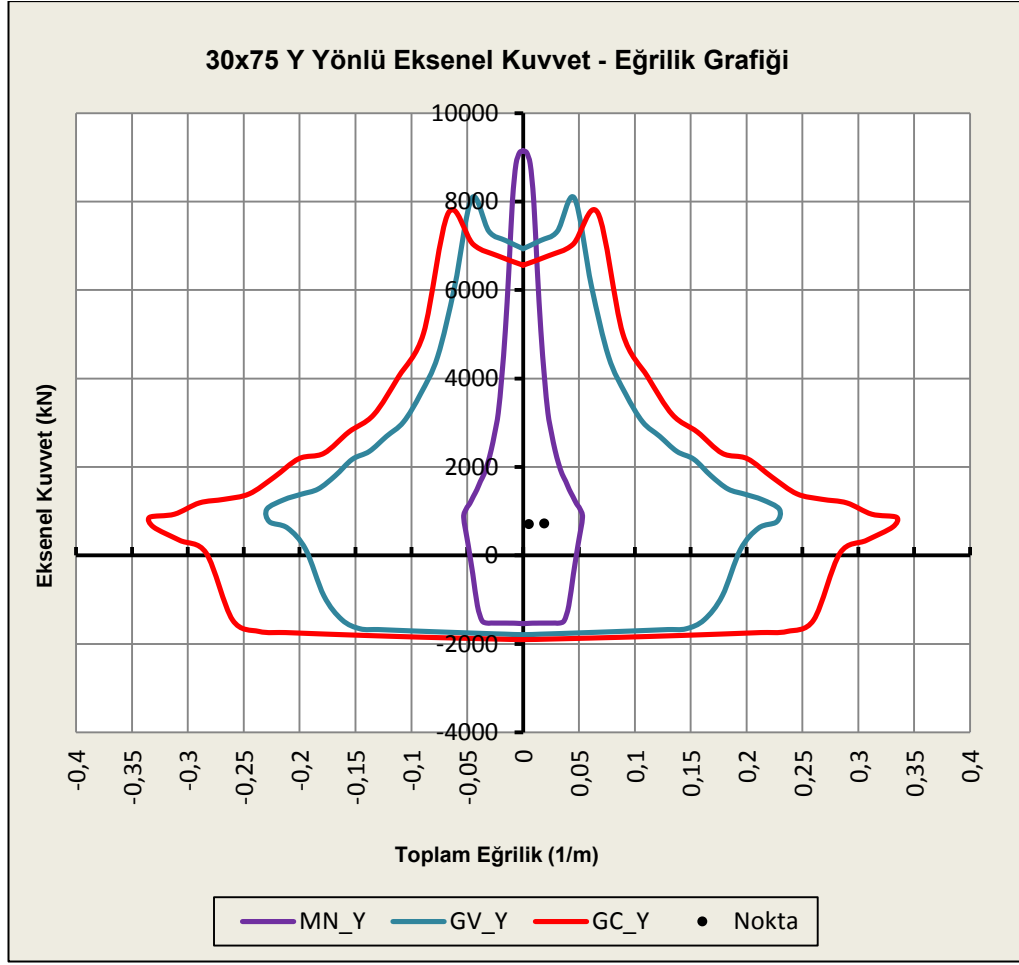
Eksenel kuvvet istemi : $N = 550$ kN

Kolonun akma eğriliği : $\Phi_y = 0.0152$ rad/m

Kolonun alt ucu için toplam eğrilik istemi : $0.0539 + 0.0152 = 0.0691$ rad/m

Kolonun üst ucu için toplam eğrilik istemi : 0.0152 rad/m

X yönlü itme analizi sonucu kolonun alt ucu minimum hasar sınırı bölgesi ile güvenlik sınırı arasında yer almaktadır. Kolon üst ucu ise minimum hasar bölgesi içerisinde yer almaktadır. Dolayısıyla kesit belirgin hasar bölgesinde kalmaktadır.



Şekil 4.28 : 30x75 kolona ait kuvvetli yöndeki eksenel kuvvet - eğrilik ilişkisi.

Y yönündeki itme analizi sonucu elde edilen plastik dönme ve eğrilik istemi ;

Kolon alt ucu için plastik dönme istemi : $\theta_p = 0.0051 \text{ rad}$

Kolon alt ucu için plastik eğrilik istemi : $\Phi_p = 0.0051/0.375 = 0.0136 \text{ rad/m}$

Kolon üst ucu için plastik dönme istemi : $\theta_p = 0.000 \text{ rad}$ (Elastik kalmıştır)

Eksenel kuvvet istemi : $N = 710 \text{ kN}$

Kolonun akma eğriliği : $\Phi_y = 0.0055 \text{ rad/m}$

Kolonun alt ucu için toplam eğrilik istemi : $0.0136 + 0.0055 = 0.0191 \text{ rad/m}$

Kolonun üst ucu için toplam eğrilik istemi : 0.0055 rad/m

Y yönlü itme analizi sonucu kolonun üst ve alt ucu minimum hasar sınırı bölgesi içerisinde yer almaktadır. Dolayısıyla kesit minimum hasar bölgesinde kalmaktadır.

4.13 Kolonda Kesme Kuvveti Kapasitesi Kontrolü

Tüm betonarme taşıyıcı sistem elemanlarında gevrek kırılmanın önlenmesi gerekmektedir. Kesme kuvveti dayanımının kesme kuvveti isteminden küçük olduğu elemanlar gevrek olarak hasar gören elemanlar olarak sayılırlar. Kesme kuvveti dayanım hesabında bilgi düzeylerine göre tanımlanan mevcut dayanım değerleri kullanılacaktır. Ayrıca kesme kuvveti dayanımı TS500' e göre belirlenecektir.

İtme analizinin son adımında elde edilen eksenel kuvvet;

$$N = 718 \text{ kN} \quad \gamma = 0.07$$

Kesme kuvveti hesabında betonun katkısı ;

$$V_c = 0.80 \times 0.65 \times 0.35 \times 30^{0.5} \times 300 \times 725 \times (1 + 0.07 \times (718000 / (300 \times 750))) = 265 \text{ kN}$$

Etriyenin katkısı ;

$$V_s = 157 \times 420 \times 725 / 100 = 478 \text{ kN}$$

Kesme kuvveti istemi $V = 206 \text{ kN}$

$$V_r = V_c + V_s = 265 + 475 = 740 \text{ kN} > 206 \text{ kN}$$

Kolon kesitinin kesme kuvveti, kapasitesi bakımından yeterlidir.

4.14 Kesit Hasar Tespiti

İtme analizi sonucunda Sap2000 programından, plastik mafsallı oluşan kesitlerdeki plastik dönmeler okunmuştur. Bu değerler DBYBHY 2007'de belirtilen kesit hasar sınırları ile kıyaslanarak kesit hasar bölgeleri belirlenmiştir.

Kiriş hasar bölgeleri detaylı olarak Çizelge 4.7 ve 4.8' de sunulmuştur. Kirişlerin katlara göre kesit hasar dağılımına bakıldığı zaman ilk üç katın kirişlerinin belirgin hasar bölgesinde yoğunlaştığı, diğer katların kesit hasar durumları ise minimum hasar bölgesinde kaldığı görülmektedir.

Kolonlar kesit hasar durumuna bakıldığı zaman ağırlıklı olarak ilk kat kolonlarının incelenmesi yeterli olmaktadır. Diğer kat kolonlarının X ve Y yönlü itme analizi sonucu oluşan eğilme momentlerinin kolon eğilme moment kapasitelerine ulaşmadığı, böylece elastik sınırlar içerisinde kaldığı ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 4.7 : X Yönlü bina kirişlerinin katlara göre hasar bölgeleri dağılımı.

Kat	Minimum Hasar Bölgesi		Belirgin Hasar Bölgesi		İleri Hasar Bölgesi		Göçme Bölgesi	
	Kiriş Sayısı	Oran	Kiriş Sayısı	Oran	Kiriş Sayısı	Oran	Kiriş Sayısı	Oran
4	23/23	100%	-	-	-	-	-	-
3	23/23	100%	-	-	-	-	-	-
2	4/23	17%	19/23	83%	-	-	-	-
1	-	-	23/23	100%	-	-	-	-
Z	-	-	23/23	100%	-	-	-	-

Çizelge 4.8 : Y Yönlü bina kirişlerinin katlara göre hasar bölgeleri dağılımı.

Kat	Minimum Hasar Bölgesi		Belirgin Hasar Bölgesi		İleri Hasar Bölgesi		Göçme Bölgesi	
	Kiriş Sayısı	Oran	Kiriş Sayısı	Oran	Kiriş Sayısı	Oran	Kiriş Sayısı	Oran
4	24/24	100%	-	-	-	-	-	-
3	16/24	67%	8/24	33%	-	-	-	-
2	-	-	24/24	100%	-	-	-	-
1	-	-	24/24	100%	-	-	-	-
Z	-	-	24/24	100%	-	-	-	-

4.15 Bina Performans Seviyesinin Belirlenmesi

İncelenen yapı konut yapısı olduğu için performans değerlendirmesi yapılırken 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan tasarım depreminde “Can Güvenliği” performans seviyesini sağlaması istenmektedir. Yapılan itme analizi sonucu yapı elemanlarında oluşan kesit hasar durumları ve bunların katlara göre dağılımları bölüm 4.14’ de anlatılmıştır.

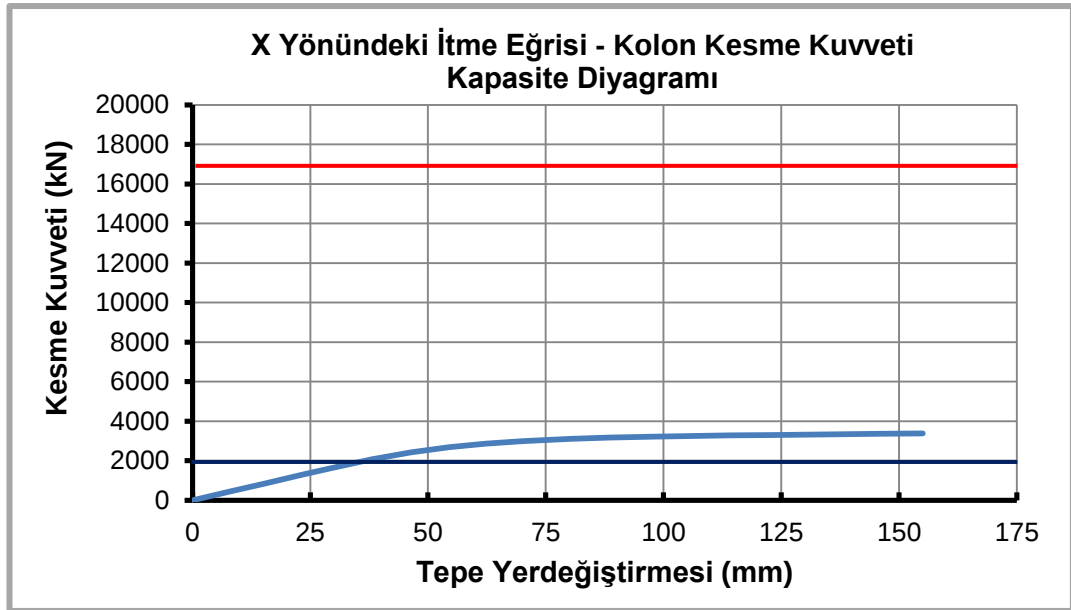
Tüm kat kirişlerin plastikleşen kesitlerinde X ve Y yönlü olmak üzere hiçbir ileri hasar bölgesine geçmemiştir. Plastikleşen kirişlerin hepsi minimum hasar ve belirgin hasar bölgesi içinde kalmaktadır. Her katta minimum hasar ve belirgin hasar bölgesinde kalan kirişlerin oranları Çizelge 4.7 ve Tablo 4.8’ de ayrıntılı olarak verilmiştir.

Kolonlarda ileri hasar bölgesine geçen sadece iki kolon bulunmaktadır. Diğer kolonların plastikleşen tüm kesitleri belirgin hasar bölgesi veya minimum hasar bölgesinde kalmaktadır. Herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinde minimum hasar sınırı aşılmış olan kolon bulunmamaktadır.

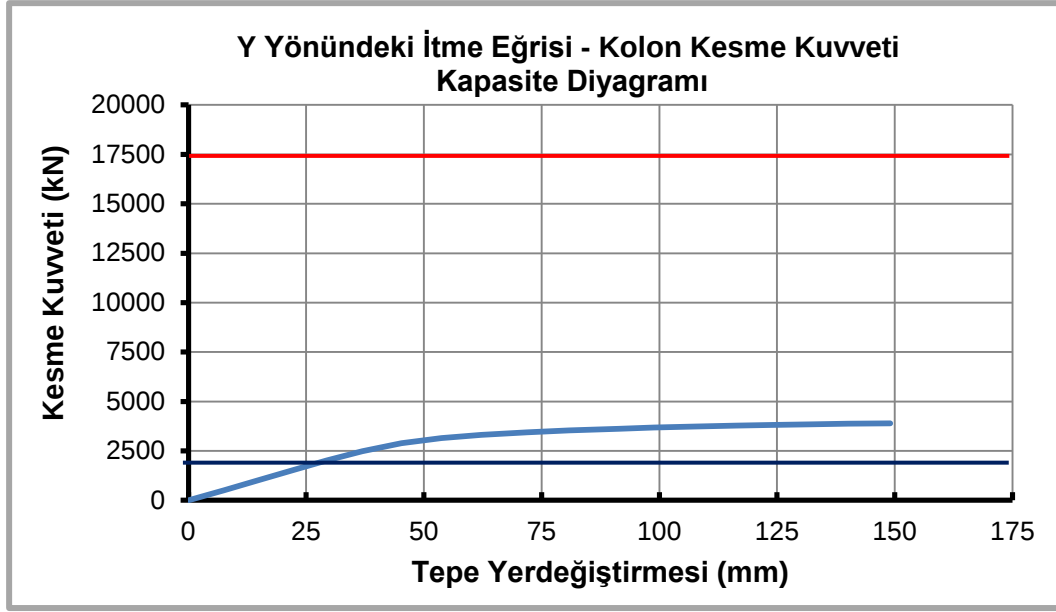
5. SONUÇLAR

Yapılan tez çalışması kapsamında, yapının deprem güvenliği doğrusal olmayan yöntem olan artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi kullanılarak performansı değerlendirilmiştir.

Artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi ile yapının taban kesme kuvveti kapasitesinin X yönü için 3386 kN, Y yönü için 3898 kN' dur. Buna karşılık doğrusal elastik hesap yöntemi ile elde edilen tasarım depremi taban kesme kuvveti 1932kN' dur. Bu değerler birbirine oranlandığı zaman ikinin üzerinde bir dayanım fazlalığı elde etmiş olunur. Bu dayanım fazlalığı, artan yükler altında sistemde bulunan yapısal elemanlar sırayla kapasitelerine ulaştıkça, bu elemanlar tarafından taşınamayan yüklerin diğer elemanlara dağılması (yeniden dağılım) sonucu taşıyıcı sistemin güç tükenme yükünün artmasıdır. Sistemin hiperstatiklik derecesi arttıkça yeniden dağılım olayı daha verimli olacağından, güç tükenme yükünün artacağı söylenebilir [3]. Diğer bir deyişle yapının dayanım fazlalığı katsayısının 1.5' dan büyük olması yapının sünek davrandığının bir göstergesidir. Aksi durumda yapı dayanımını kaybetmeden, şekil değiştirme yapmadan veya elasto-plastik davranış meydana gelemeyeceği için büyük yerdeğiştirme değerlerine ulaşamaz.



Şekil 5.1 : Yapının X yönlü zemin kat kolonları kesme kuvveti kapasite diyagramı.



Şekil 5.2 : Yapının Y yönlü zemin kat kolonları kesme kuvveti kapasite diyagramı.

Yukarıda verilen grafiklerde yapının itme eğrisi ile kolonlarının kapasite diyagramı ve tasarım depremi taban kesme kuvveti grafiği gösterilmiştir. Zemin kat kolonlarının taşıdığı kesme kuvvetleri toplamı ve tasarım depremi taban kesme kuvveti grafiklerde yatay doğru ile gösterilmiştir. Zemin kat kolonlarının kesme kuvveti kapasite toplamı düzgün tasarlanmış bir yapıda oldukça büyük çıkacaktır. Bu tip çok katlı betonarme yapıların en alt kat kolonları, kesme hasarı oluşmaksızın eğilme kapasitelerine ulaşabilmektedir. Kapasite tasarımında bu koşulu sağlayacak şekilde kesme donatısını yerleştirdiğimiz için böyle bir sonuç gözlemlemek mümkün olmaktadır.

Doğrusal olmayan yöntemle yapılan performans değerlendirmesinde taşıyıcı elemanlara ait elemanların kesit hasar durumları beklenen sınırların içerisinde kaldığı gözlenmiştir. Yapı yüksek sünek olarak tasarlandığı ilk plastik mafsalların giriş uçlarında oluştuğu, yani güçlü kolon zayıf giriş koşulunu sağladığı görülmektedir. Aynı zamanda analiz sonuçları incelendiği zaman alt katlara etkiyen kuvvetlerin daha fazla olması sebebiyle hasar oranları üst katlara doğru gidildikçe beklenildiği gibi azalma göstermektedir. İtme analizi sonucu ortaya çıkan hasarların özellikle ilk iki katta yoğunlaştığı ortaya çıkmıştır. En üst kat girişlerinde ve kolonlarında plastik mafsall oluşumu gözlenmemiş, yapısal elemanların elastik sınırlar içerisinde kaldığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, deprem yönetmeliğimizin konut türü yapılar için öngörmüş olduğu bina deprem performans seviyesinin minimum performans hedefi olan Can Güvenliği performans seviyesini sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] **Celep, Z.**, 2002. Betonarme Yapılarda Deprem Sonrası Onarım ve Güçlendirme Yöntemleri, Prof. Dr. Kemal Özden'i Anma Semineri, Bildiriler Kitabı, *Maya Basın Yayın, İstanbul*
- [2] **DBYBHY.**, 2007. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, *Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.*
- [3] **TS-500**, 2000. Betonarme Yapıların Tasarımı ve Yapım Kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.*
- [4] **Özer, E.**, 2007. *Yapı Sistemlerinin Lineer Olmayan Analizi Ders Notları*, İstanbul
- [5] **Celep, Z., Kumbasar, N.**, 2001. Yapı Dinamiği Kitabı, *Üçüncü Baskı, İstanbul*
- [6] **Celep, Z.**, 2007. Betonarme Taşıyıcı Sistemlerde Doğrusal Olmayan Davranış Ve Çözümleme, Beta Dağıtım, İstanbul.
- [7] **Darılmaz, K.**, 2012. Depreme Dayanıklı Betonarme Binaların Tasarımına Giriş, Sage Yayıncılık, Ankara.
- [8] **Aydinoğlu, M.N.**, 2008. *Yapıların Deprem Altındaki Davranışları Ders Notları (Earthquake Response Analysis I, EQE 530).*
- [9] **Aydinoğlu, M.N., Celep, Z., Özer, E., Sucuoğlu, H.**, 2009. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik Açıklamalar ve Örnekler Kitabı, *Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.*
- [10] **Köse, D.**, 2008. Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemiyle Betonarme Bir Yapının Performans Seviyesinin Belirlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.*
- [11] **Dönmez, M.C.**, 2008. Mevcut Bir Yapının Performansının Belirlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.*
- [12] **İlki A., Celep Z.**, Betonarme Yapıların Deprem Güvenilirliği, *1. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Ankara*
- [13] **Önem G.**, Yapıların Deprem Etkisi Altında Performansa Dayalı Tasarımı ve Değerlendirmesi, *İMO Mesleki Eğitim Semineri Konferansı, İMO*
- [14] **SAP 2000 v14**, Structural Analysis Program, Computers and Structures Inc., Berkeley, California.
- [15] **XTRACT**, 2001. Cross Sectional Analysis of Components, Imbsen Software System, Sacramento.

