

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BETONARME ÇOK KATLI BİR BİNANIN
PERFORMANS SEVİYESİNİN ARTİMSAL EŞDEĞER
DEPREM YÜKÜ YÖNTEMİYLE BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fatih AKIN

Anabilim Dalı : İnşaat Mühendisliği

Programı : Yapı Mühendisliği

HAZİRAN 2009

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BETONARME ÇOK KATLI BİR BİNANIN
PERFORMANS SEVİYESİNİN ARTİMSAL EŞDEĞER
DEPREM YÜKÜ YÖNTEMİYLE BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Fatih AKIN
(501061041)**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 04 Mayıs 2009

Tezin Savunulduğu Tarih : 05 Haziran 2009

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. A. Necmettin GÜNDÜZ (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Zekai CELEP (İTÜ)
Prof. Dr. Feridun ÇILI (İTÜ)**

HAZİRAN 2009

ÖNSÖZ

Yapılan bu tez çalışmasında; daha önceden yapılmış mevcut bir binanın doğrusal olmayan analiz yöntemlerinden biri olan, yapıların artan yanal yükler altındaki yatay yük-ötelenme ilişkisinin belirlenmesinde kullanılan doğrusal olmayan “Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü” yöntemiyle incelenmesi çalışmalarını anlatan veriler yer almaktadır.

Öncelikle çalışmamda her konuda yardımını benden esirgemeyen ve çalışmalarımın ortaya çıkmasında büyük emeği olan değerli danışman hocam Sn. Doç. Dr. A. Necmettin Gündüz’e, tez sürecinde yardımlarını benden esirgemeyen değerli dostlarım Sn. İnş. Müh. Mim. Nusret OKAY ve Sn. İnş. Müh. Halis GÜRLEK’ e, beni hiçbir konuda yalnız bırakmayan hayat arkadaşım Sn. Seher SAĞLAM’ a ve bu günlere gelmemi sağlayan aileme sonsuz teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Haziran 2009

Fatih AKIN
(İnşaat Mühendisi-Mimar)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	v
KISALTMALAR.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	xi
SEMBOL LİSTESİ.....	xii
ÖZET.....	xv
SUMMARY	xvii
1. GİRİŞ	1
1.1 Giriş ve Çalışmanın Amacı.....	1
2. PERFORMANS KAVRAMI.....	3
2.1 Giriş.....	3
2.2 Binalardan Bilgi Toplanması.....	4
2.3 Yapı ve Yapı Elemanlarının Performans Seviyeleri	4
2.3.1 Kesit hasar sınırları.....	5
2.3.2 Kesit hasar bölgeleri.....	6
2.4 Binaların Deprem Performans Seviyeleri.....	6
2.4.1 Hemen kullanım performans düzeyi	6
2.4.2 Can güvenliği performans düzeyi.....	7
2.4.3 Göçme öncesi performans düzeyi	7
2.4.4 Göçme durumu	8
2.5 Mevcut ve Yeni Yapılacak Binalarda Esas Alınan Deprem Hareketleri	8
2.6 Yapılarda Deprem Tiplerine Göre Performans Hedefleri	9
3. DOĞRUSAL ELASTİK OLMAYAN ANALİZ YÖNTEMLERİ.....	11
3.1 Giriş.....	11
3.2 Doğrusal Elastik Olmayan Analiz Yöntemleri	11
3.2.1 Artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi	11
3.2.1.1 Artımsal itme analizi uygulanabilirlik koşulları.....	12
3.2.1.2 Artımsal itme analizinde kullanılan kabuller	13
3.2.1.3 Artımsal eşdeğer deprem yükü ile statik itme eğrisinin bulunması adımları	15
3.2.1.4 Modal kapasite eğrisinin elde edilmesi.....	16
3.2.1.5 Deprem talep eğrisi eksen değişimi	17
3.2.1.6 Modal kapasite eğrisi ile deprem talep eğrisinin kesiştirilmesi	18
3.2.1.7 Doğrusal ve doğrusal olmayan spektral yer değiştirme	19
3.2.1.8 Spektral yer değiştirme oranı	19
3.2.1.9 Bina güvenlik seviyesinin belirlenmesi	21
3.2.2 Artımsal mod birleştirme yöntemi ile itme analizi.....	22
3.2.3 Zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap yöntemi.....	23

4. ÇOK KATLI BETONARME YAPININ ARTIMSAL EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ YÖNTEMİYLE DOĞRUSAL OLMAYAN ANALİZİ	25
4.1 Giriş.....	25
4.2 Analizi Yapılan Binanın Özellikleri	25
4.2.1 Yapı genel özellikleri ve kat planları	25
4.2.2 Malzeme özellikleri.....	28
4.2.3 Kolon, perde, kiriş ve döşeme özellikleri.....	28
4.3 Bina Düşey Yüklerinin Hesaplanması.....	28
4.4 Artımsal İtme Analizinin Uygulanabilirlik Şartlarının İncelenmesi	29
4.5 Yapının Modellenmesi ve Analizi	31
4.5.1 Lineer analiz	30
4.5.1.1 Yapı malzemesinin ve kesitlerin tanıtılması.....	31
4.5.1.2 Yapı düşey yükleri.....	31
4.5.1.3 Yapı modelinin tamamlanması	32
4.5.2 Doğrusal elastik olmayan analiz.....	34
4.5.2.1 Yatay yüklerin bulunması.....	34
4.5.2.2 Çatlamış kesit eğilme rijitliklerinin hesabı	36
4.5.2.3 Plastik mafsalların sisteme atanması.....	36
4.5.2.4 Statik itme analizi yüklemelerinin yapılması.....	37
4.5.2.5 Hedef deplasman noktasının belirlenmesi	39
4.6 Yapı Taşıyıcı Elemanlarının Analiz Sonrası Değerlendirilmesi	44
4.7 X–X Yönünde Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi	47
4.8 Y–Y Yönünde Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi	49
4.9 Bina Performans Seviyesinin Belirlenmesi.....	50
5. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	53
KAYNAKLAR.....	55
EKLER.....	57
ÖZGEÇMİŞ.....	81

KISALTMALAR

ATC-40	: Applied Technology Council-40 No' lu Raporu
BS	: Beton Sınıfı
BÇ	: Beton Çeliği
CG	: Can Güvenliği Performans Seviyesi
DBYBHY	: Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
GV	: Kesit Güvenlik Sınırı
GÇ	: Kesit Göçme Sınırı
GÖ	: Göçme Öncesi Performans Seviyesi
HK	: Hemen Kullanım Performans Seviyesi
MN	: Kesit Minimum Hasar Sınırı
TS	: Türk Standardı

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : X-X yönünde kiriş hasar durumları.....	4
Çizelge 2.2 : Kesit şekildeğiştirme üst sınırları.....	5
Çizelge 2.3 : Performans bazlı tasarımda deprem etkileri	9
Çizelge 2.4 : Binalar için hedeflenen deprem performans hedefleri.....	9
Çizelge 4.1 : Kat ağırlıkları.....	29
Çizelge 4.2 : X-X yönünde burulma düzensizliği kontrolü	30
Çizelge 4.3 : Y-Y yönünde burulma düzensizliği kontrolü	30
Çizelge 4.4 : Bina titreşim periyotları.....	33
Çizelge 4.5 : Spektrum katsayısı	34
Çizelge 4.6 : Deprem yüklerinin katlara dağıtılması	36
Çizelge 4.7 : Statik itme eğrisi için katsayıların bulunması	40
Çizelge 4.8 : Statik itme eğrisi ve modal kapasite eğrisi verileri	40
Çizelge 4.9 : Modal yer değiştirme isteminin hesabı.....	43
Çizelge 4.10 : Tepe noktası yer değiştirme isteminin bulunması.....	44
Çizelge 4.11 : Kolon ve perde kesit hasar sınırları.....	46
Çizelge 4.12 : X-X yönünde kiriş hasar durumları.....	48
Çizelge 4.13 : X-X yönünde kolon ve perde hasar durumları	48
Çizelge 4.14 : Y-Y yönünde kiriş hasar durumları.....	49
Çizelge 4.15 : Y-Y yönünde kolon ve perde hasar durumları	50
Çizelge A.1 : Döşeme ve duvar yükleri	59
Çizelge A.2 : Kolon boyut kontrolü ve çatlamış kesit rijitlikleri	60
Çizelge B.1.a : X-X yönünde zemin kat kirişleri hasar sınırı	63
Çizelge B.1.b : X-X yönünde 1. kat kirişleri hasar sınırı.....	64
Çizelge B.1.c : X-X yönünde 2. kat kirişleri hasar sınırı	65
Çizelge B.1.d : X-X yönünde 3. kat kirişleri hasar sınırı.....	66
Çizelge B.1.e : X-X yönünde 4. kat kirişleri hasar sınırı	67
Çizelge B.1.f : X-X yönünde 5. kat kirişleri hasar sınırı.....	68
Çizelge B.1.g : X-X yönünde 6. kat kirişleri hasar sınırı	69
Çizelge B.2.a : Y-Y yönünde zemin kat kirişleri hasar sınırı	70
Çizelge B.2.b : Y-Y yönünde 1. kat kirişleri hasar sınırı.....	71
Çizelge B.2.c : Y-Y yönünde 2. kat kirişleri hasar sınırı	72
Çizelge B.2.d : Y-Y yönünde 3. kat kirişleri hasar sınırı.....	73
Çizelge B.2.e : Y-Y yönünde 4. kat kirişleri hasar sınırı	74
Çizelge B.2.f : Y-Y yönünde 5. kat kirişleri hasar sınırı.....	75
Çizelge B.2.g : Y-Y yönünde 6. kat kirişleri hasar sınırı	76