EKLER

- EK A:** Bina kiriş ve kolonlarının boyutları, donatı çapları ve adetleri tablosu
EK B: İtme analizi sonucu kirişlerde oluşan hasar bölgeleri
EK C: İtme analizi sonucu kolonlarda oluşan hasar bölgeleri grafiksel gösterimi

EK A

Çizelge A.1 : Zemin kat kirişlerinin donatı çapları ve adetleri.

KIRIŞ NO	KIRIŞ BOYUTU		SOL MESNET		SAĞ MESNET	
	b (cm)	h (cm)	Üst	Alt	Üst	Alt
KZ01	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
KZ02	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
KZ03	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
KZ04	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
KZ05	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
KZ06	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
KZ07	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
KZ08	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
KZ09	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
KZ10	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
KZ11	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
KZ12	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
KZ13	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
KZ14	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
KZ15	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
KZ16	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
KZ17	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
KZ18	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
KZ19	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
KZ20	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
KZ21	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
KZ22	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
KZ23	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
KZ24	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
KZ25	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
KZ26	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
KZ27	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
KZ28	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
KZ29	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
KZ30	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
KZ31	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
KZ32	25	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
KZ33	25	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
KZ34	25	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
KZ35	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
KZ36	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
KZ37	25	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
KZ38	25	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
KZ39	25	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
KZ40	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
KZ41	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
KZ42	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
KZ43	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
KZ44	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
KZ45	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
KZ46	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
KZ47	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16

Çizelge A.2 : 1.Kat kirişlerinin donatı çapları ve adetleri.

Kiriş NO	Kiriş Boyutu		Sol Mesnet		Sağ Mesnet	
	b (cm)	h (cm)	Üst	Alt	Üst	Alt
K101	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
K102	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
K103	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
K104	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
K105	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
K106	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
K107	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
K108	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
K109	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
K110	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
K111	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
K112	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
K113	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
K114	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
K115	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
K116	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
K117	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
K118	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
K119	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
K120	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
K121	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
K122	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
K123	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
K124	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
K125	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
K126	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
K127	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
K128	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
K129	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
K130	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
K131	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
K132	25	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K133	25	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K134	25	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K135	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
K136	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
K137	25	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K138	25	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K139	25	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K140	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
K141	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
K142	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
K143	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
K144	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
K145	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
K146	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16
K147	30	50	5Ø16	3Ø16	5Ø16	3Ø16

Çizelge A.3 : 2.Kat kirişlerinin donatı çapları ve adetleri.

KİRİŞ NO	KİRİŞ BOYUTU		SOL MESNET		SAĞ MESNET	
	b (cm)	h (cm)	Üst	Alt	Üst	Alt
K201	30	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
K202	30	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
K203	30	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
K204	30	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
K205	30	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
K206	30	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
K207	30	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
K208	30	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
K209	30	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
K210	30	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
K211	30	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
K212	30	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
K213	30	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
K214	30	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
K215	30	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
K216	30	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
K217	30	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
K218	30	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
K219	30	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
K220	30	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
K221	30	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
K222	30	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
K223	30	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
K224	30	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
K225	30	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
K226	30	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
K227	30	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
K228	30	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
K229	30	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
K230	30	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
K231	30	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
K232	25	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K233	25	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K234	25	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K235	30	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
K236	30	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
K237	25	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K238	25	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K239	25	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K240	30	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
K241	30	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
K242	30	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
K243	30	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
K244	30	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
K245	30	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
K246	30	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16
K247	30	50	4Ø16	3Ø16	4Ø16	3Ø16

Çizelge A.4 : 3.Kat kirişlerinin donatı çapları ve adetleri.

Kiriş NO	Kiriş Boyutu		Sol Mesnet		Sağ Mesnet	
	b (cm)	h (cm)	Üst	Alt	Üst	Alt
K301	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K302	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K303	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K304	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K305	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K306	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K307	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K308	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K309	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K310	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K311	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K312	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K313	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K314	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K315	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K316	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K317	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K318	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K319	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K320	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K321	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K322	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K323	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K324	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K325	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K326	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K327	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K328	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K329	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K330	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K331	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K332	25	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K333	25	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K334	25	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K335	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K336	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K337	25	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K338	25	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K339	25	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K340	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K341	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K342	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K343	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K344	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K345	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K346	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K347	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16

Çizelge A.5 : 4.Kat kirişlerinin donatı çapları ve adetleri.

KIRIŞ NO	KIRIŞ BOYUTU		SOL MESNET		SAĞ MESNET	
	b (cm)	h (cm)	Üst	Alt	Üst	Alt
K401	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K402	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K403	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K404	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K405	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K406	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K407	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K408	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K409	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K410	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K411	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K412	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K413	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K414	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K415	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K416	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K417	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K418	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K419	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K420	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K421	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K422	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K423	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K424	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K425	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K426	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K427	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K428	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K429	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K430	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K431	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K432	25	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K433	25	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K434	25	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K435	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K436	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K437	25	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K438	25	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K439	25	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K440	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K441	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K442	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K443	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K444	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K445	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K446	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16
K447	30	50	3Ø16	3Ø16	3Ø16	3Ø16

Çizelge A.6 : Zemin kat kolonlarının donatı çapları ve adetleri.

KOLON NO	KOLON BOYUTU		BOYUNA DONATI	ETRİYE
	b (cm)	h (cm)		
SZ01	75	30	18Ø16	Ø10/10/20
SZ02	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
SZ03	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
SZ04	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
SZ05	30	75	18Ø16	Ø10/10/20
SZ06	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
SZ07	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
SZ08	30	75	18Ø16	Ø10/10/20
SZ09	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
SZ10	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
SZ11	30	60	14Ø16	Ø10/10/20
SZ12	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
SZ13	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
SZ14	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
SZ15	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
SZ16	30	60	14Ø16	Ø10/10/20
SZ17	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
SZ18	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
SZ19	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
SZ20	30	60	14Ø16	Ø10/10/20
SZ21	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
SZ22	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
SZ23	30	60	14Ø16	Ø10/10/20
SZ24	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
SZ25	30	75	18Ø16	Ø10/10/20
SZ26	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
SZ27	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
SZ28	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
SZ29	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
SZ30	30	60	14Ø16	Ø10/10/20

Çizelge A.7 : 1. Kat kolonlarının donatı çapları ve adetleri.

KOLON NO	KOLON BOYUTU		BOYUNA DONATI	ETRİYE
	b (cm)	h (cm)		
S101	75	30	18Ø16	Ø10/10/20
S102	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S103	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S104	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S105	30	75	18Ø16	Ø10/10/20
S106	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S107	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S108	30	75	18Ø16	Ø10/10/20
S109	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S110	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S111	30	60	14Ø16	Ø10/10/20
S112	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S113	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S114	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S115	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S116	30	60	14Ø16	Ø10/10/20
S117	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S118	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S119	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S120	30	60	14Ø16	Ø10/10/20
S121	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S122	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S123	30	60	14Ø16	Ø10/10/20
S124	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S125	30	75	18Ø16	Ø10/10/20
S126	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S127	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S128	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S129	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S130	30	60	14Ø16	Ø10/10/20

Çizelge A.8 : 2. Kat kolonlarının donatı çapları ve adetleri.

KOLON NO	KOLON BOYUTU		BOYUNA DONATI	ETRİYE
	b (cm)	h (cm)		
S201	75	30	14Ø16	Ø10/10/20
S202	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S203	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S204	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S205	30	75	14Ø16	Ø10/10/20
S206	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S207	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S208	30	75	14Ø16	Ø10/10/20
S209	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S210	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S211	30	60	12Ø16	Ø10/10/20
S212	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S213	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S214	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S215	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S216	30	60	12Ø16	Ø10/10/20
S217	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S218	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S219	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S220	30	60	12Ø16	Ø10/10/20
S221	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S222	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S223	30	60	12Ø16	Ø10/10/20
S224	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S225	30	75	14Ø16	Ø10/10/20
S226	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S227	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S228	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S229	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S230	30	60	12Ø16	Ø10/10/20

Çizelge A.9 : 3. Kat kolonlarının donatı çapları ve adetleri.

KOLON NO	KOLON BOYUTU		BOYUNA DONATI	ETRİYE
	b (cm)	h (cm)		
S301	75	30	14Ø16	Ø10/10/20
S302	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S303	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S304	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S305	30	75	14Ø16	Ø10/10/20
S306	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S307	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S308	30	75	14Ø16	Ø10/10/20
S309	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S310	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S311	30	60	12Ø16	Ø10/10/20
S312	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S313	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S314	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S315	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S316	30	60	12Ø16	Ø10/10/20
S317	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S318	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S319	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S320	30	60	12Ø16	Ø10/10/20
S321	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S322	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S323	30	60	12Ø16	Ø10/10/20
S324	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S325	30	75	14Ø16	Ø10/10/20
S326	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S327	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S328	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S329	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S330	30	60	12Ø16	Ø10/10/20

Çizelge A.10 : 4. Kat kolonlarının donatı çapları ve adetleri.

KOLON NO	KOLON BOYUTU		BOYUNA DONATI	ETRİYE
	b (cm)	h (cm)		
S401	75	30	14Ø16	Ø10/10/20
S402	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S403	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S404	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S405	30	75	14Ø16	Ø10/10/20
S406	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S407	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S408	30	75	14Ø16	Ø10/10/20
S409	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S410	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S411	30	60	12Ø16	Ø10/10/20
S412	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S413	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S414	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S415	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S416	30	60	12Ø16	Ø10/10/20
S417	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S418	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S419	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S420	30	60	12Ø16	Ø10/10/20
S421	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S422	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S423	30	60	12Ø16	Ø10/10/20
S424	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S425	30	75	14Ø16	Ø10/10/20
S426	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S427	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S428	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S429	40	40	12Ø16	Ø10/10/20
S430	30	60	12Ø16	Ø10/10/20

EK B

Çizelge B.1 : X Yönü Zemin kat kirişlerin hasar bölgeleri.

Kiriş No	Kiriş Bölgesi	Moment (kNm)	Plastik Dönme	Plastik Eğrilik	Akma Eğrilik	Toplam Eğrilik	ε_{cu}	ε_{cg}	ε_s	KESİT HASAR DURUMU
KZ01	SOL	-186.7	-0.0148	-0.0591	-0.0065	-0.0656	0.0031	0.0014	0.0273	BELİRGİN HASAR
KZ01	SAĞ	117.2	0.0157	0.0630	0.0062	0.0691	0.0023	0.0006	0.0286	BELİRGİN HASAR
KZ02	SOL	-186.2	-0.0137	-0.0547	-0.0065	-0.0611	0.0029	0.0129	0.0257	BELİRGİN HASAR
KZ02	SAĞ	115.7	0.0156	0.0624	0.0062	0.0686	0.0023	0.0006	0.0286	BELİRGİN HASAR
KZ03	SOL	-185.3	-0.0136	-0.0543	-0.0065	-0.0608	0.0027	0.0012	0.0241	BELİRGİN HASAR
KZ03	SAĞ	116.1	0.0159	0.0636	0.0062	0.0698	0.0023	0.0006	0.0286	BELİRGİN HASAR
KZ04	SOL	-186.5	-0.0140	-0.0560	-0.0065	-0.0625	0.0029	0.0129	0.0257	BELİRGİN HASAR
KZ04	SAĞ	117.4	0.0177	0.0708	0.0062	0.0769	0.0027	0.0007	0.0333	BELİRGİN HASAR
KZ05	SOL	-185.7	-0.0137	-0.0549	-0.0065	-0.0614	0.0029	0.0129	0.0257	BELİRGİN HASAR
KZ05	SAĞ	116.2	0.0144	0.0576	0.0062	0.0637	0.0022	0.0006	0.0262	BELİRGİN HASAR
KZ06	SOL	-185.9	-0.0122	-0.0486	-0.0065	-0.0551	0.0026	0.0012	0.0225	BELİRGİN HASAR
KZ06	SAĞ	116.7	0.0119	0.0478	0.0062	0.0539	0.0020	0.0005	0.0238	BELİRGİN HASAR
KZ07	SOL	-185.2	-0.0098	-0.0393	-0.0065	-0.0458	0.0023	0.0011	0.0193	BELİRGİN HASAR
KZ07	SAĞ	116.9	0.0142	0.0566	0.0062	0.0628	0.0022	0.0006	0.0262	BELİRGİN HASAR
KZ08	SOL	-184.5	-0.0122	-0.0487	-0.0065	-0.0552	0.0026	0.0012	0.0225	BELİRGİN HASAR
KZ08	SAĞ	116.1	0.0160	0.0641	0.0062	0.0703	0.0023	0.0006	0.0286	BELİRGİN HASAR
KZ09	SOL	-185.2	-0.0118	-0.0471	-0.0065	-0.0535	0.0026	0.0012	0.0225	BELİRGİN HASAR
KZ09	SAĞ	116.8	0.0130	0.0521	0.0062	0.0583	0.0020	0.0005	0.0238	BELİRGİN HASAR
KZ10	SOL	-186.9	-0.0115	-0.0459	-0.0065	-0.0524	0.0025	0.0012	0.0209	BELİRGİN HASAR
KZ10	SAĞ	117.3	0.0137	0.0547	0.0062	0.0608	0.0022	0.0006	0.0262	BELİRGİN HASAR
KZ11	SOL	-187.1	-0.0124	-0.0495	-0.0065	-0.0559	0.0026	0.0012	0.0225	BELİRGİN HASAR
KZ11	SAĞ	116.4	0.0136	0.0544	0.0062	0.0606	0.0022	0.0006	0.0262	BELİRGİN HASAR
KZ12	SOL	-187.0	-0.0117	-0.0469	-0.0065	-0.0533	0.0026	0.0012	0.0225	BELİRGİN HASAR
KZ12	SAĞ	117.0	0.0137	0.0548	0.0062	0.0609	0.0022	0.0006	0.0262	BELİRGİN HASAR
KZ13	SOL	-185.8	-0.0106	-0.0425	-0.0065	-0.0490	0.0025	0.0012	0.0209	BELİRGİN HASAR
KZ13	SAĞ	117.0	0.0143	0.0572	0.0062	0.0633	0.0022	0.0006	0.0262	BELİRGİN HASAR
KZ14	SOL	-150.5	-0.0126	-0.0502	-0.0065	-0.0567	0.0026	0.0011	0.0238	BELİRGİN HASAR
KZ14	SAĞ	116.0	0.0139	0.0555	0.0062	0.0617	0.0022	0.0007	0.0245	BELİRGİN HASAR
KZ15	SOL	-184.6	-0.0107	-0.0426	-0.0065	-0.0491	0.0025	0.0012	0.0209	BELİRGİN HASAR
KZ15	SAĞ	116.5	0.0098	0.0394	0.0062	0.0455	0.0016	0.0004	0.0190	BELİRGİN HASAR
KZ16	SOL	-186.0	-0.0081	-0.0324	-0.0065	-0.0388	0.0020	0.0010	0.0160	BELİRGİN HASAR
KZ16	SAĞ	117.5	0.0132	0.0527	0.0062	0.0589	0.0020	0.0005	0.0238	BELİRGİN HASAR
KZ17	SOL	-186.8	-0.0113	-0.0452	-0.0065	-0.0517	0.0025	0.0012	0.0209	BELİRGİN HASAR
KZ17	SAĞ	115.9	0.0103	0.0412	0.0062	0.0473	0.0018	0.0005	0.0214	BELİRGİN HASAR
KZ18	SOL	-185.1	-0.0074	-0.0294	-0.0065	-0.0359	0.0018	0.0009	0.0144	BELİRGİN HASAR
KZ18	SAĞ	115.8	0.0130	0.0521	0.0062	0.0583	0.0020	0.0005	0.0238	BELİRGİN HASAR
KZ19	SOL	-184.0	-0.0091	-0.0363	-0.0065	-0.0428	0.0022	0.0011	0.0176	BELİRGİN HASAR
KZ19	SAĞ	115.9	0.0098	0.0393	0.0062	0.0455	0.0016	0.0004	0.0190	BELİRGİN HASAR
KZ20	SOL	-186.1	-0.0085	-0.0339	-0.0065	-0.0404	0.0020	0.0010	0.0160	BELİRGİN HASAR
KZ20	SAĞ	116.3	0.0104	0.0415	0.0062	0.0476	0.0018	0.0005	0.0214	BELİRGİN HASAR
KZ21	SOL	-185.7	-0.0085	-0.0341	-0.0065	-0.0406	0.0020	0.0010	0.0160	BELİRGİN HASAR
KZ21	SAĞ	115.7	0.0106	0.0424	0.0062	0.0485	0.0018	0.0005	0.0214	BELİRGİN HASAR
KZ22	SOL	-184.9	-0.0087	-0.0348	-0.0065	-0.0413	0.0022	0.0011	0.0176	BELİRGİN HASAR
KZ22	SAĞ	116.8	0.0098	0.0391	0.0062	0.0453	0.0016	0.0004	0.0190	BELİRGİN HASAR
KZ23	SOL	-184.8	-0.0073	-0.0290	-0.0065	-0.0355	0.0018	0.0009	0.0144	BELİRGİN HASAR
KZ23	SAĞ	116.0	0.0115	0.0459	0.0062	0.0521	0.0018	0.0005	0.0214	BELİRGİN HASAR

Çizelge B.2 : X Yönü 1. Kat kirişlerin hasar bölgeleri.

Kiriş No	Kiriş Bölgesi	Moment (kNm)	Plastik Dönme	Plastik Eğrilik	Akma Eğriliği	Toplam Eğrilik	ϵ_{cu}	ϵ_{cg}	ϵ_s	KESİT HASAR DURUMU
K101	SOL	-184.8	-0.0132	-0.0527	-0.0065	-0.0592	0.0027	0.0012	0.0241	BELİRGİN HASAR
K101	SAĞ	117.0	0.0140	0.0561	0.0062	0.0622	0.0022	0.0006	0.0262	BELİRGİN HASAR
K102	SOL	-185.9	-0.0120	-0.0480	-0.0065	-0.0545	0.0026	0.0012	0.0225	BELİRGİN HASAR
K102	SAĞ	116.2	0.0139	0.0554	0.0062	0.0616	0.0022	0.0006	0.0262	BELİRGİN HASAR
K103	SOL	-184.8	-0.0119	-0.0476	-0.0065	-0.0541	0.0026	0.0012	0.0225	BELİRGİN HASAR
K103	SAĞ	116.9	0.0142	0.0569	0.0062	0.0631	0.0022	0.0006	0.0262	BELİRGİN HASAR
K104	SOL	-186.1	-0.0123	-0.0492	-0.0065	-0.0557	0.0026	0.0012	0.0225	BELİRGİN HASAR
K104	SAĞ	117.2	0.0161	0.0644	0.0062	0.0705	0.0025	0.0007	0.0309	BELİRGİN HASAR
K105	SOL	-185.4	-0.0120	-0.0479	-0.0065	-0.0544	0.0026	0.0012	0.0225	BELİRGİN HASAR
K105	SAĞ	116.9	0.0129	0.0515	0.0062	0.0576	0.0020	0.0005	0.0238	BELİRGİN HASAR
K106	SOL	-184.2	-0.0107	-0.0428	-0.0065	-0.0492	0.0025	0.0012	0.0209	BELİRGİN HASAR
K106	SAĞ	115.8	0.0099	0.0396	0.0062	0.0458	0.0016	0.0004	0.0190	BELİRGİN HASAR
K107	SOL	-183.9	-0.0079	-0.0316	-0.0065	-0.0381	0.0020	0.0010	0.0160	BELİRGİN HASAR
K107	SAĞ	116.5	0.0127	0.0508	0.0062	0.0569	0.0020	0.0005	0.0238	BELİRGİN HASAR
K108	SOL	-185.8	-0.0106	-0.0424	-0.0065	-0.0488	0.0025	0.0012	0.0209	BELİRGİN HASAR
K108	SAĞ	116.5	0.0146	0.0585	0.0062	0.0647	0.0022	0.0006	0.0262	BELİRGİN HASAR
K109	SOL	-184.0	-0.0100	-0.0401	-0.0065	-0.0465	0.0023	0.0011	0.0193	BELİRGİN HASAR
K109	SAĞ	116.7	0.0116	0.0464	0.0062	0.0525	0.0018	0.0005	0.0214	BELİRGİN HASAR
K110	SOL	-185.5	-0.0100	-0.0400	-0.0065	-0.0465	0.0023	0.0011	0.0193	BELİRGİN HASAR
K110	SAĞ	115.6	0.0124	0.0497	0.0062	0.0558	0.0020	0.0005	0.0238	BELİRGİN HASAR
K111	SOL	-186.7	-0.0111	-0.0442	-0.0065	-0.0507	0.0025	0.0015	0.0209	BELİRGİN HASAR
K111	SAĞ	116.5	0.0121	0.0486	0.0062	0.0547	0.0020	0.0053	0.0024	BELİRGİN HASAR
K112	SOL	-186.0	-0.0105	-0.0418	-0.0065	-0.0483	0.0025	0.0012	0.0209	BELİRGİN HASAR
K112	SAĞ	117.4	0.0122	0.0490	0.0062	0.0551	0.0020	0.0005	0.0238	BELİRGİN HASAR
K113	SOL	-183.8	-0.0092	-0.0367	-0.0065	-0.0432	0.0022	0.0011	0.0176	BELİRGİN HASAR
K113	SAĞ	116.9	0.0131	0.0524	0.0062	0.0585	0.0020	0.0005	0.0238	BELİRGİN HASAR
K114	SOL	-115.9	-0.0125	-0.0499	-0.0063	-0.0561	0.0021	0.0007	0.0234	BELİRGİN HASAR
K114	SAĞ	115.3	0.0122	0.0488	0.0063	0.0550	0.0021	0.0007	0.0234	BELİRGİN HASAR
K115	SOL	-184.5	-0.0091	-0.0364	-0.0065	-0.0429	0.0022	0.0011	0.0176	BELİRGİN HASAR
K115	SAĞ	116.4	0.0086	0.0342	0.0062	0.0404	0.0014	0.0003	0.0166	BELİRGİN HASAR
K116	SOL	-184.7	-0.0067	-0.0269	-0.0065	-0.0334	0.0018	0.0009	0.0144	BELİRGİN HASAR
K116	SAĞ	117.3	0.0121	0.0483	0.0062	0.0545	0.0020	0.0005	0.0238	BELİRGİN HASAR
K117	SOL	-185.6	-0.0098	-0.0392	-0.0065	-0.0457	0.0023	0.0011	0.0193	BELİRGİN HASAR
K117	SAĞ	116.8	0.0088	0.0351	0.0062	0.0412	0.0014	0.0003	0.0166	BELİRGİN HASAR
K118	SOL	-184.8	-0.0059	-0.0236	-0.0065	-0.0301	0.0017	0.0009	0.0127	BELİRGİN HASAR
K118	SAĞ	115.8	0.0118	0.0473	0.0062	0.0535	0.0020	0.0005	0.0238	BELİRGİN HASAR
K119	SOL	-185.2	-0.0075	-0.0300	-0.0065	-0.0364	0.0018	0.0009	0.0144	BELİRGİN HASAR
K119	SAĞ	116.4	0.0088	0.0351	0.0062	0.0412	0.0014	0.0003	0.0166	BELİRGİN HASAR
K120	SOL	-184.7	-0.0074	-0.0295	-0.0065	-0.0360	0.0018	0.0009	0.0144	BELİRGİN HASAR
K120	SAĞ	115.8	0.0095	0.0379	0.0062	0.0440	0.0016	0.0004	0.0190	BELİRGİN HASAR
K121	SOL	-184.0	-0.0077	-0.0309	-0.0065	-0.0374	0.0018	0.0009	0.0144	BELİRGİN HASAR
K121	SAĞ	116.9	0.0095	0.0382	0.0062	0.0443	0.0016	0.0004	0.0190	BELİRGİN HASAR
K122	SOL	-185.8	-0.0076	-0.0304	-0.0065	-0.0368	0.0018	0.0009	0.0144	BELİRGİN HASAR
K122	SAĞ	116.2	0.0086	0.0344	0.0062	0.0405	0.0014	0.0003	0.0166	BELİRGİN HASAR
K123	SOL	-184.0	-0.0062	-0.0246	-0.0065	-0.0311	0.0017	0.0009	0.0127	BELİRGİN HASAR
K123	SAĞ	114.9	0.0107	0.0429	0.0062	0.0490	0.0018	0.0005	0.0214	BELİRGİN HASAR

Çizelge B.3 : X Yönü 2. Kat kirişlerin hasar bölgeleri.

Kiriş No	Kiriş Bölgesi	Moment (kNm)	Plastik Dönme	Plastik Eğrilik	Akma Eğriliği	Toplam Eğrilik	ϵ_{cu}	ϵ_{cg}	ϵ_s	KESİT HASAR DURUMU
K201	SOL	-151.0	-0.0079	-0.0316	-0.0063	-0.0379	0.0016	0.0007	0.0157	BELİRGİN HASAR
K201	SAĞ	116.3	0.0067	0.0267	0.0062	0.0329	0.0013	0.0004	0.0139	BELİRGİN HASAR
K202	SOL	-150.5	-0.0066	-0.0263	-0.0063	-0.0326	0.0015	0.0006	0.0138	BELİRGİN HASAR
K202	SAĞ	116.3	0.0063	0.0251	0.0062	0.0313	0.0013	0.0004	0.0139	BELİRGİN HASAR
K203	SOL	-150.7	-0.0062	-0.0249	-0.0063	-0.0312	0.0015	0.0006	0.0138	BELİRGİN HASAR
K203	SAĞ	115.0	0.0069	0.0276	0.0062	0.0338	0.0013	0.0004	0.0139	BELİRGİN HASAR
K204	SOL	-149.5	-0.0067	-0.0269	-0.0063	-0.0332	0.0015	0.0006	0.0138	BELİRGİN HASAR
K204	SAĞ	116.8	0.0087	0.0350	0.0062	0.0412	0.0016	0.0005	0.0186	BELİRGİN HASAR
K205	SOL	-149.5	-0.0072	-0.0288	-0.0063	-0.0351	0.0016	0.0007	0.0157	BELİRGİN HASAR
K205	SAĞ	115.2	0.0060	0.0241	0.0062	0.0303	0.0013	0.0004	0.0139	BELİRGİN HASAR
K206	SOL	-150.6	-0.0056	-0.0222	-0.0063	-0.0285	0.0014	0.0007	0.0119	BELİRGİN HASAR
K206	SAĞ	115.3	0.0034	0.0138	0.0062	0.0200	0.0010	0.0004	0.0092	MİNİMUM HASAR
K207	SOL	-150.2	-0.0034	-0.0137	-0.0063	-0.0201	0.0011	0.0006	0.0082	MİNİMUM HASAR
K207	SAĞ	116.4	0.0059	0.0238	0.0062	0.0300	0.0011	0.0004	0.0116	BELİRGİN HASAR
K208	SOL	-150.6	-0.0055	-0.0221	-0.0063	-0.0284	0.0014	0.0007	0.0119	BELİRGİN HASAR
K208	SAĞ	116.4	0.0076	0.0306	0.0062	0.0368	0.0014	0.0004	0.0162	BELİRGİN HASAR
K209	SOL	-150.7	-0.0057	-0.0226	-0.0063	-0.0289	0.0014	0.0007	0.0119	BELİRGİN HASAR
K290	SAĞ	114.9	0.0052	0.0209	0.0062	0.0271	0.0011	0.0004	0.0116	BELİRGİN HASAR
K210	SOL	-150.8	-0.0049	-0.0195	-0.0063	-0.0258	0.0013	0.0006	0.0101	BELİRGİN HASAR
K210	SAĞ	115.5	0.0059	0.0235	0.0062	0.0297	0.0011	0.0004	0.0116	BELİRGİN HASAR
K211	SOL	-151.0	-0.0056	-0.0226	-0.0063	-0.0289	0.0014	0.0007	0.0119	BELİRGİN HASAR
K211	SAĞ	116.6	0.0057	0.0227	0.0062	0.0289	0.0011	0.0004	0.0116	BELİRGİN HASAR
K212	SOL	-150.3	-0.0054	-0.0218	-0.0063	-0.0281	0.0014	0.0007	0.0119	BELİRGİN HASAR
K212	SAĞ	115.3	0.0061	0.0243	0.0062	0.0305	0.0013	0.0004	0.0139	BELİRGİN HASAR
K213	SOL	-149.1	-0.0045	-0.0181	-0.0063	-0.0244	0.0013	0.0006	0.0101	BELİRGİN HASAR
K213	SAĞ	115.6	0.0065	0.0259	0.0062	0.0321	0.0013	0.0004	0.0139	BELİRGİN HASAR
K214	SOL	-115.0	-0.0065	-0.0259	-0.0063	-0.0321	0.0013	0.0005	0.0130	BELİRGİN HASAR
K214	SAĞ	114.0	0.0063	0.0251	0.0063	0.0314	0.0013	0.0005	0.0130	BELİRGİN HASAR
K215	SOL	-150.5	-0.0050	-0.0200	-0.0063	-0.0263	0.0014	0.0007	0.0119	BELİRGİN HASAR
K215	SAĞ	115.1	0.0023	0.0091	0.0062	0.0153	0.0008	0.0004	0.0068	MİNİMUM HASAR
K216	SOL	-150.1	-0.0018	-0.0073	-0.0063	-0.0136	0.0010	0.0006	0.0064	MİNİMUM HASAR
K216	SAĞ	115.3	0.0060	0.0241	0.0062	0.0303	0.0013	0.0004	0.0139	BELİRGİN HASAR
K217	SOL	-150.4	-0.0053	-0.0211	-0.0063	-0.0275	0.0014	0.0007	0.0119	BELİRGİN HASAR
K217	SAĞ	114.8	0.0029	0.0116	0.0062	0.0178	0.0008	0.0004	0.0068	MİNİMUM HASAR
K218	SOL	-149.5	-0.0018	-0.0070	-0.0063	-0.0133	0.0010	0.0006	0.0064	MİNİMUM HASAR
K218	SAĞ	116.4	0.0056	0.0222	0.0062	0.0284	0.0011	0.0004	0.0116	BELİRGİN HASAR
K219	SOL	-149.1	-0.0038	-0.0154	-0.0063	-0.0217	0.0011	0.0006	0.0082	MİNİMUM HASAR
K219	SAĞ	115.2	0.0027	0.0108	0.0062	0.0170	0.0008	0.0004	0.0068	MİNİMUM HASAR
K220	SOL	-150.0	-0.0027	-0.0108	-0.0063	-0.0171	0.0011	0.0006	0.0082	MİNİMUM HASAR
K220	SAĞ	116.3	0.0035	0.0138	0.0062	0.0200	0.0010	0.0004	0.0092	MİNİMUM HASAR
K221	SOL	-150.4	-0.0030	-0.0121	-0.0063	-0.0184	0.0011	0.0006	0.0082	MİNİMUM HASAR
K221	SAĞ	116.3	0.0037	0.0149	0.0062	0.0211	0.0010	0.0004	0.0092	MİNİMUM HASAR
K222	SOL	-149.2	-0.0030	-0.0120	-0.0063	-0.0183	0.0011	0.0006	0.0082	MİNİMUM HASAR
K222	SAĞ	115.3	0.0030	0.0120	0.0062	0.0182	0.0008	0.0004	0.0068	MİNİMUM HASAR
K223	SOL	-148.9	-0.0023	-0.0090	-0.0063	-0.0153	0.0010	0.0006	0.0064	MİNİMUM HASAR
K223	SAĞ	115.7	0.0046	0.0184	0.0062	0.0246	0.0011	0.0004	0.0116	BELİRGİN HASAR

Çizelge B.4 : X Yönü 3. Kat kirişlerin hasar bölgeleri.

Kiriş No	Kiriş Bölgesi	Moment (kNm)	Plastik Dönme	Plastik Eğrilik	Akma Eğriliği	Toplam Eğrilik	ε_{cu}	ε_{cg}	ε_s	KESİT HASAR DURUMU
K301	SOL	-114.9	-0.0024	-0.0095	-0.0062	-0.0157	0.0008	0.0004	0.0067	<i>MINİMUM HASAR</i>
K301	SAĞ	115.1	0.0002	0.0007	0.0062	0.0069	0.0005	0.0004	0.0026	<i>MINİMUM HASAR</i>
K302	SOL	-115.5	-0.0019	-0.0074	-0.0062	-0.0136	0.0008	0.0004	0.0067	<i>MINİMUM HASAR</i>
K302	SAĞ	114.9	0.0001	0.0002	0.0062	0.0064	0.0005	0.0004	0.0026	<i>MINİMUM HASAR</i>
K303	SOL	-115.2	-0.0019	-0.0076	-0.0062	-0.0138	0.0008	0.0004	0.0067	<i>MINİMUM HASAR</i>
K303	SAĞ	115.7	0.0001	0.0003	0.0062	0.0065	0.0005	0.0004	0.0026	<i>MINİMUM HASAR</i>
K304	SOL	-115.1	-0.0017	-0.0066	-0.0062	-0.0128	0.0007	0.0004	0.0045	<i>MINİMUM HASAR</i>
K304	SAĞ	115.7	0.0009	0.0035	0.0062	0.0097	0.0006	0.0004	0.0040	<i>MINİMUM HASAR</i>
K305	SOL	-115.9	-0.0019	-0.0076	-0.0062	-0.0138	0.0008	0.0004	0.0067	<i>MINİMUM HASAR</i>
K305	SAĞ	107.5	0.0000	0.0000	0.0062	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	<i>MINİMUM HASAR</i>
K306	SOL	-115.2	-0.0006	-0.0024	-0.0062	-0.0086	0.0006	0.0004	0.0031	<i>MINİMUM HASAR</i>
K306	SAĞ	88.3	0.0000	0.0000	0.0062	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	<i>MINİMUM HASAR</i>
K307	SOL	-115.8	-0.0007	-0.0028	-0.0062	-0.0090	0.0006	0.0004	0.0035	<i>MINİMUM HASAR</i>
K307	SAĞ	103.9	0.0000	0.0000	0.0062	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	<i>MINİMUM HASAR</i>
K308	SOL	-115.1	-0.0009	-0.0035	-0.0062	-0.0097	0.0006	0.0004	0.0035	<i>MINİMUM HASAR</i>
K308	SAĞ	114.7	0.0003	0.0010	0.0062	0.0072	0.0006	0.0004	0.0031	<i>MINİMUM HASAR</i>
K309	SOL	-114.8	-0.0008	-0.0030	-0.0062	-0.0092	0.0006	0.0004	0.0035	<i>MINİMUM HASAR</i>
K309	SAĞ	93.7	0.0000	0.0000	0.0062	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	<i>MINİMUM HASAR</i>
K310	SOL	-115.4	-0.0003	-0.0011	-0.0062	-0.0073	0.0006	0.0004	0.0031	<i>MINİMUM HASAR</i>
K310	SAĞ	110.3	0.0000	0.0000	0.0062	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	<i>MINİMUM HASAR</i>
K311	SOL	-115.2	-0.0008	-0.0032	-0.0062	-0.0094	0.0006	0.0004	0.0035	<i>MINİMUM HASAR</i>
K311	SAĞ	112.1	0.0000	0.0000	0.0062	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	<i>MINİMUM HASAR</i>
K312	SOL	-114.7	-0.0011	-0.0043	-0.0062	-0.0105	0.0007	0.0004	0.0045	<i>MINİMUM HASAR</i>
K312	SAĞ	115.6	0.0006	0.0024	0.0062	0.0086	0.0006	0.0004	0.0035	<i>MINİMUM HASAR</i>
K313	SOL	-115.7	-0.0004	-0.0015	-0.0062	-0.0077	0.0006	0.0004	0.0031	<i>MINİMUM HASAR</i>
K313	SAĞ	104.9	0.0000	0.0000	0.0062	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	<i>MINİMUM HASAR</i>
K314	SOL	-114.1	-0.0004	-0.0017	-0.0063	-0.0079	0.0006	0.0004	0.0031	<i>MINİMUM HASAR</i>
K314	SAĞ	114.0	0.0002	0.0009	0.0063	0.0072	0.0006	0.0004	0.0031	<i>MINİMUM HASAR</i>
K315	SOL	-115.7	-0.0001	-0.0005	-0.0062	-0.0067	0.0005	0.0004	0.0026	<i>MINİMUM HASAR</i>
K315	SAĞ	72.9	0.0000	0.0000	0.0062	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	<i>MINİMUM HASAR</i>
K316	SOL	-88.1	0.0000	0.0000	0.0062	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	<i>MINİMUM HASAR</i>
K316	SAĞ	102.2	0.0000	0.0000	0.0062	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	<i>MINİMUM HASAR</i>
K317	SOL	-115.8	-0.0004	-0.0017	-0.0062	-0.0079	0.0006	0.0004	0.0031	<i>MINİMUM HASAR</i>
K317	SAĞ	86.3	0.0000	0.0000	0.0062	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	<i>MINİMUM HASAR</i>
K318	SOL	-93.5	0.0000	0.0000	0.0062	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	<i>MINİMUM HASAR</i>
K318	SAĞ	90.9	0.0000	0.0000	0.0062	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	<i>MINİMUM HASAR</i>
K319	SOL	-98.8	0.0000	0.0000	0.0062	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	<i>MINİMUM HASAR</i>
K319	SAĞ	66.1	0.0000	0.0000	0.0062	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	<i>MINİMUM HASAR</i>
K320	SOL	-94.2	0.0000	0.0000	0.0062	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	<i>MINİMUM HASAR</i>
K320	SAĞ	72.5	0.0000	0.0000	0.0062	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	<i>MINİMUM HASAR</i>
K321	SOL	-103.0	0.0000	0.0000	0.0062	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	<i>MINİMUM HASAR</i>
K321	SAĞ	85.6	0.0000	0.0000	0.0062	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	<i>MINİMUM HASAR</i>
K322	SOL	-91.8	0.0000	0.0000	0.0062	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	<i>MINİMUM HASAR</i>
K322	SAĞ	75.1	0.0000	0.0000	0.0062	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	<i>MINİMUM HASAR</i>
K323	SOL	-101.4	0.0000	0.0000	0.0062	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	<i>MINİMUM HASAR</i>
K323	SAĞ	83.4	0.0000	0.0000	0.0062	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	<i>MINİMUM HASAR</i>

Çizelge B.5 : Y Yönü Zemin kat kirişlerin hasar bölgeleri.