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Betonarme elemanların kesit hasar bölgeleri.....	6
Şekil 3.1 : Moment – Plastik dönme bağıntıları	14
Şekil 3.2 : Statik itme eğrisi	16
Şekil 3.3 : Deprem talep eğrisi eksen değişimi	17
Şekil 3.4 : Deprem talep eğrisi ile modal kapasite eğrisinin birlikte gösterimi.....	18
Şekil 3.5 : $T_1^{(1)} \geq T_B$ durumu için elastik spektrum ile kapasite eğrisinin kesiştirilmesi.....	19
Şekil 3.6 : Modal kapasite diyagramı bilineer gösterimi	20
Şekil 3.7 : $T_1^{(1)} \leq T_B$ durumu için elastik spektrum ile kapasite eğrisinin kesiştirilmesi.....	21
Şekil 4.1 : Zemin kat kalıp planı	26
Şekil 4.2 : Normal katlar kalıp planı.....	27
Şekil 4.3 : Fiktif perde elemanlarının tanıtılması	31
Şekil 4.4 : Döşeme ve duvar yüklemeleri	32
Şekil 4.5 : Bina modeli	33
Şekil 4.6 : Kesitlere plastik mafsalları atanması.....	37
Şekil 4.7 : Lineer elastik olmayan düşey yüklerin tanıtılması.....	38
Şekil 4.8 : Lineer elastik olmayan yatay yüklerin tanıtılması	39
Şekil 4.9 : X ve Y yönünde statik itme eğrileri	41
Şekil 4.10 : X ve Y yönünde modal kapasite eğrileri	42
Şekil 4.11 : X yönünde modal yer değiştirme isteminin bulunması	42
Şekil 4.12 : Y yönünde modal yer değiştirme isteminin bulunması	43
Şekil 4.13 : Binada oluşan plastik mafsallar	44
Şekil 4.14 : Kiriş gerilme-şekil değiştirme diyagramı	45
Şekil 4.15 : 100x30 kolon kesit modeli.....	46
Şekil 4.16 : 100x30 kolon Normal Kuvvet-Toplam Eğrilik performans düzeyleri	47
Şekil A.1.a : Kolon ve perde donatıları	57
Şekil A.1.b : Kiriş donatıları	57
Şekil A.1.c : Bina kesiti	57
Şekil B.1.a : 30x100 X-X yönü kolon performans düzeyleri.....	76
Şekil B.1.b : 70x35 X-X yönü kolon performans düzeyleri.....	77
Şekil B.1.c : 35x70 X-X yönü kolon performans düzeyi.....	77
Şekil B.1.d : 260x25 perde X-X yönü performans düzeyleri.....	78
Şekil B.2.a : 100x30 kolon Y-Y yönü performans düzeyi.....	78
Şekil B.2.b : 30x100 kolon Y-Y yönü performans düzeyi.....	79
Şekil B.2.c : 70x35 kolon Y-Y performans düzeyi.....	79
Şekil B.2.d : 25x260 perde Y-Y performans düzeyleri	80

SEMBOL LİSTESİ

A_0	: Etkin yer ivmesi katsayısı
$A(T)$	: Spektral ivme katsayısı
$a_1^{(i)}$	: i. itme adımı sonunda elde edilen, birinci moda ait modal ivme
C_{R1}	: Spektral yer değiştirme oranı
D_f	: Dayanım fazlalığı
$d_1^{(i)}$	: i. itme adımı sonunda elde edilen birinci moda ait modal yer değiştirme
d^e	: Elastik yer değiştirme
d^{ep}	: Elasto-plastik yer değiştirme
$(ED)_e$	: Çatlamış kesite ait etkin eğilme rijitliği
$(ED)_0$	: Çatlamamış kesite ait etkin eğilme rijitliği
E_c	: Betonun elastisite modülü
E_s	: Beton çeliğinin elastisite modülü
f_{cd}	: Betonun hesap basınç dayanımı
f_{ck}	: Betonun karakteristik basınç dayanımı
f_{cm}	: Mevcut beton dayanımı
f_{ym}	: Mevcut donatı akma gerilmesi
G_i	: i. katın sabit yüklerinden oluşan ağırlık
g	: Yerçekimi ivmesi
H	: Çalışan doğrultudaki kesit boyu
H_i	: i. katın yerden yüksekliği
I	: Bina önem katsayısı
L_p	: Plastik mafsallık boyu
m_i	: i. kata ait kütle
M_i	: 1. modal kütle
N	: Binadaki bodrum üzeri kat sayısı
N_d	: Kolondaki normal kuvvet
n	: Hareketli yük katılım katsayısı
n_{bi}	: Burulma düzensizliği katsayısı
R	: Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
R_a	: Deprem yükü azaltma katsayısı
Q_i	: i. katın hareketli yüklerinden oluşan ağırlık
$S(T)$	: Spektrum katsayısı
$S_{ae}(T)$	: Elastik spektral ivme
S_{di1}	: 1. moda ait doğrusal olmayan spektral yer değiştirme
T	: Bina doğal periyodu
T_{A-B}	: Zemin spektrum karakteristik periyotları
U_{xN1}	: Binanın N. katında x deprem doğrultusundaki yer değiştirme
V_b	: Taban kesme kuvveti
V_t	: Toplam eşdeğer deprem yükü
W	: Bina toplam ağırlığı

w_i	: i. katın ağırlığı
β	: Modal kütle katılım oranı
δ	: Yer değiştirme
Δ_i	: Binanın i. katındaki azaltılmış görelî kat ötelemesi
$(\Delta_i)_{ort}$	: Binanın i. katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelemesi
ϵ_{cu}	: Kesitin en dış lifindeki beton basınç birim şekil değiştirmesi
ϵ_{cu}	: Kesitin en dış lifindeki beton basınç birim şekil değiştirmesi
ϵ_{cg}	: Etriye içindeki bölgenin en dış lifindeki beton basınç birim şekil değiştirmesi
ϵ_s	: Donatı çeliği birim şekil değiştirmesi
ϵ_{su}	: Beton çeliğinin akmaya karşı gelen en büyük birim boy değişimi
Φ_{xN1}	: Binanın tepesinde (N.katında) x deprem doğrultusunda birinci moda ait modal genlik
Φ_{i1}	: i. katın yanal yer değiştirmesi
Φ_p	: Plastik eğrilik istemi
Φ_t	: Toplam eğrilik istemi
Φ_y	: Eşdeğer akma eğriliği
Γ_{x1}	: x deprem doğrultusunda birinci moda ait katkı çarpanı
θ_p	: Kesitte oluşan plastik dönme

BETONARME ÇOK KATLI BİR BİNANIN PERFORMANS SEVİYESİNİN ARTIMSAL EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ YÖNTEMİYLE BELİRLENMESİ

ÖZET

Yapıların deprem güvenliğinin sağlanması açısından yeni yapılacak binalar depreme dayanıklı olarak tasarlanmalı, bunun yanı sıra mevcut binalarında tam olarak güvenilirliği sağlanmalıdır. Bunlar inşaat mühendisliğinin en önemli konularındandır. Ülkemizin geneline bakıldığında özellikle çarpık yapılaşma ve denetim eksiklikleri yüzünden mevcut binaların birçoğunun deprem esnasında dayanım sorunu yaşayacağı oldukça yüksek bir ihtimaldir.

Bu konuda 2007 Türk deprem yönetmeliğinde önemli adımlar atılmış olmakla birlikte bu yönetmelikte, hem doğrusal hem de doğrusal olmayan yöntemlerle bina tasarımı ve güçlendirilmesi hakkında detaylı bilgiler verilmiştir.

Hazırlanan bu çalışmada deprem yönetmeliğindeki doğrusal olmayan yöntemler ve kavramlardan bahsedilmiş, bunun yanı sıra 7 katlı bir binanın doğrusal olmayan yöntemlerden “Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü” yöntemiyle sayısal analizi yapılmıştır.

Birinci bölümde deprem ve deprem davranışı konusuna kısaca değinilmiş ve çalışmanın içeriği hakkında giriş niteliğinde bilgiler verilmiştir.

İkinci bölümde yapılarda performans kavramı ile ilgili genel bir bilgi verildikten sonra DBYHY 2007 çerçevesinde yapı elemanlarının performans seviyeleri, kesit hasar sınırları ve hasar bölgeleri kavramlarına değinilmiştir. Buradan yola çıkılarak bina hasar sınıfları konusunda da bilgi verilmiştir.

Üçüncü bölümde yönetmelikteki lineer olmayan analiz yöntemlerinden bahsedilmiştir. Bu yöntemlerden artımsal eşdeğer deprem yüğü metodu detaylı bir şekilde anlatılıp, diğer yöntemler hakkında özet bilgiler verilmiştir.

Dördüncü bölümde artımsal eşdeğer deprem yüğü yöntemi ile performansı belirlenecek olan 7 katlı betonarme bir yapının sayısal olarak incelenmesine yer verilmiştir. Yapının SAP 2000 yapısal analiz programı ile nasıl modellendiği ve analizin nasıl gerçekleştirildiği de bu bölümde anlatılmaktadır. Yapının elemanlarının performans seviyeleri ile bina performans seviyesinin bulunmasına ait verilere de yine aynı bölümde yer verilmiştir.

Son bölümde ise bina analiz sonuçları değerlendirilip, yorumlanmıştır.

DETERMINATION OF THE EARTHQUAKE PERFORMANCE OF A MULTISTOREY REINFORCED CONCRETE BUILDING BY THE INCREMENTAL EQUIVALENT EARTHQUAKE LOAD METHOD

SUMMARY

In terms of assuring security of the buildings which will be constructed in the future, we should design resistant buildings to earthquakes. Besides, the security of the available buildings should be assured. These two are among the most important issues of constructional engineering. It is a high probability that Turkey might have troubles at the time of an earthquake because of its irregular urbanization and inadequate controls. In Turkish Earthquake Code 2007, it can be seen important improvements about this issue. In this code, it is given detailed information about building design and strength by both linear and nonlinear methods.