Kiriş No	Kiriş Bölgesi	Moment (kNm)	Plastik Dönme	Plastik Eğrilik	Akma Eğriliği	Toplam Eğrilik	ϵ_{cu}	ϵ_{cg}	ϵ_s	KESİT HASAR DURUMU
KZ32	SOL	114.0	0.0109	0.0436	0.0062	0.0499	0.0018	0.0006	0.0201	BELİRGİN HASAR
KZ32	SAĞ	-149.5	-0.0089	-0.0355	-0.0065	-0.0419	0.0020	0.0009	0.0169	BELİRGİN HASAR
KZ33	SOL	115.5	0.0103	0.0411	0.0062	0.0473	0.0018	0.0006	0.0201	BELİRGİN HASAR
KZ33	SAĞ	-149.7	-0.0081	-0.0326	-0.0065	-0.0390	0.0020	0.0009	0.0169	BELİRGİN HASAR
KZ34	SOL	115.5	0.0093	0.0370	0.0062	0.0432	0.0017	0.0058	0.0179	BELİRGİN HASAR
KZ34	SAĞ	-150.1	-0.0101	-0.0402	-0.0065	-0.0467	0.0021	0.0009	0.0186	BELİRGİN HASAR
KZ37	SOL	114.0	0.0109	0.0436	0.0062	0.0499	0.0018	0.0006	0.0201	BELİRGİN HASAR
KZ37	SAĞ	-149.5	-0.0089	-0.0355	-0.0065	-0.0419	0.0020	0.0009	0.0169	BELİRGİN HASAR
KZ38	SOL	115.5	0.0103	0.0411	0.0062	0.0473	0.0018	0.0006	0.0201	BELİRGİN HASAR
KZ38	SAĞ	-149.7	-0.0081	-0.0326	-0.0065	-0.0390	0.0020	0.0009	0.0169	BELİRGİN HASAR
KZ39	SOL	115.5	0.0093	0.0370	0.0062	0.0432	0.0017	0.0058	0.0179	BELİRGİN HASAR
KZ39	SAĞ	-150.1	-0.0101	-0.0402	-0.0065	-0.0467	0.0021	0.0009	0.0186	BELİRGİN HASAR
KZ24	SOL	116.8	0.0117	0.0467	0.0062	0.0529	0.0018	0.0005	0.0214	BELİRGİN HASAR
KZ24	SAĞ	-184.1	-0.0079	-0.0315	-0.0065	-0.0380	0.0020	0.0010	0.0160	BELİRGİN HASAR
KZ25	SOL	116.3	0.0093	0.0371	0.0062	0.0432	0.0016	0.0004	0.0190	BELİRGİN HASAR
KZ25	SAĞ	-185.0	-0.0092	-0.0366	-0.0065	-0.0431	0.0022	0.0011	0.0176	BELİRGİN HASAR
KZ26	SOL	116.9	0.0116	0.0462	0.0062	0.0524	0.0018	0.0005	0.0214	BELİRGİN HASAR
KZ26	SAĞ	-185.5	-0.0079	-0.0316	-0.0065	-0.0381	0.0020	0.0010	0.0160	BELİRGİN HASAR
KZ27	SOL	114.6	0.0093	0.0373	0.0062	0.0435	0.0016	0.0004	0.0190	BELİRGİN HASAR
KZ27	SAĞ	-185.6	-0.0106	-0.0426	-0.0065	-0.0490	0.0025	0.0012	0.0209	BELİRGİN HASAR
KZ28	SOL	116.8	0.0118	0.0471	0.0062	0.0533	0.0020	0.0005	0.0238	BELİRGİN HASAR
KZ28	SAĞ	-185.7	-0.0095	-0.0378	-0.0065	-0.0443	0.0022	0.0011	0.0176	BELİRGİN HASAR
KZ29	SOL	116.2	0.0098	0.0393	0.0062	0.0454	0.0016	0.0004	0.0190	BELİRGİN HASAR
KZ29	SAĞ	-185.0	-0.0081	-0.0326	-0.0065	-0.0390	0.0020	0.0010	0.0160	BELİRGİN HASAR
KZ30	SOL	116.8	0.0103	0.0412	0.0062	0.0473	0.0018	0.0005	0.0214	BELİRGİN HASAR
KZ30	SAĞ	-185.6	-0.0082	-0.0329	-0.0065	-0.0394	0.0020	0.0010	0.0160	BELİRGİN HASAR
KZ31	SOL	116.3	0.0090	0.0360	0.0062	0.0422	0.0016	0.0004	0.0190	BELİRGİN HASAR
KZ31	SAĞ	-183.8	-0.0100	-0.0398	-0.0065	-0.0463	0.0023	0.0011	0.0193	BELİRGİN HASAR
KZ40	SOL	116.8	0.0118	0.0471	0.0062	0.0533	0.0020	0.0005	0.0238	BELİRGİN HASAR
KZ40	SAĞ	-185.7	-0.0095	-0.0378	-0.0065	-0.0443	0.0022	0.0011	0.0176	BELİRGİN HASAR
KZ41	SOL	116.2	0.0098	0.0393	0.0062	0.0454	0.0016	0.0004	0.0190	BELİRGİN HASAR
KZ41	SAĞ	-185.0	-0.0081	-0.0326	-0.0065	-0.0390	0.0020	0.0010	0.0160	BELİRGİN HASAR
KZ42	SOL	116.8	0.0103	0.0412	0.0062	0.0473	0.0018	0.0005	0.0214	BELİRGİN HASAR
KZ42	SAĞ	-185.6	-0.0082	-0.0329	-0.0065	-0.0394	0.0020	0.0010	0.0160	BELİRGİN HASAR
KZ43	SOL	116.3	0.0090	0.0360	0.0062	0.0421	0.0016	0.0004	0.0190	BELİRGİN HASAR
KZ43	SAĞ	-183.8	-0.0100	-0.0398	-0.0065	-0.0463	0.0023	0.0011	0.0193	BELİRGİN HASAR
KZ44	SOL	116.8	0.0117	0.0467	0.0062	0.0529	0.0018	0.0005	0.0214	BELİRGİN HASAR
KZ44	SAĞ	-184.1	-0.0079	-0.0315	-0.0065	-0.0380	0.0020	0.0010	0.0160	BELİRGİN HASAR
KZ45	SOL	116.3	0.0093	0.0370	0.0062	0.0432	0.0016	0.0004	0.0190	BELİRGİN HASAR
KZ45	SAĞ	-185.0	-0.0092	-0.0366	-0.0065	-0.0431	0.0022	0.0011	0.0176	BELİRGİN HASAR
KZ46	SOL	116.9	0.0116	0.0462	0.0062	0.0524	0.0018	0.0005	0.0214	BELİRGİN HASAR
KZ46	SAĞ	-185.5	-0.0079	-0.0316	-0.0065	-0.0381	0.0020	0.0010	0.0160	BELİRGİN HASAR
KZ47	SOL	114.6	0.0093	0.0373	0.0062	0.0435	0.0016	0.0004	0.0190	BELİRGİN HASAR
KZ47	SAĞ	-185.6	-0.0106	-0.0426	-0.0065	-0.0490	0.0025	0.0012	0.0209	BELİRGİN HASAR
KZ35	SOL	116.6	0.0088	0.0354	0.0062	0.0415	0.0014	0.0003	0.0166	BELİRGİN HASAR
KZ35	SAĞ	-186.2	-0.0105	-0.0420	-0.0065	-0.0485	0.0025	0.0012	0.0209	BELİRGİN HASAR
KZ36	SOL	116.5	0.0108	0.0431	0.0062	0.0493	0.0018	0.0005	0.0214	BELİRGİN HASAR
KZ36	SAĞ	-184.9	-0.0097	-0.0388	-0.0065	-0.0453	0.0023	0.0011	0.0193	BELİRGİN HASAR

Çizelge B.6 : Y Yönü 1. Kat kirişlerin hasar bölgeleri.

Kiriş No	Kiriş Bölgesi	Moment (kNm)	Plastik Dönme	Plastik Eğrilik	Akma Eğriliği	Toplam Eğrilik	ε_{cu}	ε_{cg}	ε_s	KESİT HASAR DURUMU
K132	SOL	115.3	0.0113	0.0454	0.0063	0.0516	0.0019	0.0006	0.0213	BELİRGİN HASAR
K132	SAĞ	-115.5	-0.0120	-0.0482	-0.0063	-0.0544	0.0021	0.0007	0.0234	BELİRGİN HASAR
K133	SOL	115.7	0.0117	0.0469	0.0063	0.0531	0.0019	0.0006	0.0213	BELİRGİN HASAR
K133	SAĞ	-115.9	-0.0119	-0.0477	-0.0063	-0.0540	0.0021	0.0007	0.0234	BELİRGİN HASAR
K134	SOL	116.4	0.0114	0.0457	0.0063	0.0519	0.0019	0.0006	0.0213	BELİRGİN HASAR
K134	SAĞ	-116.7	-0.0120	-0.0478	-0.0063	-0.0541	0.0021	0.0007	0.0234	BELİRGİN HASAR
K137	SOL	115.3	0.0113	0.0454	0.0063	0.0516	0.0019	0.0006	0.0213	BELİRGİN HASAR
K137	SAĞ	-115.5	-0.0120	-0.0482	-0.0063	-0.0544	0.0021	0.0007	0.0234	BELİRGİN HASAR
K138	SOL	115.7	0.0117	0.0469	0.0063	0.0531	0.0019	0.0006	0.0213	BELİRGİN HASAR
K138	SAĞ	-115.9	-0.0119	-0.0477	-0.0063	-0.0540	0.0021	0.0007	0.0234	BELİRGİN HASAR
K139	SOL	116.4	0.0114	0.0457	0.0063	0.0519	0.0019	0.0006	0.0213	BELİRGİN HASAR
K139	SAĞ	-116.7	-0.0120	-0.0478	-0.0063	-0.0541	0.0021	0.0007	0.0234	BELİRGİN HASAR
K124	SOL	116.1	0.0131	0.0526	0.0062	0.0588	0.0020	0.0005	0.0238	BELİRGİN HASAR
K124	SAĞ	-185.1	-0.0090	-0.0359	-0.0065	-0.0424	0.0022	0.0011	0.0176	BELİRGİN HASAR
K125	SOL	114.7	0.0106	0.0422	0.0062	0.0484	0.0018	0.0005	0.0214	BELİRGİN HASAR
K125	SAĞ	-185.1	-0.0105	-0.0420	-0.0065	-0.0485	0.0025	0.0012	0.0209	BELİRGİN HASAR
K126	SOL	117.1	0.0129	0.0515	0.0062	0.0576	0.0020	0.0005	0.0238	BELİRGİN HASAR
K126	SAĞ	-184.0	-0.0092	-0.0367	-0.0065	-0.0432	0.0022	0.0011	0.0176	BELİRGİN HASAR
K127	SOL	116.3	0.0105	0.0421	0.0062	0.0483	0.0018	0.0005	0.0214	BELİRGİN HASAR
K127	SAĞ	-185.8	-0.0118	-0.0472	-0.0065	-0.0537	0.0026	0.0012	0.0225	BELİRGİN HASAR
K128	SOL	117.0	0.0129	0.0516	0.0062	0.0578	0.0020	0.0005	0.0238	BELİRGİN HASAR
K128	SAĞ	-185.1	-0.0105	-0.0422	-0.0065	-0.0487	0.0025	0.0012	0.0209	BELİRGİN HASAR
K129	SOL	116.4	0.0110	0.0438	0.0062	0.0500	0.0018	0.0005	0.0214	BELİRGİN HASAR
K129	SAĞ	-184.4	-0.0095	-0.0379	-0.0065	-0.0443	0.0022	0.0011	0.0176	BELİRGİN HASAR
K130	SOL	115.7	0.0116	0.0463	0.0062	0.0525	0.0018	0.0005	0.0214	BELİRGİN HASAR
K130	SAĞ	-185.9	-0.0092	-0.0368	-0.0065	-0.0433	0.0022	0.0011	0.0176	BELİRGİN HASAR
K131	SOL	115.5	0.0101	0.0403	0.0062	0.0465	0.0016	0.0004	0.0190	BELİRGİN HASAR
K131	SAĞ	-184.5	-0.0104	-0.0416	-0.0065	-0.0481	0.0025	0.0012	0.0209	BELİRGİN HASAR
K140	SOL	117.0	0.0129	0.0516	0.0062	0.0578	0.0020	0.0005	0.0238	BELİRGİN HASAR
K140	SAĞ	-185.1	-0.0105	-0.0422	-0.0065	-0.0487	0.0025	0.0012	0.0209	BELİRGİN HASAR
K141	SOL	116.4	0.0110	0.0438	0.0062	0.0500	0.0018	0.0005	0.0214	BELİRGİN HASAR
K141	SAĞ	-184.4	-0.0095	-0.0379	-0.0065	-0.0443	0.0022	0.0011	0.0176	BELİRGİN HASAR
K142	SOL	115.7	0.0116	0.0463	0.0062	0.0525	0.0018	0.0005	0.0214	BELİRGİN HASAR
K142	SAĞ	-185.9	-0.0092	-0.0368	-0.0065	-0.0433	0.0022	0.0011	0.0176	BELİRGİN HASAR
K143	SOL	115.5	0.0101	0.0403	0.0062	0.0465	0.0016	0.0004	0.0190	BELİRGİN HASAR
K143	SAĞ	-184.5	-0.0104	-0.0416	-0.0065	-0.0481	0.0025	0.0012	0.0209	BELİRGİN HASAR
K144	SOL	116.1	0.0131	0.0526	0.0062	0.0587	0.0020	0.0005	0.0238	BELİRGİN HASAR
K144	SAĞ	-185.1	-0.0090	-0.0359	-0.0065	-0.0424	0.0022	0.0011	0.0176	BELİRGİN HASAR
K145	SOL	114.7	0.0106	0.0422	0.0062	0.0484	0.0018	0.0005	0.0214	BELİRGİN HASAR
K145	SAĞ	-185.1	-0.0105	-0.0420	-0.0065	-0.0485	0.0025	0.0012	0.0209	BELİRGİN HASAR
K146	SOL	117.1	0.0129	0.0515	0.0062	0.0576	0.0020	0.0005	0.0238	BELİRGİN HASAR
K146	SAĞ	-184.0	-0.0092	-0.0367	-0.0065	-0.0432	0.0022	0.0011	0.0176	BELİRGİN HASAR
K147	SOL	116.3	0.0105	0.0421	0.0062	0.0483	0.0018	0.0005	0.0214	BELİRGİN HASAR
K147	SAĞ	-185.8	-0.0118	-0.0472	-0.0065	-0.0537	0.0026	0.0012	0.0225	BELİRGİN HASAR
K135	SOL	116.6	0.0102	0.0408	0.0062	0.0470	0.0016	0.0004	0.0190	BELİRGİN HASAR
K135	SAĞ	-186.5	-0.0116	-0.0464	-0.0065	-0.0529	0.0026	0.0012	0.0225	BELİRGİN HASAR
K136	SOL	115.9	0.0119	0.0477	0.0062	0.0539	0.0020	0.0005	0.0238	BELİRGİN HASAR
K136	SAĞ	-185.5	-0.0100	-0.0400	-0.0065	-0.0465	0.0023	0.0011	0.0193	BELİRGİN HASAR

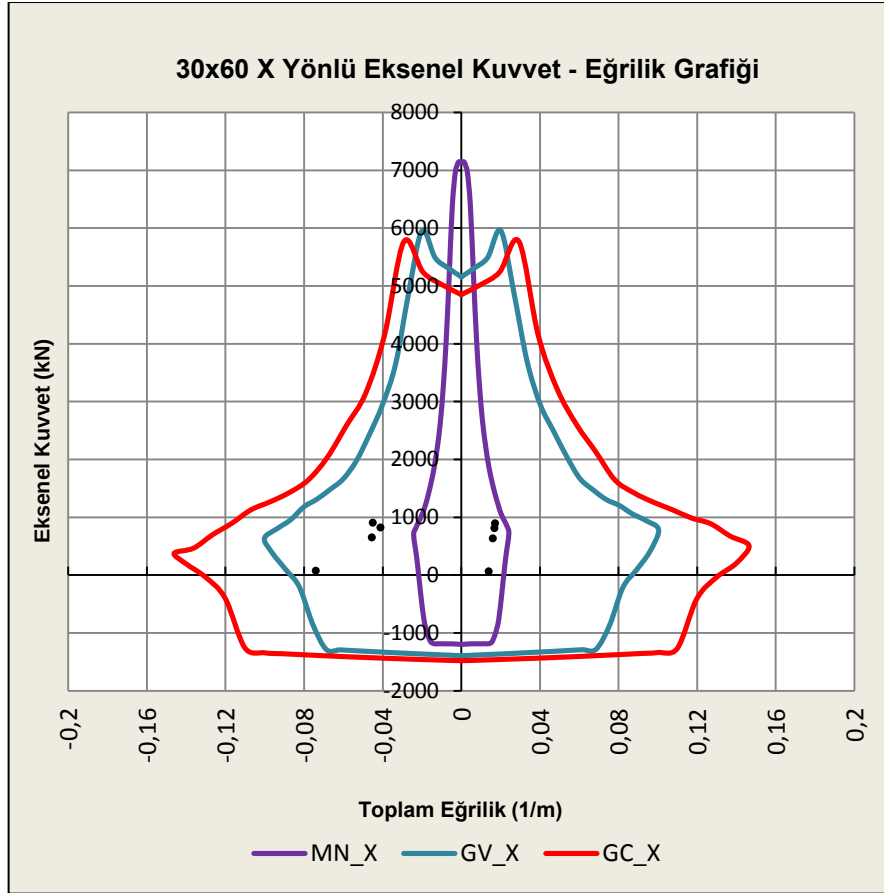
Çizelge B.7 : Y Yönü 2. Kat kirişlerin hasar bölgeleri.

Kiriş No	Kiriş Bölgesi	Moment (kNm)	Plastik Dönme	Plastik Eğrilik	Akma Eğriliği	Toplam Eğrilik	ϵ_{cu}	ϵ_{cg}	ϵ_s	KESİT HASAR DURUMU
K232	SOL	114.3	0.0078	0.0310	0.0063	0.0373	0.0015	0.0005	0.0151	BELİRGİN HASAR
K232	SAĞ	-115.0	-0.0083	-0.0331	-0.0063	-0.0394	0.0016	0.0006	0.0172	BELİRGİN HASAR
K233	SOL	115.2	0.0080	0.0320	0.0063	0.0383	0.0016	0.0006	0.0172	BELİRGİN HASAR
K233	SAĞ	-114.7	-0.0082	-0.0327	-0.0063	-0.0389	0.0016	0.0006	0.0172	BELİRGİN HASAR
K234	SOL	115.2	0.0075	0.0301	0.0063	0.0364	0.0015	0.0005	0.0151	BELİRGİN HASAR
K234	SAĞ	-115.9	-0.0083	-0.0331	-0.0063	-0.0394	0.0016	0.0006	0.0172	BELİRGİN HASAR
K237	SOL	114.3	0.0078	0.0310	0.0063	0.0373	0.0015	0.0005	0.0151	BELİRGİN HASAR
K237	SAĞ	-115.0	-0.0083	-0.0331	-0.0063	-0.0394	0.0016	0.0006	0.0172	BELİRGİN HASAR
K238	SOL	115.2	0.0080	0.0320	0.0063	0.0383	0.0016	0.0006	0.0172	BELİRGİN HASAR
K238	SAĞ	-114.7	-0.0082	-0.0327	-0.0063	-0.0389	0.0016	0.0006	0.0172	BELİRGİN HASAR
K239	SOL	115.2	0.0075	0.0301	0.0063	0.0364	0.0015	0.0005	0.0151	BELİRGİN HASAR
K239	SAĞ	-115.9	-0.0083	-0.0331	-0.0063	-0.0394	0.0016	0.0006	0.0172	BELİRGİN HASAR
K224	SOL	115.8	0.0089	0.0355	0.0062	0.0417	0.0016	0.0005	0.0186	BELİRGİN HASAR
K224	SAĞ	-150.9	-0.0067	-0.0269	-0.0063	-0.0332	0.0015	0.0004	0.0138	BELİRGİN HASAR
K225	SOL	115.6	0.0065	0.0261	0.0062	0.0323	0.0013	0.0004	0.0139	BELİRGİN HASAR
K225	SAĞ	-150.5	-0.0085	-0.0339	-0.0063	-0.0402	0.0018	0.0007	0.0175	BELİRGİN HASAR
K226	SOL	115.7	0.0089	0.0356	0.0062	0.0418	0.0016	0.0005	0.0186	BELİRGİN HASAR
K226	SAĞ	-151.0	-0.0068	-0.0272	-0.0063	-0.0335	0.0015	0.0006	0.0138	BELİRGİN HASAR
K227	SOL	116.4	0.0066	0.0264	0.0062	0.0326	0.0013	0.0004	0.0139	BELİRGİN HASAR
K227	SAĞ	-150.4	-0.0096	-0.0385	-0.0063	-0.0448	0.0019	0.0007	0.0193	BELİRGİN HASAR
K228	SOL	116.3	0.0087	0.0349	0.0062	0.0411	0.0016	0.0005	0.0186	BELİRGİN HASAR
K228	SAĞ	-151.2	-0.0081	-0.0323	-0.0063	-0.0386	0.0016	0.0007	0.0157	BELİRGİN HASAR
K229	SOL	116.4	0.0068	0.0272	0.0062	0.0334	0.0013	0.0004	0.0139	BELİRGİN HASAR
K229	SAĞ	-150.7	-0.0076	-0.0303	-0.0063	-0.0366	0.0016	0.0007	0.0157	BELİRGİN HASAR
K230	SOL	116.8	0.0077	0.0308	0.0062	0.0370	0.0014	0.0004	0.0162	BELİRGİN HASAR
K230	SAĞ	-149.6	-0.0071	-0.0282	-0.0063	-0.0346	0.0015	0.0006	0.0138	BELİRGİN HASAR
K231	SOL	116.4	0.0062	0.0249	0.0062	0.0311	0.0013	0.0004	0.0139	BELİRGİN HASAR
K231	SAĞ	-151.0	-0.0085	-0.0342	-0.0063	-0.0405	0.0018	0.0007	0.0175	BELİRGİN HASAR
K240	SOL	116.3	0.0087	0.0349	0.0062	0.0411	0.0016	0.0005	0.0186	BELİRGİN HASAR
K240	SAĞ	-151.2	-0.0081	-0.0323	-0.0063	-0.0386	0.0016	0.0007	0.0157	BELİRGİN HASAR
K241	SOL	116.4	0.0068	0.0272	0.0062	0.0334	0.0013	0.0004	0.0139	BELİRGİN HASAR
K241	SAĞ	-150.7	-0.0076	-0.0303	-0.0063	-0.0366	0.0016	0.0007	0.0157	BELİRGİN HASAR
K242	SOL	116.8	0.0077	0.0308	0.0062	0.0370	0.0014	0.0004	0.0162	BELİRGİN HASAR
K242	SAĞ	-149.6	-0.0071	-0.0282	-0.0063	-0.0345	0.0015	0.0006	0.0138	BELİRGİN HASAR
K243	SOL	116.4	0.0062	0.0249	0.0062	0.0311	0.0013	0.0004	0.0139	BELİRGİN HASAR
K243	SAĞ	-151.0	-0.0085	-0.0342	-0.0063	-0.0405	0.0018	0.0007	0.0175	BELİRGİN HASAR
K244	SOL	115.8	0.0089	0.0355	0.0062	0.0417	0.0016	0.0005	0.0186	BELİRGİN HASAR
K244	SAĞ	-150.9	-0.0067	-0.0269	-0.0063	-0.0332	0.0015	0.0006	0.0138	BELİRGİN HASAR
K245	SOL	115.6	0.0065	0.0261	0.0062	0.0323	0.0013	0.0004	0.0139	BELİRGİN HASAR
K245	SAĞ	-150.5	-0.0085	-0.0339	-0.0063	-0.0402	0.0018	0.0007	0.0175	BELİRGİN HASAR
K246	SOL	115.7	0.0089	0.0356	0.0062	0.0418	0.0016	0.0005	0.0186	BELİRGİN HASAR
K246	SAĞ	-151.0	-0.0068	-0.0272	-0.0063	-0.0335	0.0015	0.0006	0.0138	BELİRGİN HASAR
K247	SOL	116.4	0.0066	0.0264	0.0062	0.0326	0.0013	0.0004	0.0139	BELİRGİN HASAR
K247	SAĞ	-150.4	-0.0096	-0.0385	-0.0063	-0.0448	0.0019	0.0007	0.0193	BELİRGİN HASAR
K235	SOL	116.6	0.0062	0.0246	0.0062	0.0308	0.0013	0.0004	0.0139	BELİRGİN HASAR
K235	SAĞ	-151.1	-0.0091	-0.0364	-0.0063	-0.0428	0.0018	0.0007	0.0175	BELİRGİN HASAR
K236	SOL	116.1	0.0078	0.0310	0.0062	0.0372	0.0014	0.0004	0.0162	BELİRGİN HASAR
K236	SAĞ	-150.8	-0.0082	-0.0329	-0.0063	-0.0392	0.0018	0.0007	0.0175	BELİRGİN HASAR

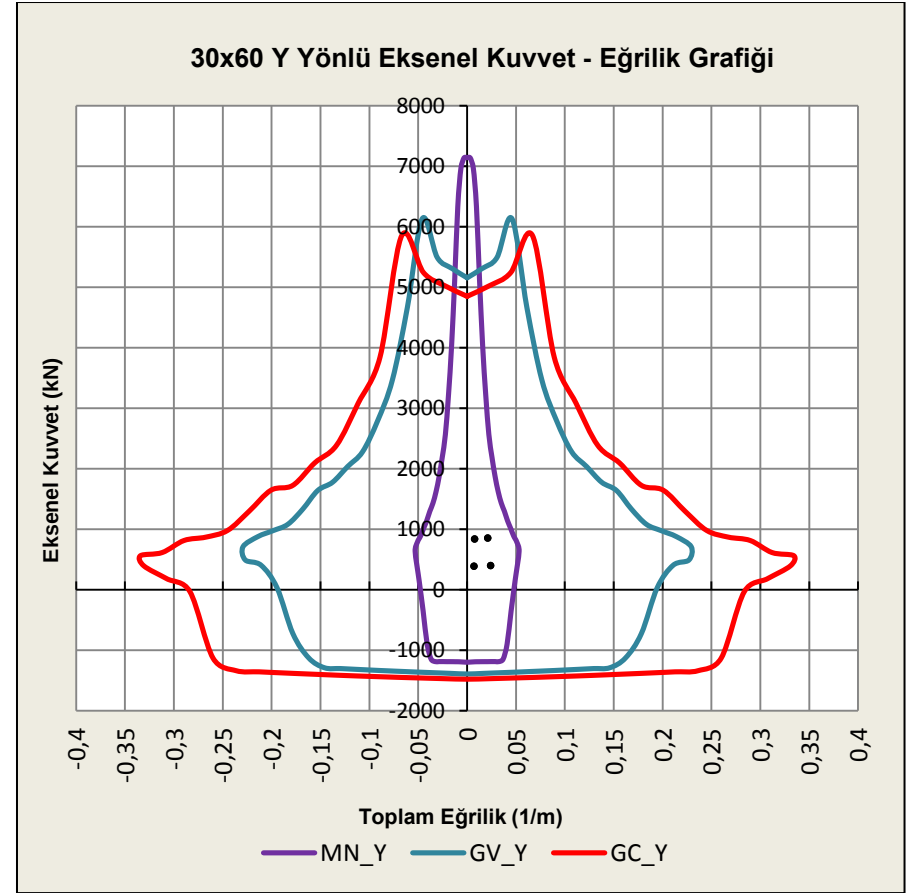
Çizelge B.8 : Y Yönü 3. Kat kirişlerin hasar bölgeleri.

Kiriş No	Kiriş Bölgesi	Moment (kNm)	Plastik Dönme	Plastik Eğrilik	Akma Eğriliği	Toplam Eğrilik	ϵ_{cu}	ϵ_{cg}	ϵ_s	KESİT HASAR DURUMU
K332	SOL	113.3	0.0021	0.0085	0.0063	0.0147	0.0009	0.0005	0.0066	<i>MINİMUM HASAR</i>
K332	SAĞ	-114.3	-0.0027	-0.0109	-0.0063	-0.0172	0.0009	0.0005	0.0066	<i>MINİMUM HASAR</i>
K333	SOL	114.1	0.0025	0.0101	0.0063	0.0163	0.0009	0.0005	0.0066	<i>MINİMUM HASAR</i>
K333	SAĞ	-114.4	-0.0025	-0.0100	-0.0063	-0.0163	0.0009	0.0005	0.0066	<i>MINİMUM HASAR</i>
K334	SOL	114.2	0.0018	0.0071	0.0063	0.0134	0.0009	0.0005	0.0066	<i>MINİMUM HASAR</i>
K334	SAĞ	-114.1	-0.0027	-0.0106	-0.0063	-0.0169	0.0009	0.0005	0.0066	<i>MINİMUM HASAR</i>
K337	SOL	113.3	0.0021	0.0085	0.0063	0.0147	0.0009	0.0005	0.0066	<i>MINİMUM HASAR</i>
K337	SAĞ	-114.3	-0.0027	-0.0109	-0.0063	-0.0172	0.0009	0.0005	0.0066	<i>MINİMUM HASAR</i>
K338	SOL	114.1	0.0025	0.0101	0.0063	0.0163	0.0009	0.0005	0.0066	<i>MINİMUM HASAR</i>
K338	SAĞ	-114.4	-0.0025	-0.0100	-0.0063	-0.0163	0.0009	0.0005	0.0066	<i>MINİMUM HASAR</i>
K339	SOL	114.2	0.0018	0.0071	0.0063	0.0133	0.0009	0.0005	0.0066	<i>MINİMUM HASAR</i>
K339	SAĞ	-114.1	-0.0027	-0.0106	-0.0063	-0.0169	0.0009	0.0005	0.0066	<i>MINİMUM HASAR</i>
K324	SOL	115.9	0.0027	0.0106	0.0062	0.0168	0.0008	0.0004	0.0067	<i>MINİMUM HASAR</i>
K324	SAĞ	-116.0	-0.0025	-0.0099	-0.0062	-0.0161	0.0008	0.0004	0.0067	<i>MINİMUM HASAR</i>
K325	SOL	115.7	0.0005	0.0020	0.0062	0.0082	0.0006	0.0004	0.0035	<i>MINİMUM HASAR</i>
K325	SAĞ	-115.9	-0.0046	-0.0182	-0.0062	-0.0244	0.0011	0.0004	0.0112	<i>BELİRGİN HASAR</i>
K326	SOL	115.8	0.0030	0.0120	0.0062	0.0182	0.0010	0.0004	0.0090	<i>MINİMUM HASAR</i>
K326	SAĞ	-114.9	-0.0026	-0.0104	-0.0062	-0.0166	0.0008	0.0004	0.0067	<i>MINİMUM HASAR</i>
K327	SOL	115.8	0.0007	0.0030	0.0062	0.0092	0.0006	0.0004	0.0035	<i>MINİMUM HASAR</i>
K327	SAĞ	-115.4	-0.0054	-0.0217	-0.0062	-0.0279	0.0011	0.0004	0.0112	<i>BELİRGİN HASAR</i>
K328	SOL	114.8	0.0026	0.0103	0.0062	0.0165	0.0008	0.0004	0.0067	<i>MINİMUM HASAR</i>
K328	SAĞ	-115.5	-0.0037	-0.0149	-0.0062	-0.0211	0.0010	0.0004	0.0090	<i>MINİMUM HASAR</i>
K329	SOL	115.6	0.0007	0.0027	0.0062	0.0089	0.0006	0.0004	0.0035	<i>MINİMUM HASAR</i>
K329	SAĞ	-115.6	-0.0038	-0.0153	-0.0062	-0.0215	0.0010	0.0004	0.0090	<i>MINİMUM HASAR</i>
K330	SOL	114.8	0.0021	0.0083	0.0062	0.0145	0.0008	0.0004	0.0067	<i>MINİMUM HASAR</i>
K330	SAĞ	-116.1	-0.0027	-0.0108	-0.0062	-0.0170	0.0008	0.0004	0.0067	<i>MINİMUM HASAR</i>
K331	SOL	115.7	0.0003	0.0013	0.0062	0.0075	0.0006	0.0004	0.0031	<i>MINİMUM HASAR</i>
K331	SAĞ	-116.1	-0.0047	-0.0188	-0.0062	-0.0250	0.0011	0.0004	0.0112	<i>BELİRGİN HASAR</i>
K340	SOL	114.8	0.0026	0.0103	0.0062	0.0165	0.0008	0.0004	0.0067	<i>MINİMUM HASAR</i>
K340	SAĞ	-115.5	-0.0037	-0.0149	-0.0062	-0.0211	0.0010	0.0004	0.0090	<i>MINİMUM HASAR</i>
K341	SOL	115.6	0.0007	0.0027	0.0062	0.0089	0.0006	0.0004	0.0035	<i>MINİMUM HASAR</i>
K341	SAĞ	-115.6	-0.0038	-0.0153	-0.0062	-0.0215	0.0010	0.0004	0.0090	<i>MINİMUM HASAR</i>
K342	SOL	114.8	0.0021	0.0083	0.0062	0.0145	0.0008	0.0004	0.0067	<i>MINİMUM HASAR</i>
K342	SAĞ	-116.1	-0.0027	-0.0108	-0.0062	-0.0170	0.0008	0.0004	0.0067	<i>MINİMUM HASAR</i>
K343	SOL	115.7	0.0003	0.0013	0.0062	0.0075	0.0006	0.0004	0.0031	<i>MINİMUM HASAR</i>
K343	SAĞ	-116.1	-0.0047	-0.0188	-0.0062	-0.0250	0.0011	0.0004	0.0112	<i>BELİRGİN HASAR</i>
K344	SOL	115.9	0.0027	0.0106	0.0062	0.0168	0.0008	0.0004	0.0067	<i>MINİMUM HASAR</i>
K344	SAĞ	-116.0	-0.0025	-0.0099	-0.0062	-0.0161	0.0008	0.0004	0.0067	<i>MINİMUM HASAR</i>
K345	SOL	115.7	0.0005	0.0020	0.0062	0.0082	0.0006	0.0004	0.0035	<i>MINİMUM HASAR</i>
K345	SAĞ	-115.9	-0.0046	-0.0182	-0.0062	-0.0244	0.0011	0.0004	0.0112	<i>BELİRGİN HASAR</i>
K346	SOL	115.8	0.0030	0.0120	0.0062	0.0182	0.0010	0.0004	0.0090	<i>MINİMUM HASAR</i>
K346	SAĞ	-114.9	-0.0026	-0.0104	-0.0062	-0.0166	0.0008	0.0004	0.0067	<i>MINİMUM HASAR</i>
K347	SOL	115.8	0.0007	0.0030	0.0062	0.0092	0.0006	0.0004	0.0040	<i>MINİMUM HASAR</i>
K347	SAĞ	-115.4	-0.0054	-0.0217	-0.0062	-0.0279	0.0011	0.0004	0.0112	<i>BELİRGİN HASAR</i>
K335	SOL	115.7	0.0002	0.0007	0.0062	0.0069	0.0005	0.0004	0.0026	<i>MINİMUM HASAR</i>
K335	SAĞ	-115.6	-0.0046	-0.0185	-0.0062	-0.0247	0.0011	0.0004	0.0112	<i>BELİRGİN HASAR</i>
K336	SOL	115.9	0.0016	0.0064	0.0062	0.0126	0.0007	0.0004	0.0045	<i>MINİMUM HASAR</i>
K336	SAĞ	-115.1	-0.0045	-0.0178	-0.0062	-0.0240	0.0011	0.0004	0.0112	<i>BELİRGİN HASAR</i>