In this study, it is mentioned about nonlinear methods and concepts in earthquake code. In addition to this, a seven storeys building is analysed numerically with the “Incremental Equivalent Earthquake Load Method” which is a nonlinear method.

In Chapter 1, it is briefly mentioned about earthquake and earthquake behaviour and it is given information about the contents of the study.

In Chapter 2, the performance concepts of buildings, the performance levels of building parts, section damage limits, damage zones and damage categories are explained pursuant to DBYHY 2007.

In Chapter 3, it is mentioned about nonlinear analysis methods in the code. The “Incremental Equivalent Earthquake Load Method” is analysed in detailed and the other methods are summarized briefly.

In Chapter 4, it is touched on the numerical analysis of a seven storeys construction which's performance is determined by “Incremental Equivalent Earthquake Load Method”. Also, it is explained in this chapter how the constructional programme of the building is modelled and how the analysis is eventuated by SAP 2000. The performance levels of construction parts and the data of the construction performance levels are the other contents of this chapter.

In the final part, the construction analysis results are discussed and interpreted

1. GİRİŞ

1.1 Giriş ve Çalışmanın Amacı

Ülkemizin deprem açısından tehlikeli bir coğrafyada bulunmakta olup, her sene çeşitli büyüklüklerde çok sayıda deprem yaşamaktadır. Son yıllarda meydana gelen büyük depremlere kadar bu önemli gerçek, gerek devlet gerekse de kamuoyunda yeterince gündeme gelmemiş ve ülke insanımızda da bu konunun önemi hakkında yeterince bilinç gelişmemiştir. Bu bağlamda yapılan yapılarda mevcut yönetmelikler bile tam anlamıyla dikkate alınmamış olup yapı denetimi konusunda da zafiyetler gözlenmiştir. Bu sebeplerden dolayı yaşanan büyük depremlerde önemli can ve mal kayıpları meydana gelmiş, bu olayların maddi ve manevi etkileri günümüze kadar hala yansımıştır.

Özellikle son yıllarda işçilikten, malzemedan yanlış projelendirmeden ve ya denetim eksikliğinden kaynaklanan yapısal problemleri minimuma indirmek için önemli çalışmalar yapılmaktadır. Bu bağlamda büyük depremlerin her zaman meydana gelebileceği göz önünde bulundurarak gerek mevcut olan binaların analizi ve güçlendirilmesi gerekse de yapılacak yeni binaların projelendirmesi anlamında çeşitli analiz yöntemleri geliştirilmiştir. Bilgisayar sistemlerinde son yıllarda meydana gelen büyük atılımlar, analiz yöntemlerinin tam ve doğru yaklaşımla yapılmasına olanak sağlamak ve yapılması zor olan işlemlerinin gerçekleştirilmesini kolaylaştırmaktadır.

Deprem olayı yer hareketleri sonucunda yer altında meydana gelen sıkışmalardan dolayı meydana gelen enerjinin, yer kabuğunun zayıf bulunduğu bir noktada oluşan kırılmalarla birlikte enerji boşalması şeklinde başlayıp devam etmektedir. Deprem süresi saniyelerle ölçülse bile yarattığı etki ve zayıat bakımından olabilecek en büyük afetlerden biridir. Yukarıda da anlatıldığı gibi bu büyük afetten ötürü ülkemizde birçok insanın maddi manevi zarar görmesinden dolayı özellikle DBYBHY 2007 de gerek alınması gereken önlemler gerekse de yapı analiz yöntemleri ile ilgili geniş bilgiler sunulmuştur. Bu yönetmelikle birlikte maddi ve

manevi kayıpların önlenmesi için depreme dayanıklı yapı tasarımında hasar kontrolü, performansa dayalı tasarım ve değerlendirme ön plana çıkmıştır. Bunun yanı sıra mevcut yapılarında performanslarının belirlenmesi açısından DBYBHY 2007 yedinci bölümde doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan analiz yöntemleri hakkında bilgiler verilmiştir.

Yapıları doğrusal elastik değerlendirme yöntemlerinin temelini oluşturan dayanım (kuvvet) esaslı değerlendirmede, yapı elemanlarının dayanım kapasiteleri elastik deprem yüklerinden oluşan doğrusal teoriye göre hesaplanan etkilerle karşılaştırılmakta ve yapı elemanlarının sünekliğini göz önüne alan eleman bazındaki bir tür deprem yükü azaltma katsayısı çerçevesinde binadan beklenen performans hedefinin sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilmektedir [9].

Doğrusal elastik olmayan değerlendirme yöntemlerinin esası, yer değiştirme ve şekil değiştirme esaslı değerlendirmenin temel alındığı ve genel olarak malzeme ve geometri değişimleri bakımından doğrusal olmayan sistem hesabına dayanan yöntemlerde, belirli bir deprem etkisi için binadaki yer değiştirme istemine ulaşıldığında yapıdan beklenen performans hedefinin sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilmektedir [9].

Doğrusal elastik olmayan artımsal itme analizleri doğrusal elastik analizdeki belirsizlikler ile doğrusal olmayan dinamik analizin işlem karmaşıklığı ve uygulama zorlukları arasında bir geçiş niteliğindedir. Bu tez çalışmasında da büyük oranda değinilen artımsal eşdeğer deprem yükü yönteminde yapının doğrusal olmayan elastik ötesi performansının ve hasar sınırlarının belirlenebilmesi için adım adım artan yatay yüklemeler yapılmaktadır. Her adımda yatay yükler artarken aralarındaki oran sabit kalmaktadır. Böylece yapının mekanizma durumuna geline kadar olan taban kesme kuvvet ve tepe yer değiştirmesi arasındaki ilişki belirlenir. Bu bilgiler ışığında yapıyı limit durumuna getiren yük ve bu yük altında kesit hasar durumları ve yapı performans seviyesi belirlenir. Güçlendirilmesi gereken yapılara güçlendirme uygulanarak deprem performansı sağlanmaktadır.

2. BETONARME YAPILARDA PERFORMANS KAVRAMI

2.1 Giriş

Performans kavramı İnşaat Mühendisliği açısından yeni ve hızla gelişen kavramlardan biri olup, özellikle DBYHY 2007 bu kavram üzerinde yoğun olarak durulmuştur. Yapılarda performans kavramı, yapıların deprem etkilerine karşı davranışı olarak özetlenebilir. Bu kavram ilk olarak mevcut yapıların güçlendirilmesi amacı ile ortaya atılmış ve daha sonra geliştirilerek yeni yapılacak yapıların dizaynında da temel oluşturmaya başlamıştır.

Yönetmeliğimizde bina deprem hesabı yapılırken yapının elastik hareket yaparak bu sınırlarda deprem yüklerini karşıladığı belirtilmiştir. Deprem esnasında ortaya çıkan kuvvetler kat kütleleri ile orantılı olarak dağıtılıp yapının kesitlerinde oluşan hasarlar incelenmektedir. Bu yöntem küçük yer değiştirmeler yapan yapılarda efektif bir yöntem gibi görünmekle birlikte, büyük yatay yük oluşturacak yüksek şiddetteki depremler için binanın tam olarak performansını yansıtamamaktadır. Bu tip büyük yanal yük oluşturabilecek olaylarda yapı elemanları elastik sınırların ötesine geçip akma dayanımları ile yük kapasitelerini arttırmaktadırlar.

Yapıların bu tip elastik ötesi davranışlarındaki ek dayanımları Taşıyıcı sistem davranış katsayısı ve Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı ile göz önünde bulundurulsa da bu tip elastik yöntemlerle bina davranışı tam olarak yansıtılamadığından ekonomik olmayan aşırı güvenli yapılar ortaya çıkmaktadır.

Bu bağlamda performans dayalı tasarım yöntemleri ön plana çıkarak, deprem etkisi altında yapıdan beklenen performans seviyeleri belirlenir ve yapının deprem davranışı göz önüne alınır. Yapı elemanları kesitlerinde farklı hasar düzeyleri oluşabileceğinden eleman bazında farklı performans seviyeleri belirlenerek buradan da binanın depreme karşı nasıl davranış göstereceği bulunur.

Bu bölümde DBYBHY 2007'e göre bina yapısal elemanları için performans seviyelerinin ne olduğu ve nasıl belirleneceği hakkında bilgi verilip buradan yapının bütününe ait performans noktasının nasıl elde edileceği anlatılacaktır.

2.2 Binalardan Bilgi Toplanması

Mevcut binalarının güvenilirliğinin tespiti aşamasında bu yapılar ile ilgili yeterli düzeyde bilginin elde varolması çok önemlidir. Bilgilerin yetersiz olması durumunda yapılan performans analizlerinde yaklaşım oranı artacaktır. Bunun önüne geçilmesi için yapılar adına belirli bilgi düzeyleri tanımlanmamış ve her bilgi düzeyi için belirli katsayılar belirlenip eldeki bilgilerin ne oranda yeterli olduğunun performans seviyesi hesabına yansıtılması sağlanmıştır.

Yapı sistemlerine ait bilgilerin taşıyıcı sistem geometrisi, malzeme özellikleri, elemanların kesit özellikleri ve zemin özellikleri gibi bilgiler binaların proje ve raporlarından, binada yapılacak gözlem, ölçüm ve binadan alınacak malzeme örneklerine uygulanacak deneylerden elde edilebilir. Elde edilen bu bilgilerin yeterlilik durumuna göre yapılar Sınırlı Bilgi Düzeyi, Orta Bilgi Düzeyi ve Kapsamlı Bilgi Düzeyi olmak üzere üçe ayrılırlar.

Bu bilgi düzeylerinin performans hesaplarına etkimesi için kullanılan katsayılar Çizelge 2.1 de verilmiştir.

Çizelge 2.1 : X-X yönünde kiriş hasar durumları

Bilgi Düzeyi	Bilgi Düzeyi Katsayısı
Sınırlı	0,75
Orta	0,90
Kapsamlı	1,00

2.3 Yapı ve Yapı Elemanlarının Performans Seviyeleri

Binaların deprem performansı belirli bir deprem etkisi için binadaki yer değiştirme istemine ulaşıldığında yapıların istenilen hasar durumları arasında olup olmadığıdır. Yapılan lineer ve non-lineer analizler sonucunda öncelikle kesit hasar sınırları ve daha sonra bunlardan yola çıkılarak bina performans sınırının belirlenmesi ile yapı deprem davranışı ortaya koyulur.

Hedeflenen bina deprem performans seviyesi, öngörülen deprem sonucunda taşıyıcı elemanlardaki hasar dağılımı göz önünde bulundurularak saptanır. Beton ve donatı

çeliğinin birim şekil değiştirmeleri cinsinden talep edilen deprem istemleri, aşağıda tanımlanan birim şekil değiştirme değerleri ile karşılaştırılarak, kesit düzeyinde taşıyıcı sistem performansı belirlenecektir.

2.3.1 Kesit hasar sınırları

Plastik şekil değiştirmelerin meydana geldiği betonarme sünek taşıyıcı taşıyıcı sistem elemanlarında, çeşitli kesit hasar sınırları aşağıda tanımlanmıştır.

- Kesit Minimum Hasar Sınırı (MN): Performansı belirlenecek yapı elemanının elastik ötesi davranışının başladığı sınırı temsil eder.
- Kesit Güvenlik Sınırı (GV): İlgili kesiti elastik sınırı geçtikte sonra elastik olmayan davranışı ile kesit dayanımını sağlayabildiği noktayı ifade eder.
- Kesit Göçme Sınırı (GÇ): İlgili kesit için kesitin göçme öncesi davranışının sınırı tanımlanmaktadır.

Bu hasar sınırlarına ait beton basınç birim şekil değiştirme ve donatı birim uzama üst sınırları Çizelge 2.2 ile verilmiştir.

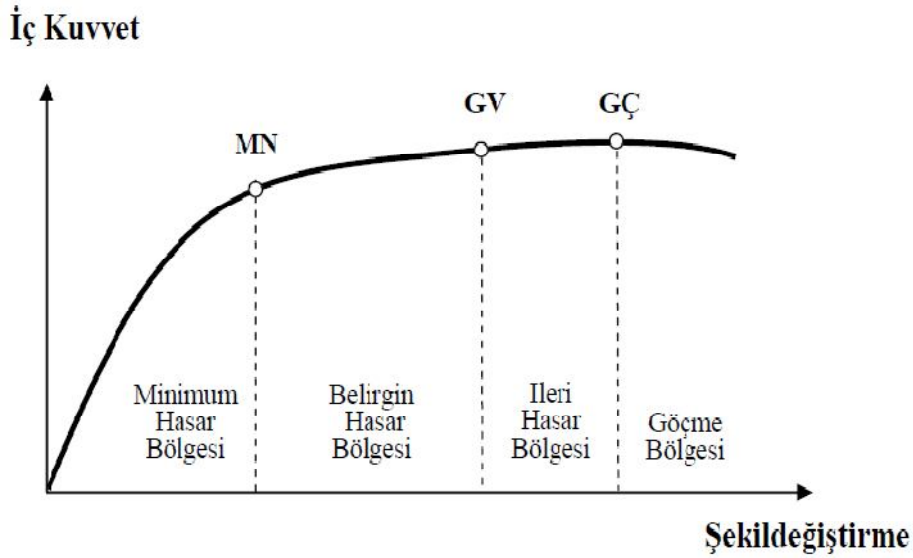
Çizelge 2.2 : Kesit şekil değiştirme üst sınırları

	(ϵ_{cg})	(ϵ_s)
Kesit Minimum Hasar Sınırı (MN):	0.0035	0.01
Kesit Güvenlik Sınırı (GV):	$(\epsilon_{cg})_{GV} = 0.0035 + 0.01 (\rho_s / \rho_{sm}) \leq 0.0135$	0.04
Kesit Göçme Sınırı (GÇ):	$(\epsilon_{cg})_{GC} = 0.004 + 0.014 (\rho_s / \rho_{sm}) \leq 0.018$	0.06

Burada göz önüne alınan enine donatıların özel deprem etriyeleri ve çirozları olarak düzenlenmiş olması zorunludur. Yukarıda belirtilen üst sınırlar incelendiğinde, hasar sınırının ilerlemesiyle donatıda daha büyük şekil değiştirmelere izin verildiği görülmektedir. Güvenlik sınırı ve göçme sınırı hesaplanırken (ρ_s / ρ_{sm}) değeri ile kesitte bulunan enine donatının etkisi ile yönetmelikte verilen olması gereken enine donatı ile karşılaştırılarak kesit üst sınırlarına etki ettirilir.

2.3.2 Kesit hasar bölgeleri

Kritik kesitlerinin hasarı 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' i aşan elemanlar ise Göçme Bölgesi'nde kabul edilirler. [6]



Şekil 2.1 : Betonarme elemanlardaki hasar bölgeleri

Kesitlerin analizler sonucu hesap edilen hasar durumları Bölüm 2.1 de açıklanan kesit hasar üst sınırları ile karşılaştırılarak kesitin hangi hasar bölgesinde bulunduğu tespit edilerek bina performans düzeyi tespitine geçilir.

2.4. Binaların Deprem Performans Seviyeleri

Yapılarda performans seviyesi yapılarda sismik hareketler sonucunda ölçülen hasarla belirlenmektedir. Öncelikli olarak bina elemanlarında ortaya çıkan kesitler incelenerek ortaya çıkan hasar durumlarına göre yapılar aşağıda belirtilen dört ana performans düzeyinden birine girerler.

2.4.1. Hemen kullanım performans düzeyi

Meydana gelmesi tasarlanan deprem sonrasında yapı elemanlarının hasar düzeyleri kabul edilebilir seviyelerde minimuma yakın düzeyde olmalıdır. Yapıda kalıcı olarak bir hasar meydana gelmemiş olsa bile bazı kesitler akma sınırına geçmiş olabilir. Yapıların hemen kullanım düzeyi performans seviyesi aralığında kabul edilebilmeleri için aşağıdaki şartları sağlamalıdır;

- Herhangi bir katta, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda kirişlerin en fazla %10'u belirgin hasar bölgesine geçebilir, ancak diğer taşıyıcı elemanlarının tümü minimum hasar bölgesindedir. [6]
- Gevrek olarak hasar gören yapı elemanları güçlendirilmelidirler.

2.4.2. Can güvenliği performans düzeyi

Meydana gelmesi tasarlanan deprem sonrasında yapı elemanlarının tümü olmamak kaydı ile bir kısmı hasar sınırına gelebilir ama yapı hem sistem hem de eleman bazında yatay ve düşey rijitliklerini korur. Meydana gelen deprem kuvvetlerinin tamamı bu elemanlar tarafından rahatlıkla taşınabilir durumdadır. Yapıda gözle görülmeyecek kadar küçük kalıcı ötelenmeler oluşabilir. İncelenen yapıların bu performans seviyesinde sayılabilmeleri için aşağıdaki özellikleri sağlamalıdır;

- Herhangi bir katta, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda kirişlerin en fazla %30'u ve kolonların bir kısmı ileri hasar bölgesine geçebilir. [6]
- İleri Hasar Bölgesi'ndeki kolonların, her bir katta kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine toplam katkısı %20'nin altında olmalıdır. [6]
- En üst katta İleri Hasar Bölgesi'ndeki kolonların, her bir katta kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetlerinin toplamına oranı en fazla %40 olabilir. [6]
- Herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden minimum hasar sınırı aşılmış olan kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetinin, o kattaki tüm kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranının %30'u aşmaması gerekir. [6]

2.4.3. Göçme öncesi performans düzeyi

Meydana gelmesi tasarlanan deprem sonrasında birçok yapı elemanında özellikle yatay elemanlarda ileri düzeyde hasara rastlamakla birlikte bu elemanların taşıma güçlerini de önemli ölçüde yitirdikleri gözlenir. Düşey elemanlarında bir kısmı zarar görmesine rağmen hala yükleri taşınması için yeterli dayanıma sahiptirler. Yapısal olmayan elemanlarda hasar görmekle birlikte yapıda kalıcı deformasyonlar oluşmuştur. Binanın bu performans düzeyinde olduğu görülürse yapının can güvenliği açısından yetersiz olduğu ve güçlendirilmesi gerektiği anlaşılır. Yapıların

bu performans seviyesinde sayılabilmesi için aşağıdaki şartları sağlaması gerekmektedir;

- Eğer varsa, gevrek olarak hasar gören elemanların güçlendirilmeleri koşulu ile herhangi bir katta, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda kirişlerin en fazla %20'si göçme bölgesine geçebilir. Diğer taşıyıcı elemanların tümü minimum hasar bölgesi, belirgin hasar bölgesi veya ileri hasar bölgesindedir. [6]
- Herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden minimum hasar sınırı aşılmış olan kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetinin, o kattaki tüm kolonlar tarafından taşınan kat kesme kuvvetine oranının %30'u aşmaması gerekir. [6]

2.4.4. Göçme durumu

Meydana gelmesi öngörülen deprem sonrasında bina elemanlarının birçoğu göçme durumuna ulaşmıştır. Düşey elemanların bir bölümü göçmüş bir bölümü de ufakta olsa taşıyıcılığını sürdürebilir. Taşıyıcı olmayan elemanların büyük bölümü göçmüştür. Yapı tamamen göçmüş ve ya artçı sarsıntılarda yıkılma ihtimaline sahiptir. Bu binalar için güçlendirme düşünülse bile ekonomikliği iyi irdelenip güçlendirme işlemi yapılmalıdır. Çoğu zaman bu hasar durumundaki yapılarda güçlendirmede etkili bir çözüm yaratmaz çünkü yapı elemanlarında ciddi sınır oluşmuş ve yapıda büyük kalıcı yer değiştirmeler meydana gelmiştir. Yapılar kısacası;

- Bina Göçmenin Önlenmesi Durumu'nu sağlayamıyorsa Göçme Durumu'ndadır. [6]

2.5. Mevcut ve Yeni Yapılacak Binalarda Esas Alınan Deprem Hareketleri

Yapıların performans bazlı tasarımı, mevcut yapıların değerlendirmesinde ve güçlendirilmesinde 50 yıllık süreçler içerisinde aşılma olasılıkları farklı olan üç tip deprem modeli göz önünde bulundurulmaktadır. Çizelge 2.3 ile verilen bu üç farklı deprem tipini de dönüş periyotları da birbirlerinden farklı olup yarattıkları etkiler değişiktir.