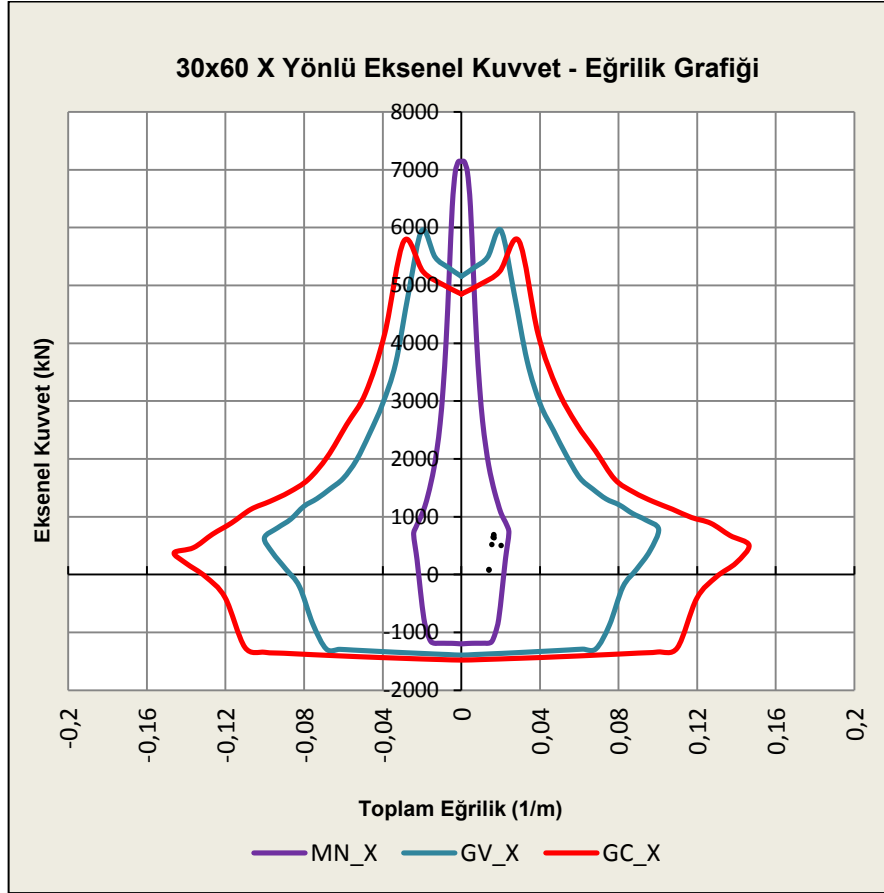
EK C



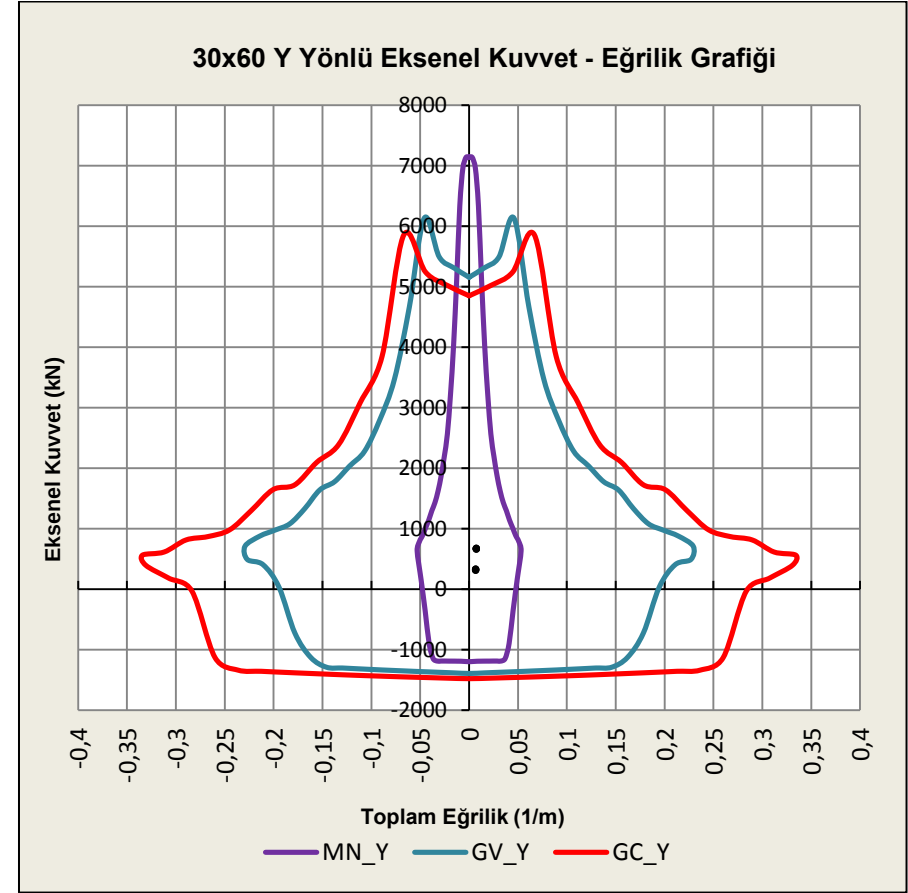
Şekil C.1 : Z.Kat 30X60 kolonu X yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.



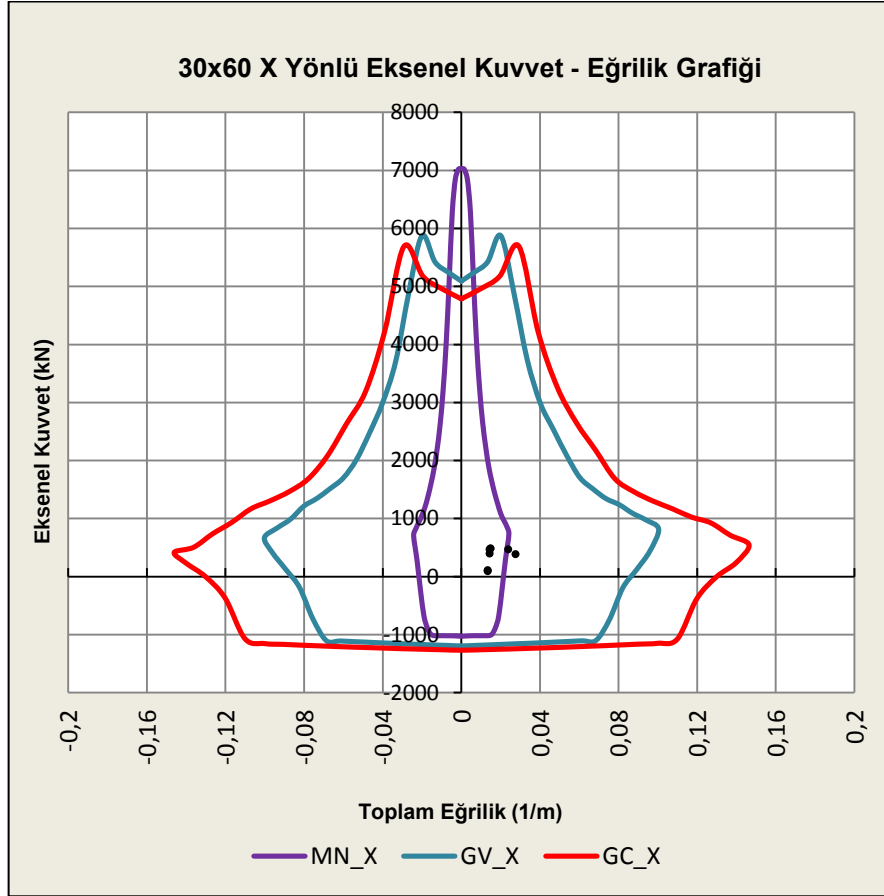
Şekil C.2 : Z.Kat 30X60 kolonu Y yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.



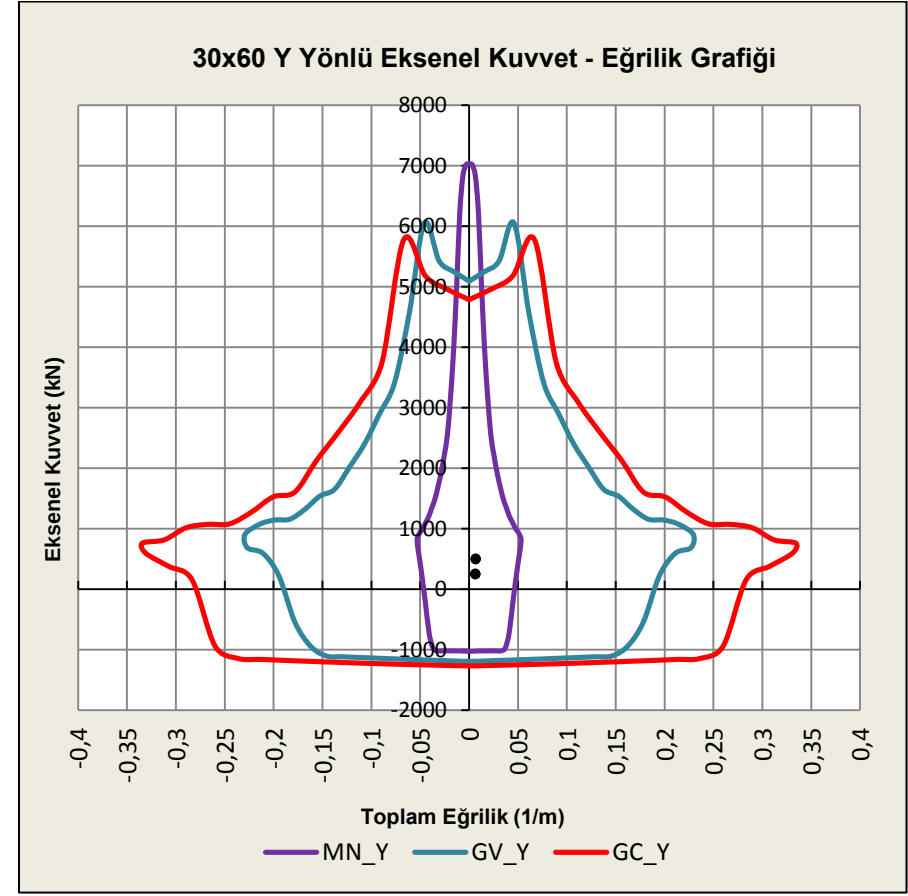
Şekil C.3 : 1.Kat 30X60 kolonu Y yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.



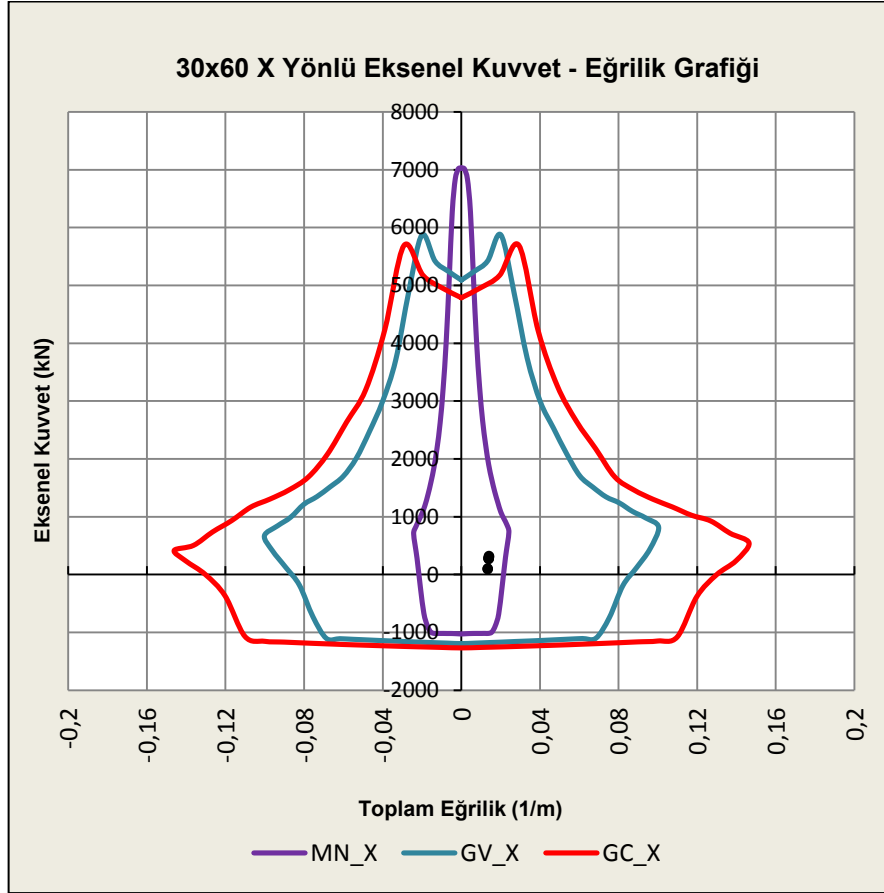
Şekil C.4 : 1.Kat 30X60 kolonu Y yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.



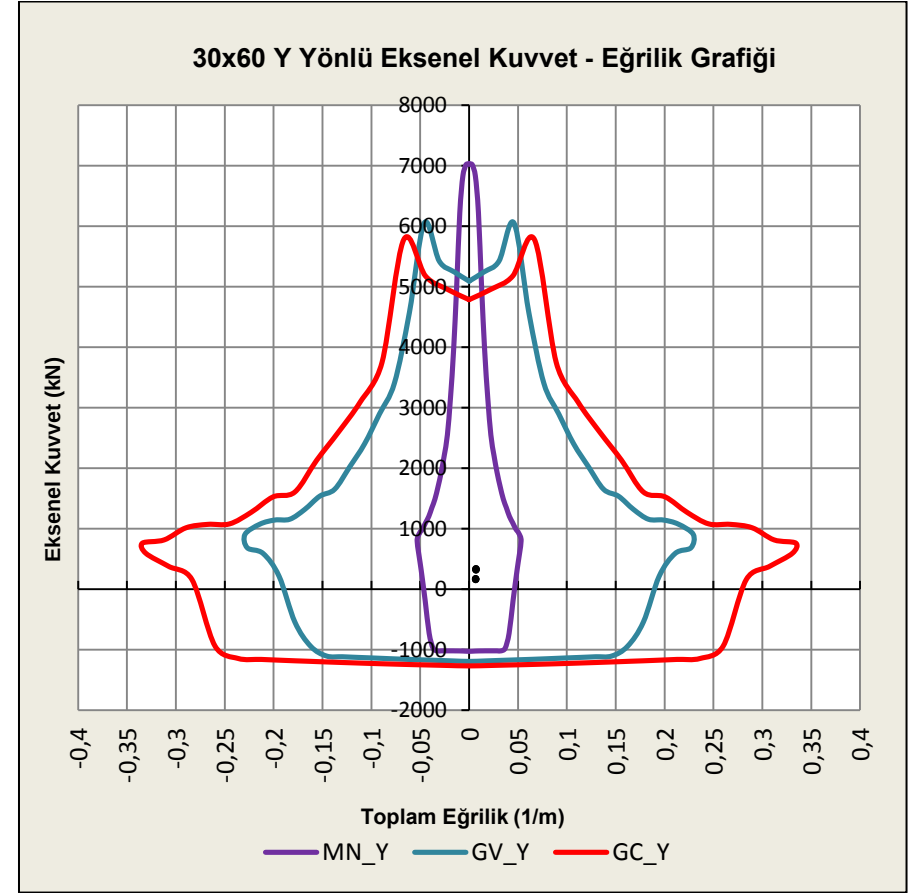
Şekil C.5 : 2.Kat 30X60 kolonu X yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.



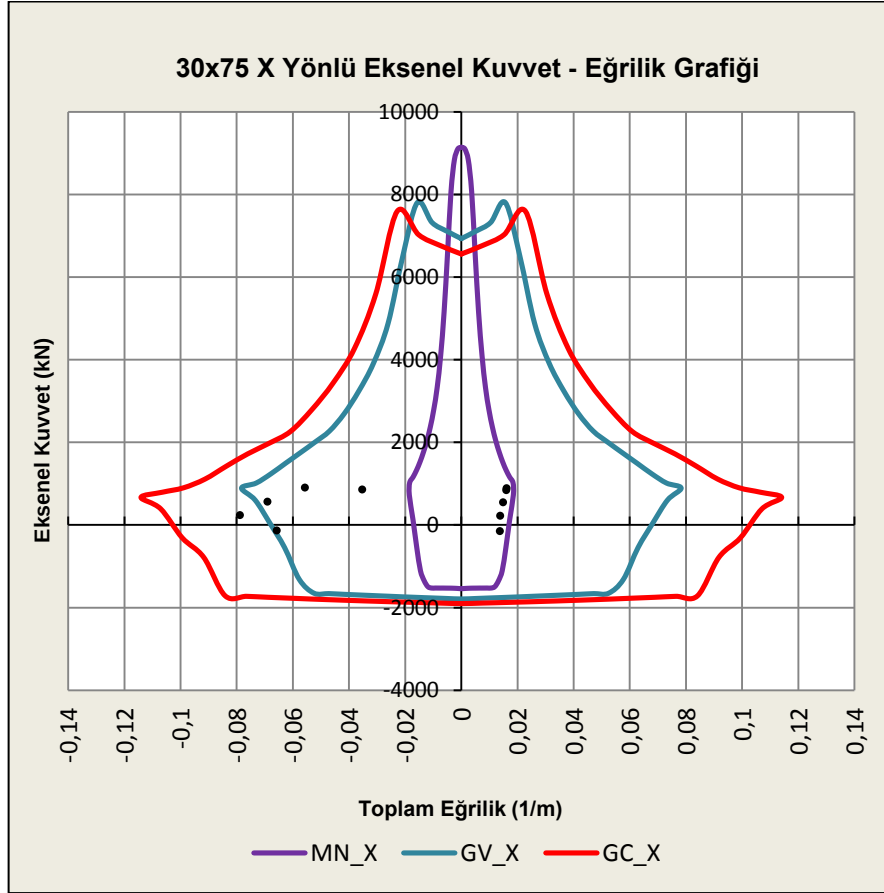
Şekil C.6 : 2.Kat 30X60 kolonu Y yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.



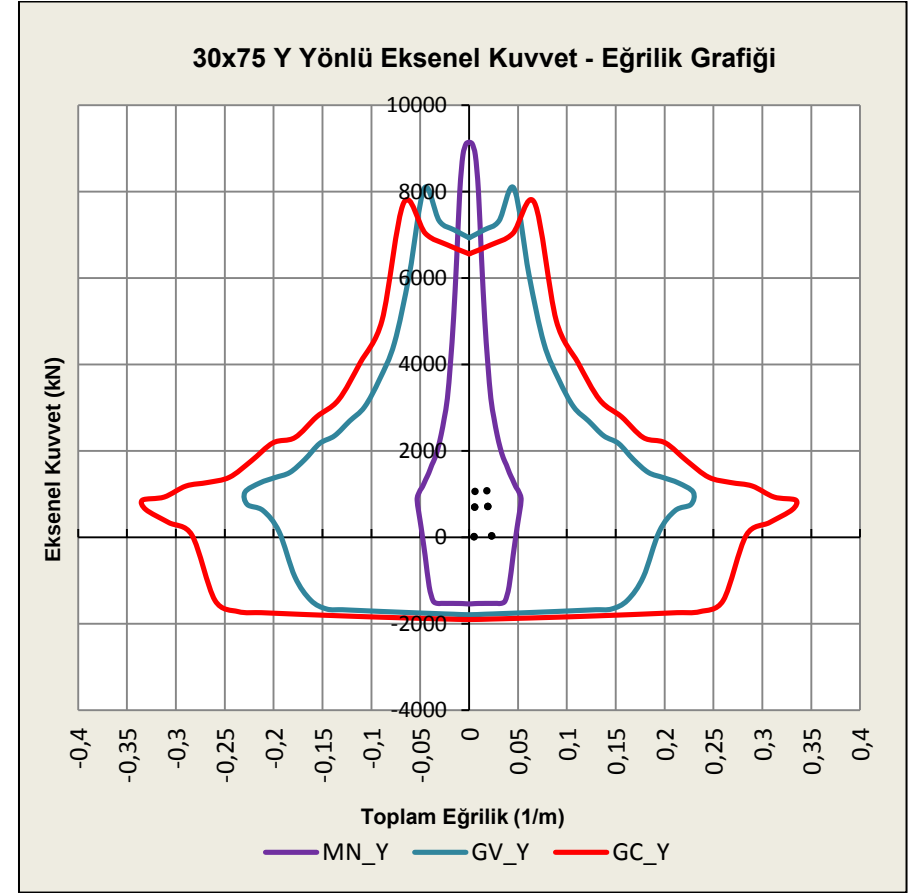
Şekil C.7 : 3.Kat 30X60 kolonu X yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.