Çizelge 2.3. Performans bazlı tasarımda deprem etkileri

Deprem Türü	50 Yılda Aşılma Olasılığı	Dönüş Periyodu	Etki Özellikleri
Servis Depremi	50%	72	Yarattığı etki tasarım depreminin yarısıdır.
Tasarım Depremi	10%	475	Deprem yönetmeliğinde esas alınan deprem türüdür.
En büyük Depremi	2%	2475	Yarattığı etki tasarım depreminin bir buçuk katıdır.

2.6.Yapılarda Deprem Tiplerine Göre Performans Hedefleri

Bölüm 2.5’de belirtildiği gibi oluşması beklenen farklı türlerde ve farklı etkilerde deprem türleri olduğundan dolayı yapıların bu deprem türlerindeki davranışları da farklı olacaktır. Örneğin aynı binanın çok büyük depremlere, tasarım depremiyle aynı şekilde tepki vermesi beklenemez. Bu yüzden yapılardan farklı deprem tiplerine göre farklı performans hedefleri beklenebilir. Mevcut ve güçlendirilecek binaların deprem performanslarının belirlenmesinde esas alınacak deprem düzeyleri ve bu deprem düzeylerinde binalar için öngörülen minimum performans hedefleri Çizelge 2.4’de verilmiştir.

Çizelge 2.4. Binalar için hedeflenen deprem performans hedefleri

Binanın Kullanım Amacı ve Türü	Depremin Aşılma Olasılığı		
	50 yılda %50	50 yılda %10	50 yılda %2
Deprem Sonrası Kullanımı Gereken Binalar: Hastaneler, sağlık tesisleri, itfaiye binaları, haberleşme ve enerji tesisleri, ulaşım istasyonları, vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim 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	-

3. DOĞRUSAL ELASTİK OLMAYAN ANALİZ YÖNTEMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

3.1 Giriş

Ülkemizde son yıllarda meydana gelen büyük depremler sonucunda yaşanan can ve mal kayıpları gerek manevi gerekse de ekonomik olarak kamuoyunu etkilemiştir. Bu aşamada binaların deprem performanslarının doğru çözümlenmesi önem kazanmaktadır.

Bu bölümde yapıların performanslarının belirlenmesinde kullanılan doğrusal olmayan analiz yöntemlerinin yapıları hakkında bilgi verilecek olup, DBYBHY 2007 de verilen aşağıdaki üç analiz yönteminden

- Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi
- Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi
- Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemi

özellikle tezin sayısal kısmında kullanılan Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi hakkında detaylı bir bilgi verilecek olup, diğer yöntemlere de detaylı olmayacak şekilde değinilecektir.

Bu yöntemlerin uygulanmasında yapılar belli noktalara kadar zorlanıp kendi talep noktaları bulunup, bu talep noktasına kadar zorlanırlar. Bunun sonucunda oluşan kesit tesirleri sınır değerlerle karşılaştırılarak öncelikle kesit performans düzeyleri, bunlardan yararlanılarak da yapının deprem performans düzeyi bulunur.

3.2 Doğrusal Elastik Olmayan Analiz Yöntemleri

3.2.1 Artımsal eşdeğer deprem yüğü yöntemi

Doğrusal olmayan artımsal itme analizi, yapı doğrusal olmayan deformasyon yeteneklerini belirlemek ve bu doğrultuda kesitlerde oluşan hasar durumunu ve yapı durumu belirlemek üzere yapılan artımsal itme analizleridir. Yapıya uygulanan yatay

yükler aralarındaki ora sabit kalmak koşulu ile arttırılırken kesitlerin durumları ve onlarda oluşan plastikleşme durumları incelenir. Yapı yatay yükleri belirli aralıklarla arttırılarak yapının daha fazla yük taşıyamayacağı (Limit Yük) sınırına gelir ve bu durumda yapı performans noktası belirlenir. Bu analizi, uygulanırken sık sık karşılaşılabilecek kapasite, talep ve performans terimleri ile açıklamalar aşağıda verilmiştir.

- **Kapasite:** Mevcut bir binanın kapasitesi, taşıyıcı sistem elemanlarının geometrik ve mekanik özelliklerine bağlı olarak, binaya etkimesi muhtemel yatay ve düşey yükler altında, yönetmelikte belirtilen kurallar kapsamında hesaplanabilen dayanım ve deformasyon yeteneğidir. Bu yeteneğin sınırı yapısal stabilitenin bozulduğu veya önceden belirlenen bir deplasman limitine ulaşıldığı andır. Elastik sınırlara kadar olan kapasiteyi belirlemek için doğrusal analiz yöntemleri yeterli görülebilir. Fakat elastik ötesi kapasiteyi belirlemek için doğrusal elastik olmayan analizlere ihtiyaç duyulur. Yapılacak itme analizinin sonucunda tepe yer değiştirmesi ve taban kesme kuvveti dikkate alınarak çizilen kapasite eğrisi ortaya çıkar.
- **Talep:** Göz önüne alınan deprem etkisinde binada ortaya çıkacak kesit etkileri, şekil değiştirme ve yer değiştirme değerleridir.
- **Performans:** Belirli bir deprem etkisi altında bir binada oluşabilecek hasarların düzeyi ve dağılımına bağlı olarak belirlenen yapı güvenliği durumudur. Kapasitenin talebi karşılama durumu olarak düşünülebilir. Kapasite eğrisi ve talep deplasman bulunduktan sonra performans kontrolü yapılır.

3.2.1.1 Artımsal itme analizi uygulanabilirlik koşulları

Bu yöntem birinci modun etkili olduğu, bina burulma düzensizliği etkilerinin belli değerlerin altında olduğu düşük katlı yapılarda doğru yaklaşımlar sağlamaktadır. Bu analizin yapılabilmesi için yapının sağlaması gereken koşullar aşağıda verilmiştir

- Bina toplam kat sayısı bodrum katlar hariç olmak üzere 8'den fazla olamaz.
- Analizi yapılacak binadaki herhangi bir katta ek dışmerkezlik göz önüne alınmaksızın doğrusal elastik davranışa göre hesaplanan burulma düzensizliği katsayısı $\eta_{bi} < 1.4$ olmalıdır.

- Deprem doğrultusundaki birinci titreşim moduna ait ekin kütle oranı minimum 0.7 olmalıdır.

3.2.1.2 Artımsal itme analizinde kullanılan kabuller

Bu analiz uygulanırken aşağıda belirtilen kabullerden yola çıkılarak analiz yapılmaktadır.

- Malzeme bakımından doğrusal olmayan davranışın idealleştirilebilmesi için, yığılı plastik davranış modeli esas alınmıştır. Basit eğilme durumunda plastik mafsalsal hipotezine karşı gelen bu modelde, çubuk eleman olarak idealleştirilen kiriş, kolon ve perde türü taşıyıcı sistem elemanlarındaki iç kuvvetlerin plastik kapasitelerine eriştiği sonlu uzunluktaki bölgeler boyunca, plastik şekil değiştirmelerin düzgün yayılı biçimde olduğu varsayılmaktadır. [6]
- Plastik mafsalsal boyu olarak adlandırılan plastik şekil değiştirme bölgesinin uzunluğu (L_p), çalışan doğrultudaki kesit boyutu (h)' nin yarısına eşit alınır.

$$L_p = 0.5 h \quad (3.1)$$

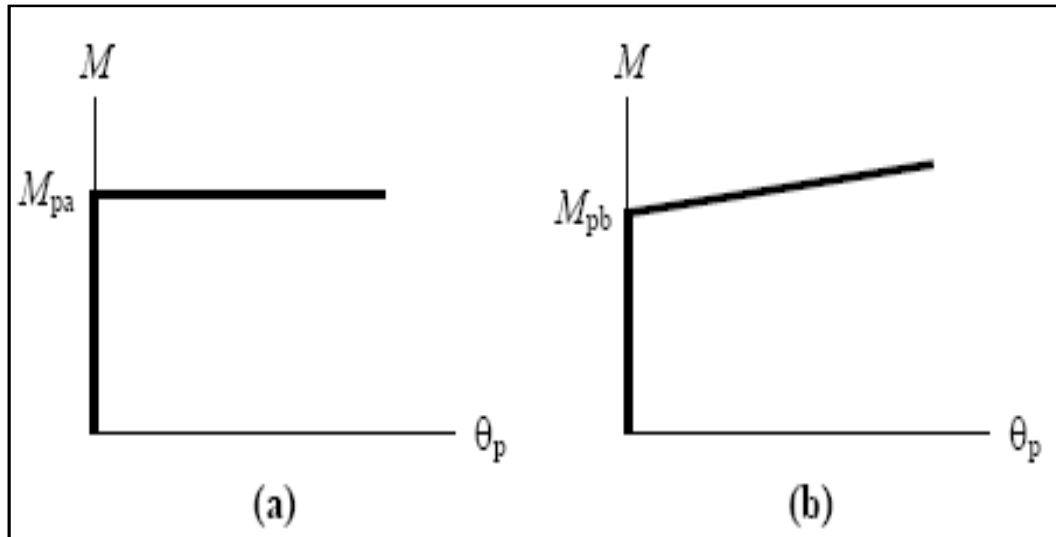
- Plastik mafsalların, deprem etkisinde en çok zorlanan kolon ve kirişlerin uçlarına, perdelerde ise her katta kat seviyesinde oluşabileceği kabul edilir. Betonarme perdelerde, plastik kesitlerin her katta perde kesiminin alt ucuna konulmasına izin verilebilir. U, T, L veya kutu kesitli perdeler, bütün kolları birlikte çalışan tek perde olarak idealleştirilmelidir. [6] Binaların bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunması durumunda, bu perdelerden üst katlara doğru devam eden perdelerin plastik kesitleri bodrum üstünden başlamak üzere konulmalıdır. [6]
- Betonarme elemanların deprem esnasındaki gerçek davranışının yansıtılması için kesitlerin çatlamış kesit rijitlikleri kullanılır. Çatlamış kesit rijitlikleri
Kirişlerde, $(EI)_e = 0.40 (EI)_o$
Kolon ve perdelerde, $N_D / (A_c \cdot f_{cm}) \leq 0.10$ durumunda: $(EI)_e = 0.40 (EI)_o$
 $N_D / (A_c \cdot f_{cm}) \geq 0.40$ durumunda: $(EI)_e = 0.80 (EI)_o$
şeklinde bulunur.
- Tablalı kiriş kesitlerde tabladaki beton ve donatının kesit kapasitesine katkısının olduğu kabul edilir. [6]

Bir veya iki eksenli eğilme ve eksenel kuvvet etkisindeki betonarme kesitlerin etkileşim diyagramlarının tanımlanması aşağıda verilen ilkelere göre yapılır:

- Yapılan analizlerde beton ve donatı çeliğinin bilgi düzeyine göre belirlenen mevcut dayanımları esas alınır.
- Betonun maksimum basınç birim ekil değiştirmesi 0.003, donatı çeliğinin maksimum birim ekil değiştirmesi ise 0.01 alınabilir. [6]

İtme analizinde kullanılacak kesitlerin iç kuvvet - plastik ekil değiştirme bağıntıları, aşağıdaki idealleştirmeler yapılabilir:

- İç kuvvet-plastik ekil değiştirme bağıntılarında pekleşme etkisi (plastik dönme artışına bağlı olarak plastik momentin artışı) yaklaşık olarak terk edilebilir, ekil 3.1a. 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 ekil değiştirme vektörünün akma yüzeyine yaklaşık olarak dik olması koşulu göz önüne alınır. [6]
- Pekleşme etkisinin göz önüne alınması durumunda (ekil 3.1b), bir veya iki eksenli eğilme ve eksenel kuvvet etkisindeki kesitlerde plastikleşmeyi izleyen itme adımlarında iç kuvvetlerin ve plastik ekil değiştirme vektörünün sağlaması gereken koşullar, ilgili literatürden alınan uygun bir pekleşme modeline göre tanımlanır. [6]



Şekil 3.1 : Moment – Plastik Dönme Bağıntıları

3.2.1.3 Artımsal eşdeğer deprem yükü ile statik itme eğrisinin bulunması adımları

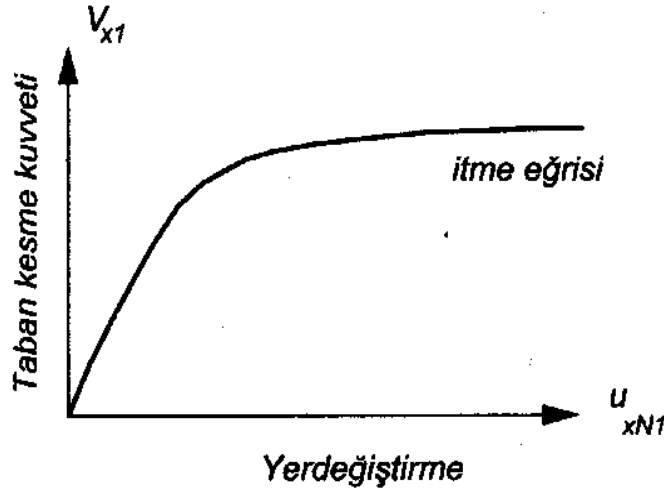
Artımsal Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile yapıların performansının belirlenmesi kapasite eğrisinin bulunması, deprem talep eğrisinin belirlenmesi, bu iki eğrinin kesiştirilmesi ile bina performans noktasının bulunması ve bu performans noktasında yapının taşıyıcı sistem kesitlerinde iç kuvvet şekil değiştirme bağıntıları incelenip bunların varolan sınır değerle karşılaştırılıp kesitleri ve yapının performans seviyesinin bulunması olmak üzere dört ana bölümde incelenebilir.

Bu ana adımlara geçilmeden bina sistem modelinin oluşturulması için aşağıdaki adımlar izlenir;

- a) Öncelikli olarak analizi yapılacak binanın bu analiz yöntemine uygunluğu Bölüm 3.2.1.1 de belirtilen şartlar üzerinden kontrol edilir.
- b) Analizde elemanların etkin eğilme rijitliği kullanılacağından, kolon ve perdedeki normal kuvvet değerlerinin belirlenmesi amacıyla, çatlamamış kesitlerin kullanıldığı model üzerinde deprem hesabında kullanılacak kütlelerle uyumlu düşey yükler altında analiz yapılarak düşey taşıyıcı elemanların normal kuvvet değerleri hesaplanır. Hesaplanan normal kuvvet seviyesine göre düşey taşıyıcıların etkin eğilme rijitliği belirlenir.
- c)Bina taşıyıcı sistem modeli oluşturularak yapıda var olan hareketli ve ölü yükler sisteme analiz yükü olarak girilmelidir. Yapıya etkiyen yatay yükler kat kütle merkezlerine etkiletip, yapının döşemelerine rijit diyafram tanımı yapılır.
- d) Plastik mafsall oluşması beklenen potansiyel kesitlere plastik mafsall atanır. Kolon ve perdeler kendi donatı eğrilik davranışını temsil eden PMM(P-M2-M3) kirişlere de M3 mafsall tipi atanır.
- e) Artımsal itme analizinden önce, kütlelerle uyumlu düşey yüklerin göz önüne alındığı bir doğrusal olmayan statik analiz yapılır. Bu analizin sonuçları, artımsal itme analizinin başlangıç koşulları olarak dikkate alınır. Konut tarzı yapılarda $G+0.3Q$ yükleme uygundur.
- f) İtme analizi tahmini bir deplasman değeri için uygulanır. Bu değeri için bina yüksekliğinin % 2 ~ 4 mertebesi olasıdır. Tahmini hedef deplasman değeri normalin

çok üstünde olursa, sistem bu deplasman sınırına ulaşamayacağından analiz tamamlanamaz.

g) İtme analizi sonucunda, taşıyıcı sisteme birinci (hakim) titreşim modu ve kat kütleleri ile orantılı uygulanan yatay yük etkisi altındaki, statik itme eğrisi elde edilir.



Şekil 3.2 : Statik itme eğrisi

3.2.1.4 Modal kapasite eğrisinin elde edilmesi

Statik itme eğrisi sistemin doğrusal olmayan davranışıyla karşılaşmış olduğu taban kuvveti ve tepe yer değiştirmesi hakkında bilgi verir. Bu diyagramın oluşturulma aşamasında plastik mafsall oluşma sırası ve plastik mafsall yükleri hakkındaki bilgiler elde edilir.

Yapının hedef deplasman noktasının bulunabilmesi için statik itme eğrisinin sistemin talep eğrisiyle üst üste çakıştırılması gerekir. Bu çakışmanın sağlanması için eksen uyumsuzluğu problemini gidermek üzere statik itme eğrisinin bir dizi dönüşümle modal yer değiştirme eğrisine çevrilmesi gerekir. Bu nedenle statik itme eğrisindeki taban kesme kuvveti (V_{x1}), modal ivmeye (α_1) ve en üst katın yer değiştirmesi (u_{N1}), modal yer değiştirmeye (d_1) dönüştürülürülerek eksen uyumsuzluğu probleme ortadan kaldırılır.

Bu dönüşüm yapılırken öncelikli olarak (3.2) ve (3.3) formülleri kullanılarak birinci doğal titreşim moduna ait modal katılım çarpanı Γ_1 ve birinci modal kütle M_1 bulunur. Bu iki değer kullanılarak (3.4) ve (3.5) formülleri yardımı ile yapı taban kesme kuvveti modal ivmeye, tepe yerdeğiştirmesi de modal yedeğiştirmeye çevrilip eksen uyumsuzluğu giderilir.

$$\Gamma_{x1} = \left[\frac{\sum_{i=1}^N (m_i \phi_{i1})}{\sum_{i=1}^N (m_i \phi_{i1}^2)} \right] \quad (3.2)$$

$$M_1 = \left[\frac{\left(\sum_{i=1}^N (m_i \phi_{i1}) \right)^2}{\sum_{i=1}^N (m_i \phi_{i1}^2)} \right] \quad (3.3)$$