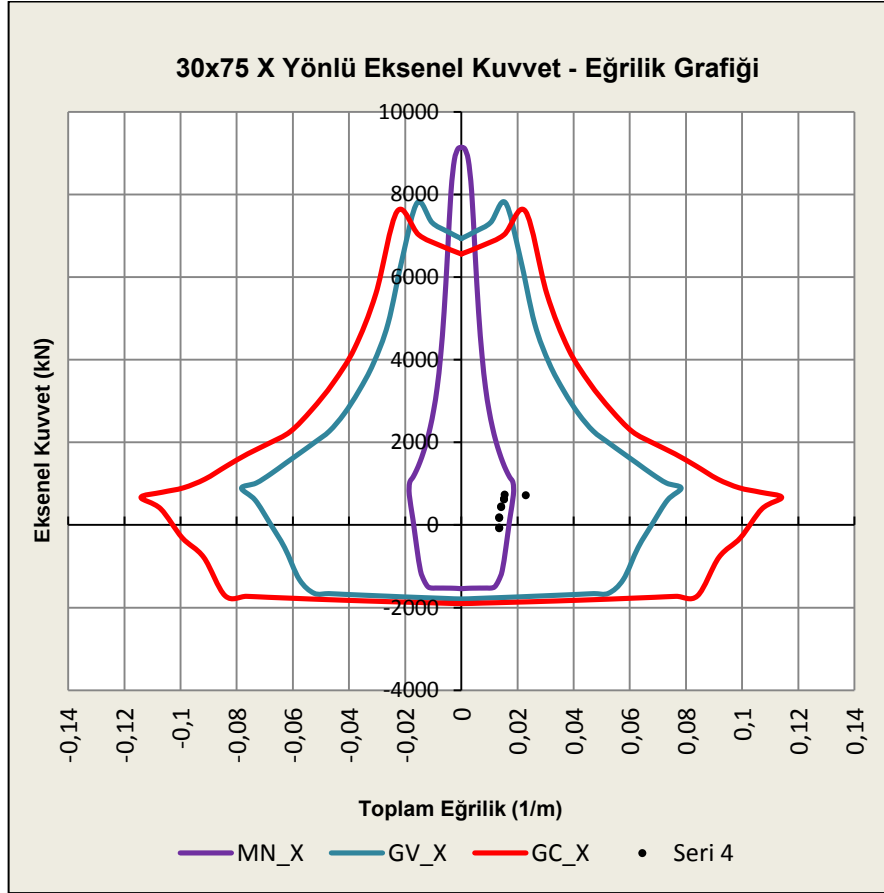
Şekil C.8 : 3.Kat 30X60 kolonu Y yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.



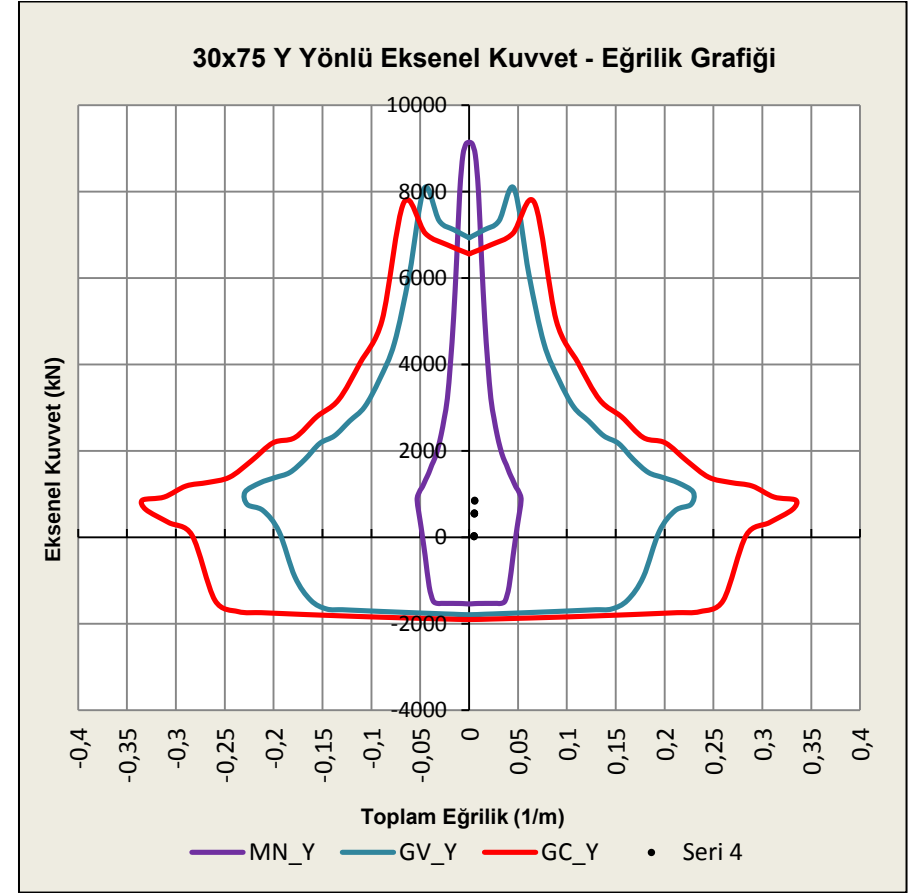
Şekil C.9 : Z.Kat 30X75 kolonu X yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.



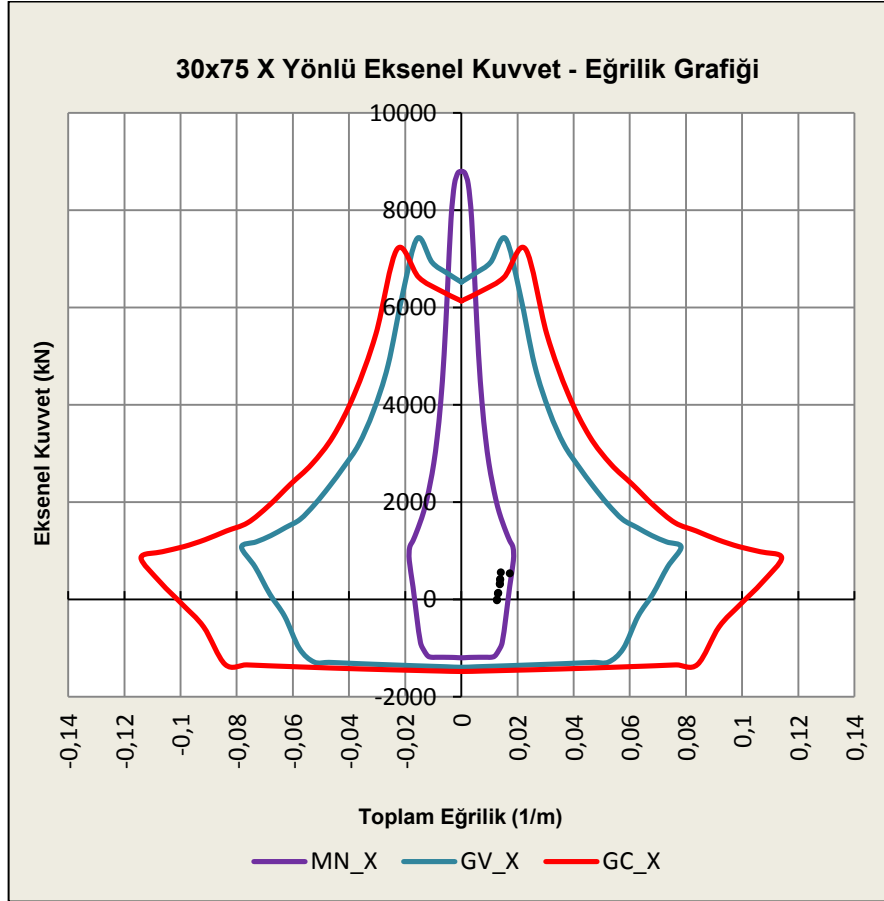
Şekil C.10 : Z.Kat 30X75 kolonu Y yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.



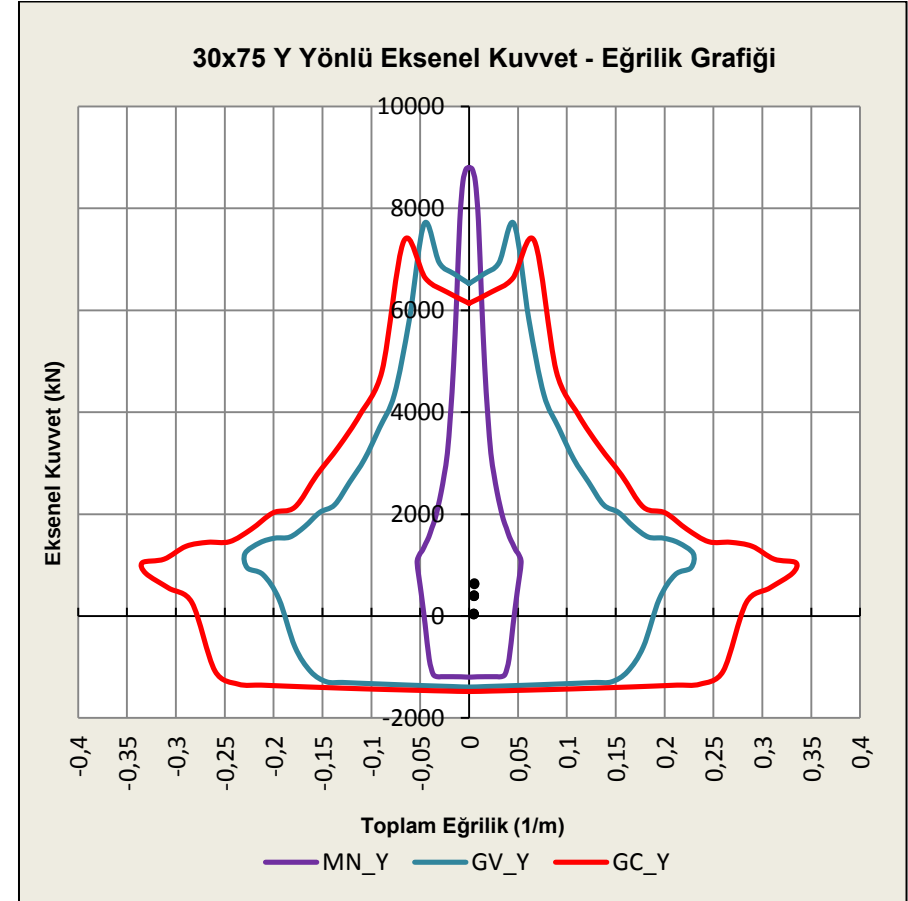
Şekil C.11 : 1.Kat 30X75 kolonu X yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.



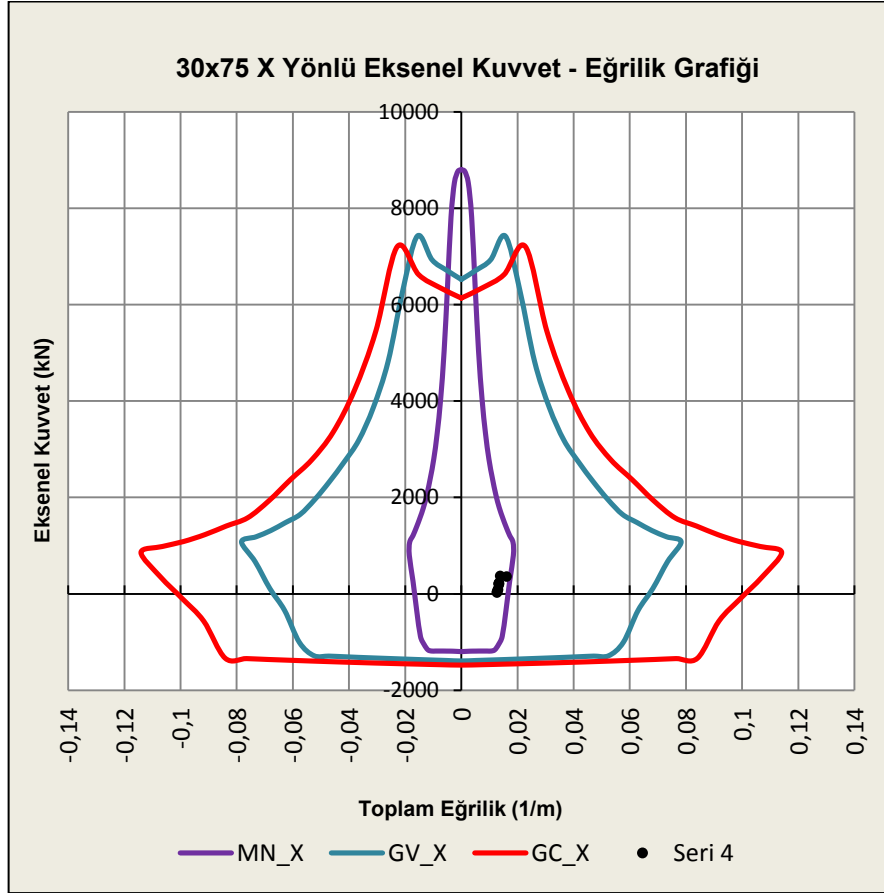
Şekil C.12 : 1.Kat 30X75 kolonu Y yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.



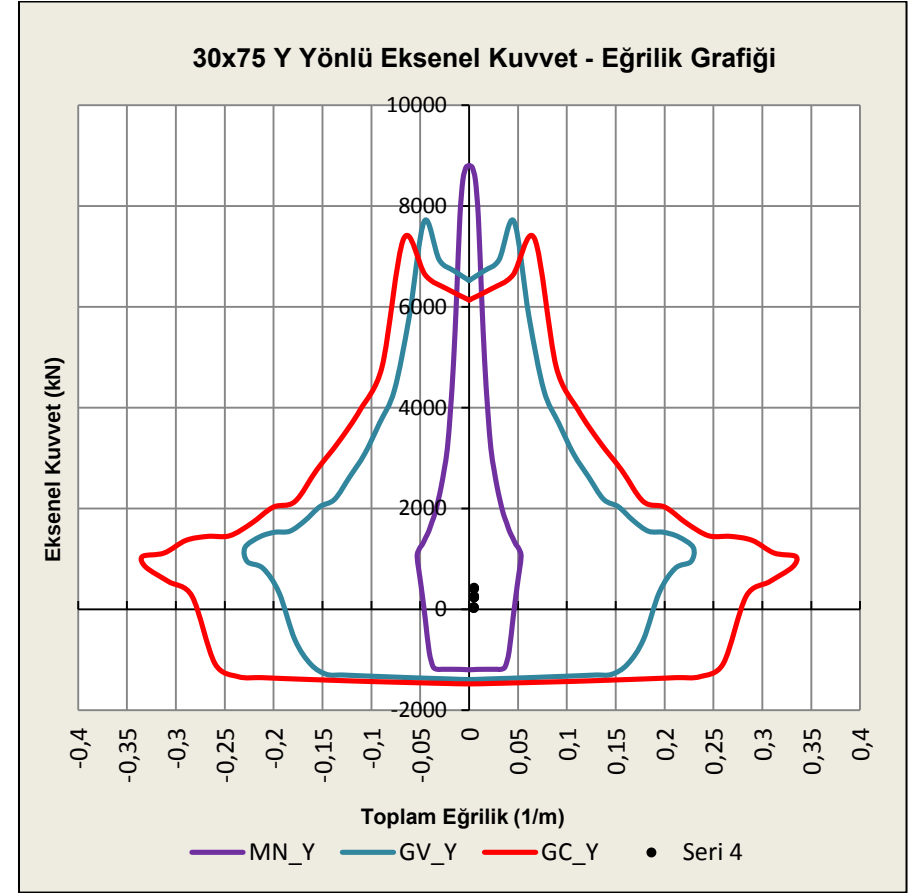
Şekil C.13 : 2.Kat 30X75 kolonu X yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.



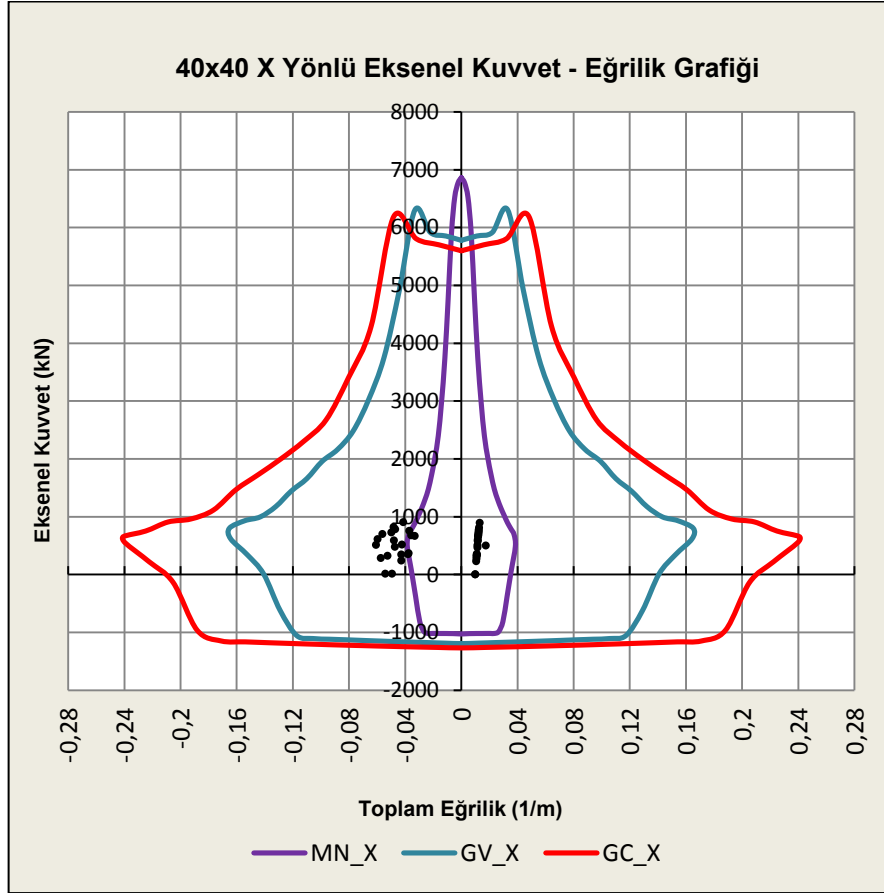
Şekil C.14 : 2.Kat 30X75 kolonu Y yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.