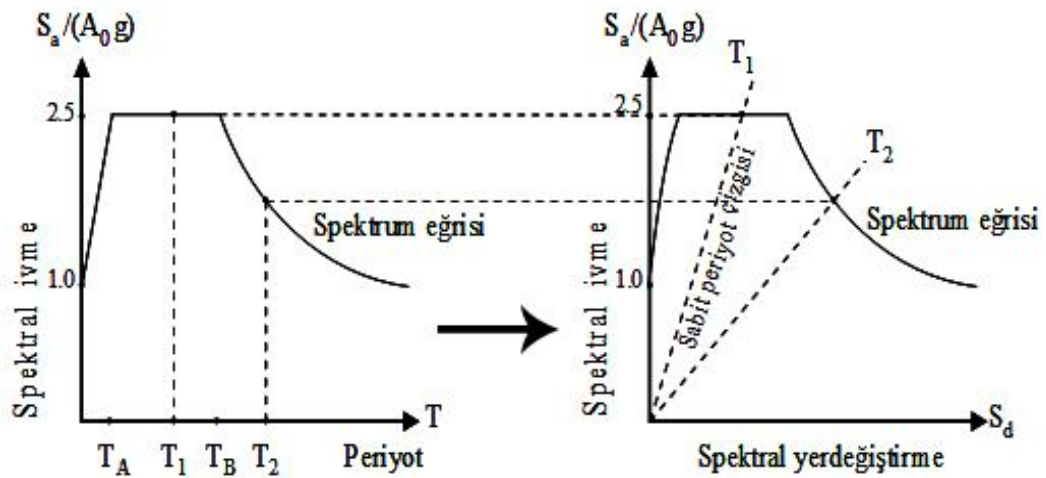
$$a_1^{(i)} = \frac{V_b}{M_1} \quad (3.4)$$

$$d_1^{(i)} = \frac{u_{xN1}^{(i)}}{\Gamma_{x1} \phi_{xN1}} \quad (3.5)$$

3.2.1.5 Deprem talep eğrisi eksen değişimi

Elde edilen modal kapasite eğrisinin bulunması için uygulanan eksen dönüşümünün bir benzeride deprem talep eğrisine uygulanır. Denklem (3.6) kullanılarak deprem talep eğrisine Şekil 3.3 te gösterilen eksen dönüşümü uygulanır. Bu dönüşümle birlikte modal kapasite eğrisi ile deprem talep eğrisi aynı eksen takımına taşınır.

$$d_1^{(i)} = \alpha_1^{(i)} \left(\frac{T}{2\pi} \right)^2 \quad (3.6)$$

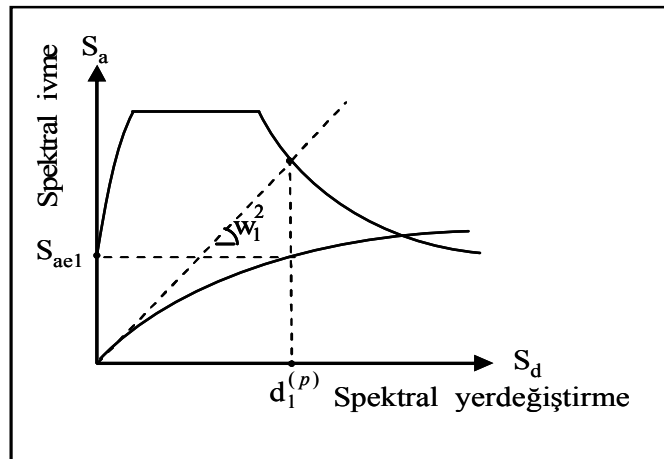


Şekil 3.3 : Deprem talep eğrisi eksen değişimi

3.2.1.6 Modal kapasite eğrisi ile deprem talep eğrisinin kesiştirilmesi

Modal Kapasite ve Deprem talep eğrilerinin kesiştirilmesi ile depremin talebine sistemin verdiği cevap yani karşı gelen denge durumu bulunur. Depremin talebi elastik spektrum eğrisi ile tanımlanmıştır. Buna karşılık sistemin kapasitesi doğrusal olmayan davranışla elde edilmiştir. Bu durumda, depremin elastik talep eğrisi, sistemin doğrusal olmayan davranışı göz önüne alınarak azaltılır ve kesişme noktası bulunur. Ancak, bu azaltma sistemin doğrusal olmayan davranışına bağlı olur. Büyük elasto-plastik yer değiştirmeler daha büyük sönüme sebep olacağı için elastik spektrum eğrisinin azaltılması da daha büyük olur. Ancak talep eğrisinin bu tür azaltılması değişik parametreler bağlı olduğu için bağlı olduğu için seçilecek basit bir azaltma katsayısı ile bu işin yapılması kolay olmaz. ABYBHY 2007, kapasite eğrisinin talep eğrisi gibi elastik duruma çevrilmesi ile dönüşümün yapılmasını önerir. Bu işlem kapasite eğrisinin başlangıç teğetinin çizilmesiyle kolayca yapılabilir [2].

Çizilen teğetle elastik talep (spektrum) eğrisinin kesimi ile hem göz önüne alınan depremin talebi ve hem de sistemin ona verdiği yatay yer değiştirme elde edilir. Ancak, her iki eğri de elastik tabanlı olduğu için bulunan nokta da sistemin elastik olmasına karşı gelir. Eşit yer değiştirme kuralı kullanılarak elastik sistem için elde edilen $d_{\max}^e$ elastik yer değiştirmeden, $d_{\max}^{ep}$ elasto-plastik olana geçilir (Şekil 3.4). Buna göre periyodu büyük olan yapılarda elastik ve elasto-plastik yer değiştirmelerin yaklaşık olarak eşit olduğu kabul edilirken, periyodu küçük olan yapılarda elasto-plastik yer değiştirme elastik yer değiştirmenin C_{R1} spektral yer değiştirme oranı ile büyütülmesi ile elde edilir [2].



Şekil 3.4 : Deprem talep eğrisi ile modal kapasite eğrisinin birlikte gösterimi

3.2.1.7 Doğrusal ve doğrusal olmayan spektral yer değiştirme

Doğrusal elastik olmayan (nonlinear) spektral yer değiştirme, S_{di1} , itme analizinin ilk adımında, doğrusal elastik davranış esas alınarak hesaplanan birinci (hakim) moda ait $T_1^{(1)}$ başlangıç periyoduna karşı gelen doğrusal elastik (linear) spektral yer değiştirme S_{de1} 'e bağlı olarak denklem (3.7) ile elde edilir [6].

$$S_{di1} = C_{R1} S_{de1} \quad (3.7)$$

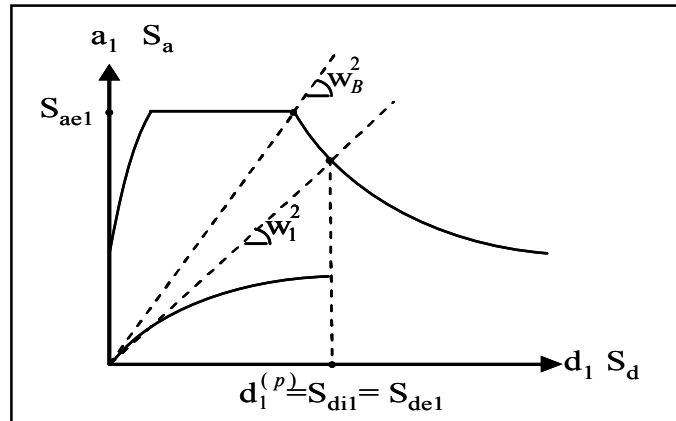
Doğrusal elastik (linear) spektral yer değiştirme S_{de1} , itme analizinin ilk adımında birinci moda ait elastik spektral ivme S_{ae1} 'den denklem (3.8) ile hesaplanır [6].

$$S_{de1} = \frac{S_{ae1}}{(\omega_1^{(1)})^2} \quad (3.8)$$

3.2.1.8 Spektral yer değiştirme oranı

Denklem (3.7) de yer alan spektral yer değiştirme oranı C_{R1} , başlangıç periyodu olan $T_1^{(1)}$ in $(T_1^{(1)} = 2\pi / \omega_1^{(1)})$ değerine bağlı olarak aşağıda anlatılan biçimlerde ifade edilebilir [6].

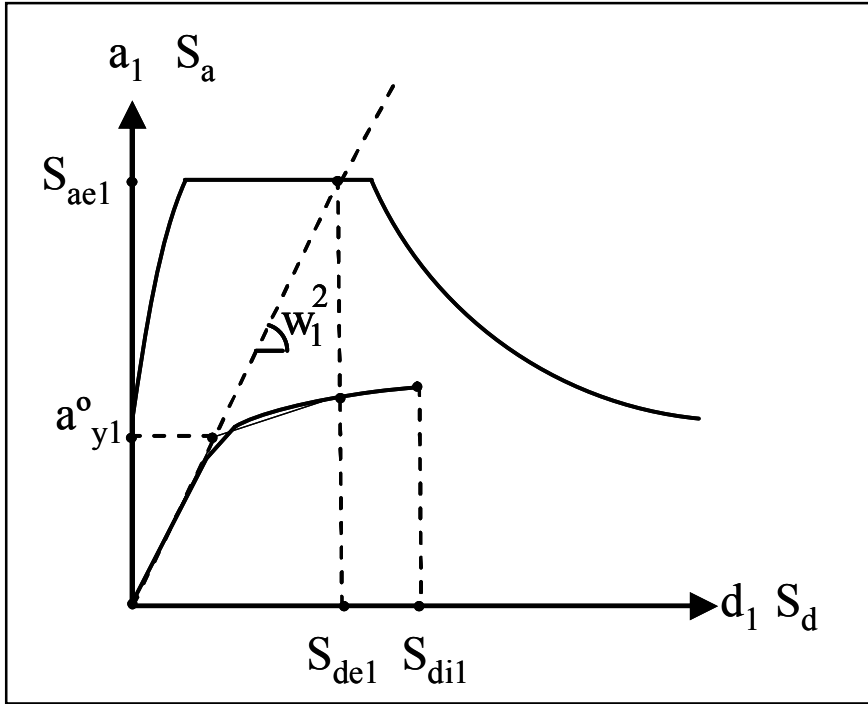
$T_1^{(1)}$ başlangıç periyodunun, tasarım depremi ivme spektrumundaki karakteristik periyot T_B 'ye eşit veya daha uzun olması durumunda $(T_1^{(1)} \geq T_B$ veya $(\omega_1^{(1)})^2 \leq \omega_B^2$), doğrusal elastik olmayan (nonlinear) spektral yer değiştirme S_{di1} , eşit yer değiştirme kuralı uyarınca doğal periyodu yine $T_1^{(1)}$ olan eşlenik doğrusal elastik sistem'e ait lineer elastik spektral yer değiştirme S_{de1} 'e eşit alınacaktır. Buna göre denklem (3.7) deki spektral yer değiştirme oranı $C_{R1} = 1$ alınır [6].