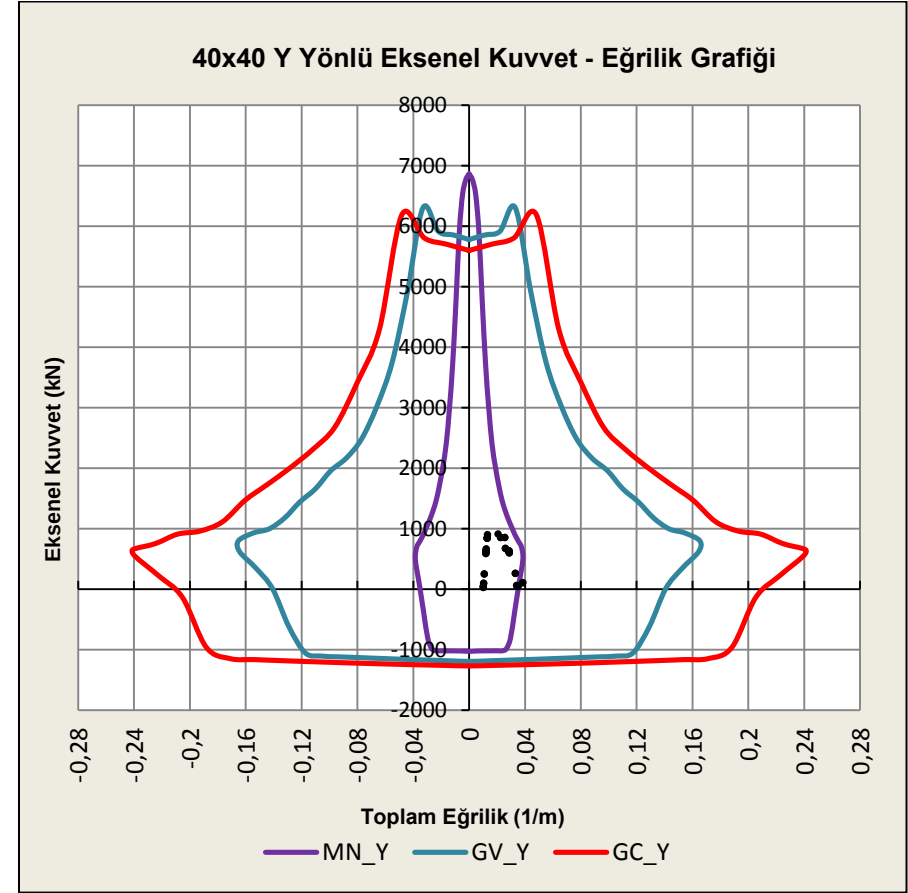
Şekil C.15 : 3.Kat 30X75 kolonu X yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.



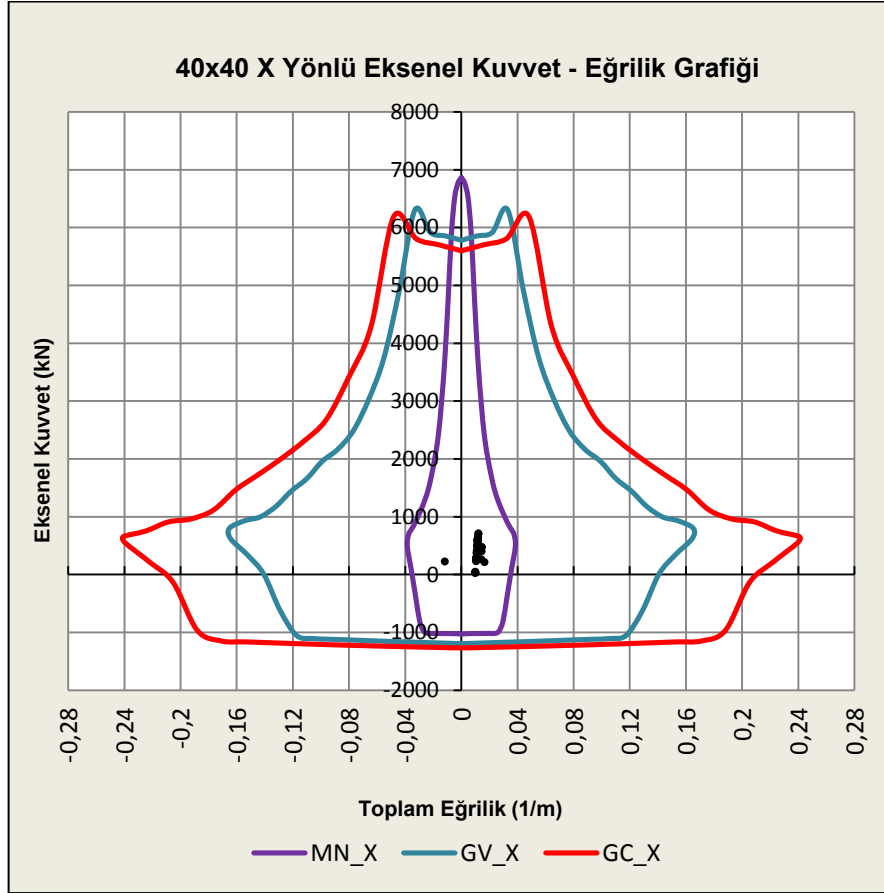
Şekil C.16 : 3.Kat 30X75 kolonu Y yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.



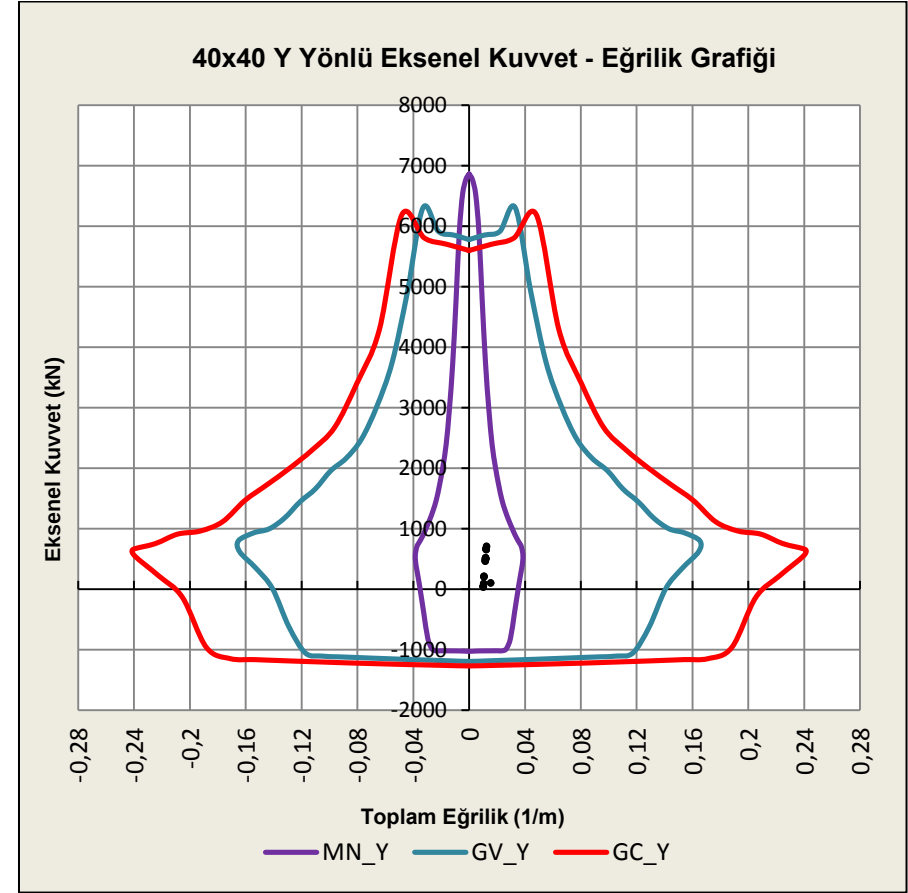
Şekil C.17 : Z.Kat 40X40 kolonu X yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.



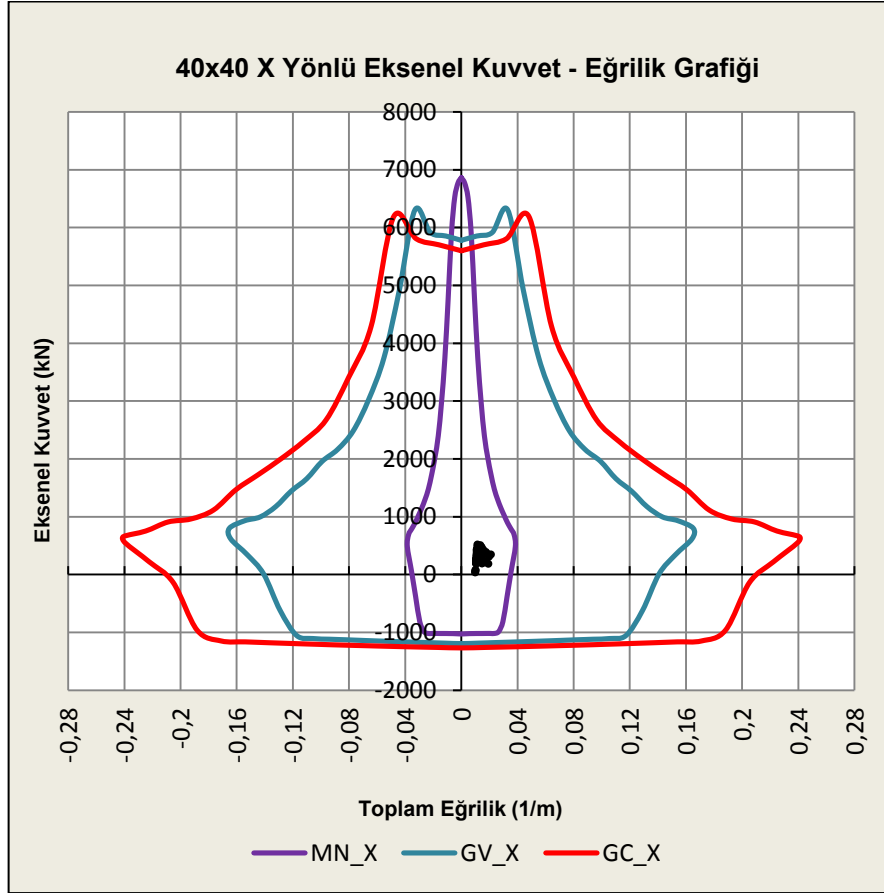
Şekil C.18 : Z.Kat 40X40 kolonu Y yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.



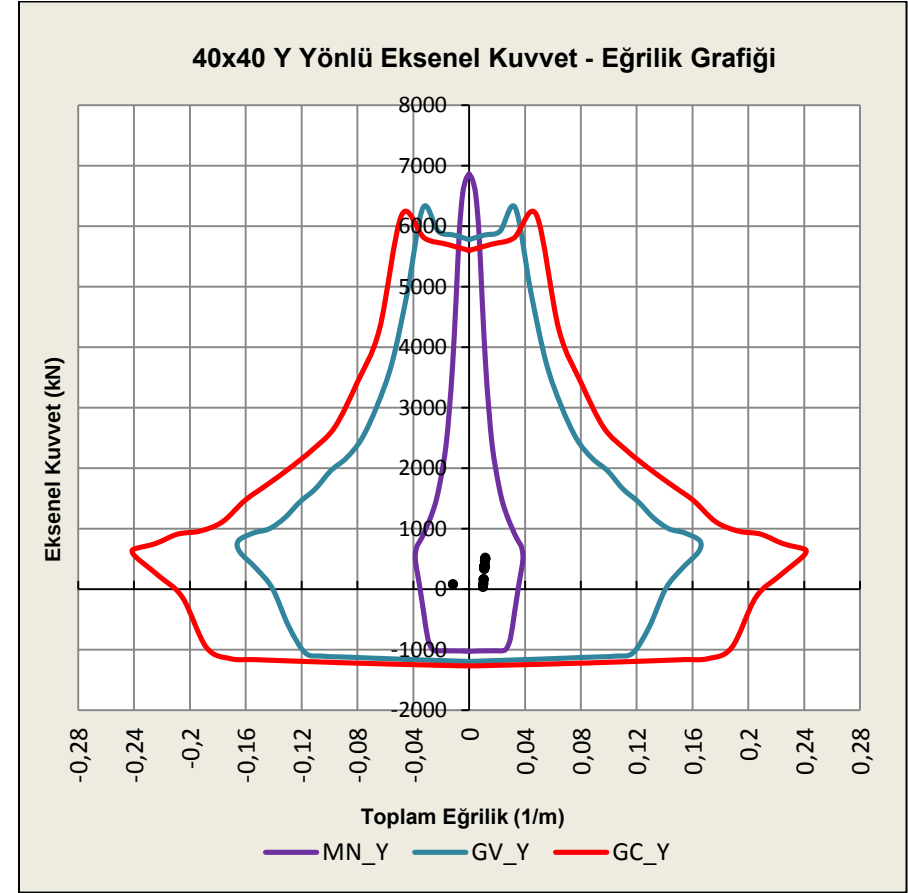
Şekil C.19 : 1.Kat 40X40 kolonu X yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.



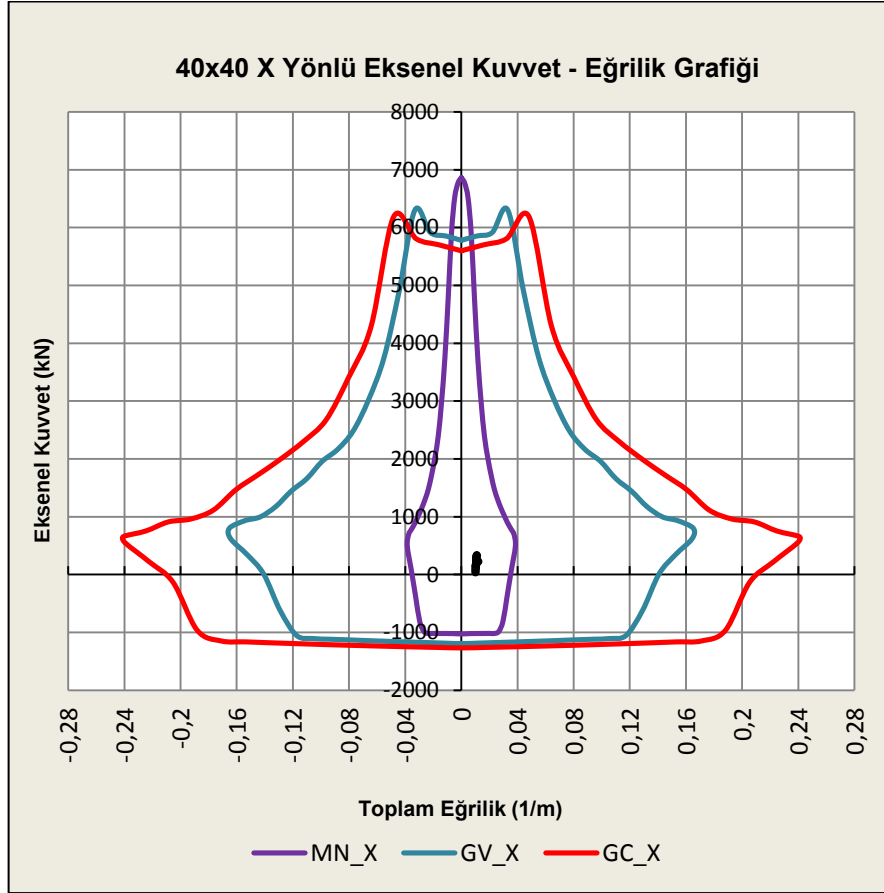
Şekil C.20 : 1.Kat 40X40 kolonu Y yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.



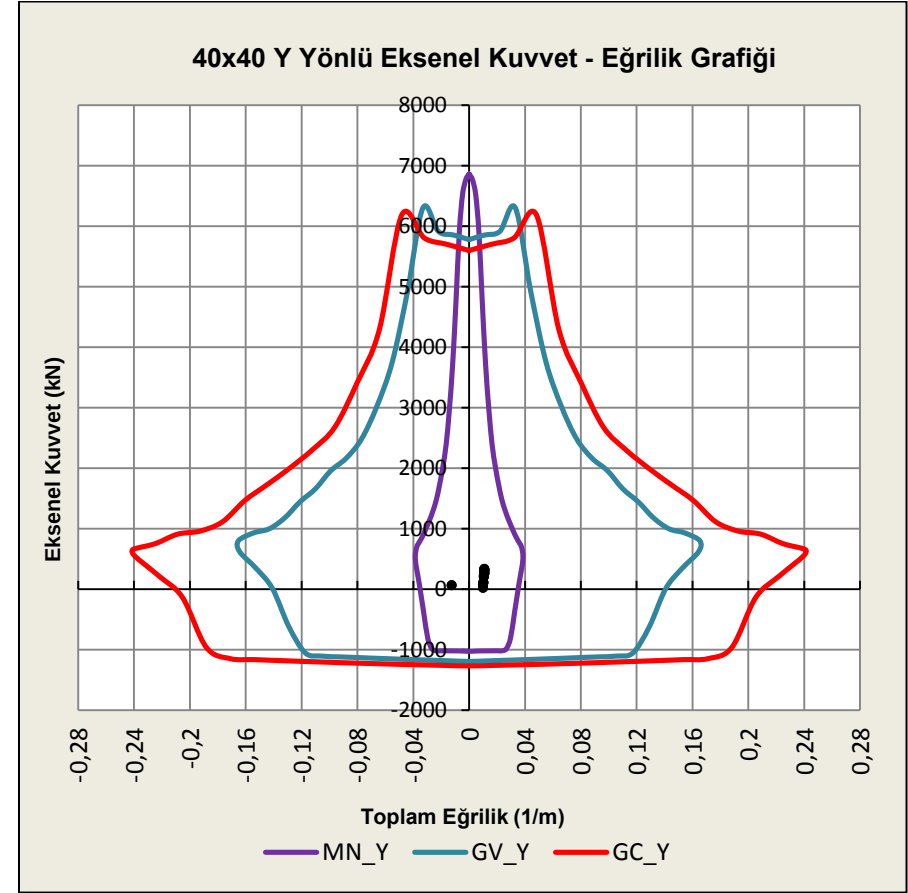
Şekil C.21 : 2.Kat 40X40 kolonu X yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.



Şekil C.22 : 2.Kat 40X40 kolonu Y yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.



Şekil C.23 : 3.Kat 40X40 kolonu X yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.



Şekil C.24 : 3.Kat 40X40 kolonu Y yönlü eksenel kuvvet eğrilik grafiği.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Hande ŞAHİN
Doğum Yeri ve Tarihi: İstanbul/1984
Adres Kadıköy/İstanbul
E-Posta: shn.hande@gmail.com
Lisans: Kocaeli Üniversitesi