Şekil 3.5 : $T_1^{(1)} \geq T_B$ için elastik spektrum ile kapasite eğrisinin kesiştirilmesi

$T_1^{(1)}$ başlangıç periyodunun, tasarım depremi ivme spektrumundaki karakteristik periyot T_B' den daha kısa olması durumunda ($T_1^{(1)} < T_B$ veya $(\omega_1^{(1)})^2 > \omega_B^2$) ise, spektral yer değiştirme oranı C_{R1} aşağıdaki şekilde hesaplanır [6].

a. İtme analizi sonucunda elde edilen modal kapasite diyagramı, Şekil 3.6 ile 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 öz değere, $(w_1^{(1)})^2$, eşit alınır ($T_1^{(1)} = 2\pi / w_1^{(1)}$).



Şekil 3.6: Modal kapasite diyagramı bilineer gösterimi

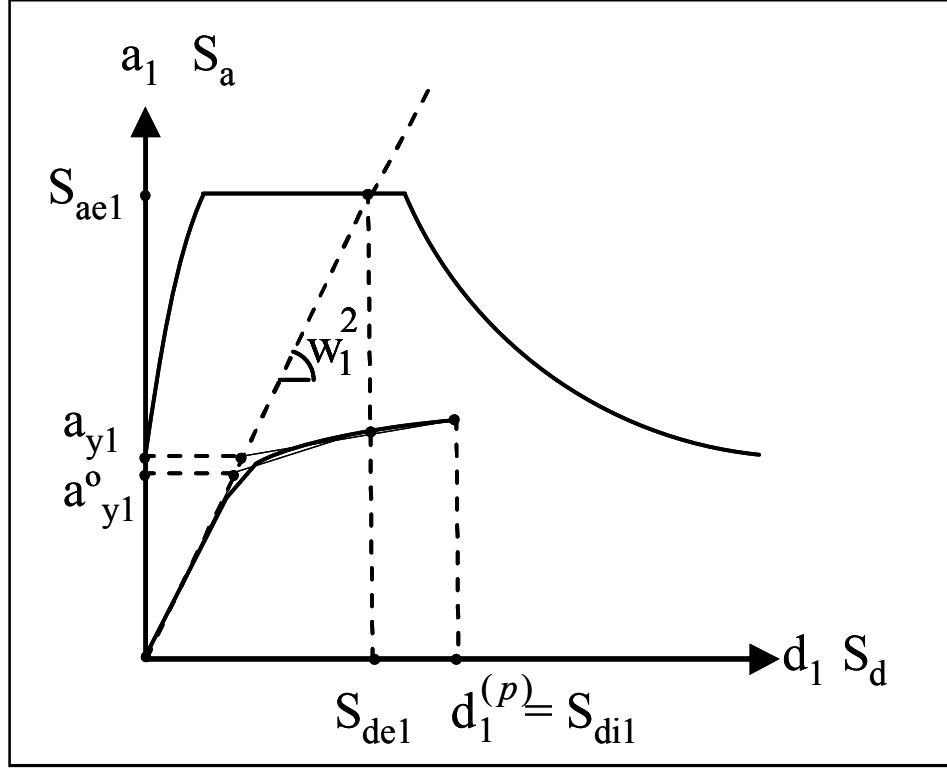
b. Ardışık yaklaşımın ilk adımında $C_{R1} = 1$ kabulü yapılarak eşdeğer akma noktasının koordinatları eşit alanlar kuralı ile belirlenir. Şekil 3.12 de görülen a_{y1}^0 esas alınarak C_{R1} aşağıdaki denklem (3.9) ile şekildeki gibi tanımlanır [6].

$$C_{R1} = \frac{1 + (R_{y1} - 1)T_B / T_1^{(1)}}{R_{y1}} \geq 1 \quad (3.9)$$

Bu bağıntıda R_{y1} birinci moda ait dayanım azaltma katsayısını göstermektedir. R_{y1} aşağıdaki denklem (3.10) ile şekildeki gibi tanımlanır [6].

$$R_{y1} = \frac{S_{ae1}}{a_{y1}} \quad (3.10)$$

Denklem 3.9 de bulunan C_{R1} kullanılarak denklem 3.10 e göre hesaplanan S_{di1} esas alınarak eşdeğer akma noktasının koordinatları, Şekil 3.7 ile gösterildiği üzere, eşit alanlar kuralı ile yeniden belirlenir ve bunlara göre a_{y1} , R_{y1} ve C_{R1} tekrar hesaplanır. Ardışık iki adımda elde edilen sonuçların kabul edilebilir ölçüde birbirlerine yaklaştıkları adımda ardışık yaklaşıma son verilir [6].



Şekil 3.7 : $T_1^{(1)} \leq T_B$ için elastik spektrum ile kapasite eğrisinin kesiştirilmesi

Modal kapasite eğrisi ile deprem talep eğrisinin birleştirilmesi ile ortaya çıkan değerler kullanılarak yeni bir tepe noktası yer değiştirmesi istemi elde edilir. Analiz, ilk aşamalarda uygulanan itme analizinde talep edilen yer değiştirmeye ulaşamamışsa, tekrarlanır. Yeni tepe noktası yer değiştirmesine ulaşıldığı adımdaki değerler, performans değerlendirmesinde kullanılır.

3.2.1.9 Bina güvenlik seviyesinin belirlenmesi

Performans noktasının belirlenmesinden sonra, depremin talebine karşı sistemin elasto-plastik davranışla yapacağı yer değiştirme, plastik mafsalları yerleri, θ_p plastik mafsalları dönmeleri ve dolayısıyla Φ_p plastik eğrilikler bulunur. Bu plastik eğriliklere kesitin plastikleşmeye erişinceye kadar yaptığı akma elastik eğriliği de eklenerek

denklem (3.11) ile Φ_t toplam eğriliği bulunabilir. Denklemdeki L_p plastik mafsal boyudur ve çalışan doğrultudaki kesit boyunun yarısı alınabilir.

$$\Phi_p = \theta_p / L_p \quad \Phi_t = \Phi_y + \Phi_p \quad (3.11)$$

Φ_y akma elastik eğriliğini hesaplamak için kesit moment-eğrilik ilişkilerine bakmak gerekir. Kiriş kesitleri için, hesaplanan tepe yer değiştirmesi istemine karşılık gelen itme adımındaki plastik dönme isteminin yönüne bağlı olarak moment-eğrilik ilişkisi elde edilir. Kolon kesitleri için, hesaplanan tepe yer değiştirmesi istemine karşılık gelen itme adımındaki eksenel kuvvetler altında moment-eğrilik ilişkisi bulunur. Kiriş ve kolon kesitleri için bulunan moment-eğrilik ilişkileri lineer iki doğru olarak idealize edilir ve her kesit için Φ_y akma elastik eğriliği değeri bulunur. Moment-eğrilik ilişkileri tanımlanırken DBYBHY 2007 Ek 4B. de yer alan sargılı ve sargısız beton modelleri ve donatı çeliği modeli hakkındaki kurallar dikkate alınmalıdır.

Kesitte bulunan normal kuvvet ve eğilme momenti belirli olduğuna göre bu değerler kullanılarak kesitteki şekil değiştirme durumu yani betonun en büyük kısılması ve donatının en büyük uzaması hesap edilebilir. Bu değerler bölüm 2.3.1. de anlatılan performans durumlarına ait sınır değerlerle karşılaştırılarak kesitin bulunduğu hasar durumu elde edilir. Sonra kesitten elemanlara ve sonra katlara geçilerek binanın performans durumu belirlenir. Bu performans seviyesi dikkate alınarak yapı güvenliği tespit edilmiş olur.

3.2.2 Artımsal mod birleştirme yöntemi ile itme analizi

Bu analiz yöntemi özellikle çok katlı binalar ile taşıcı sisteminde yatayda ve düşeyde düzensizlik bulunan binalarda sıklıkla uygulanaktadır. Bu tip sistemlerde birinci modal kütlenin sistem davranışına yeteri kadar etkisi bulunmadığından bu analiz yöntemi tercih edilir.

Yöntemin uygulanması taşıyıcı sistemin davranışını temsil eden yeteri sayıda doğal titreşim mod şekli ve kat kütlesi ile orantılı olacak şekilde monotonik olarak adım adım arttırılan ve birbirleri ile uygun biçimde ölçeklendirilen modal yerdeğiştirmeler ve ya onlarla uyumlu modal deprem yükleri esas alınarak yapılır. [2].

3.2.3 Zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap yöntemi

Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Hesap Yönteminde de tıpkı diğer iki yöntemde olduğu gibi sistemdeki doğrusal olmayan davranış gözönüne alınarak sistemin hareket denklemi öngörülen deprem için çözümlenmektedir. Doğrusal davranışta olduğu gibi yapının elemanlarının elastik ve plastik şekil değiştirmeleri, yerdeğiştirmeleri ve kesit iç etkileri zaman bağılı olarak bulunur. Plastik mafsallık kapasiteleri ve beton ile donatının uzama ve kısalma talepleri belirlenir. Bu analiz yönteminin çözümü diğer yöntemlere nazaran daha kapsamlı olmasından sonuçların yorumlanmasına dikkat edilmelidir. Analiz için kullanılan deprem kaydının yönetmelikle uyuşması ve olabildiğince çok kayıt için analizin çözümünün yapılması yöntemin doğruluğu için önemlidir.

4. ÇOK KATLI BETONARME YAPININ ARTIMSAL EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ YÖNTEMİYLE DOĞRUSAL OLMAYAN ANALİZİ

4.1. Giriş

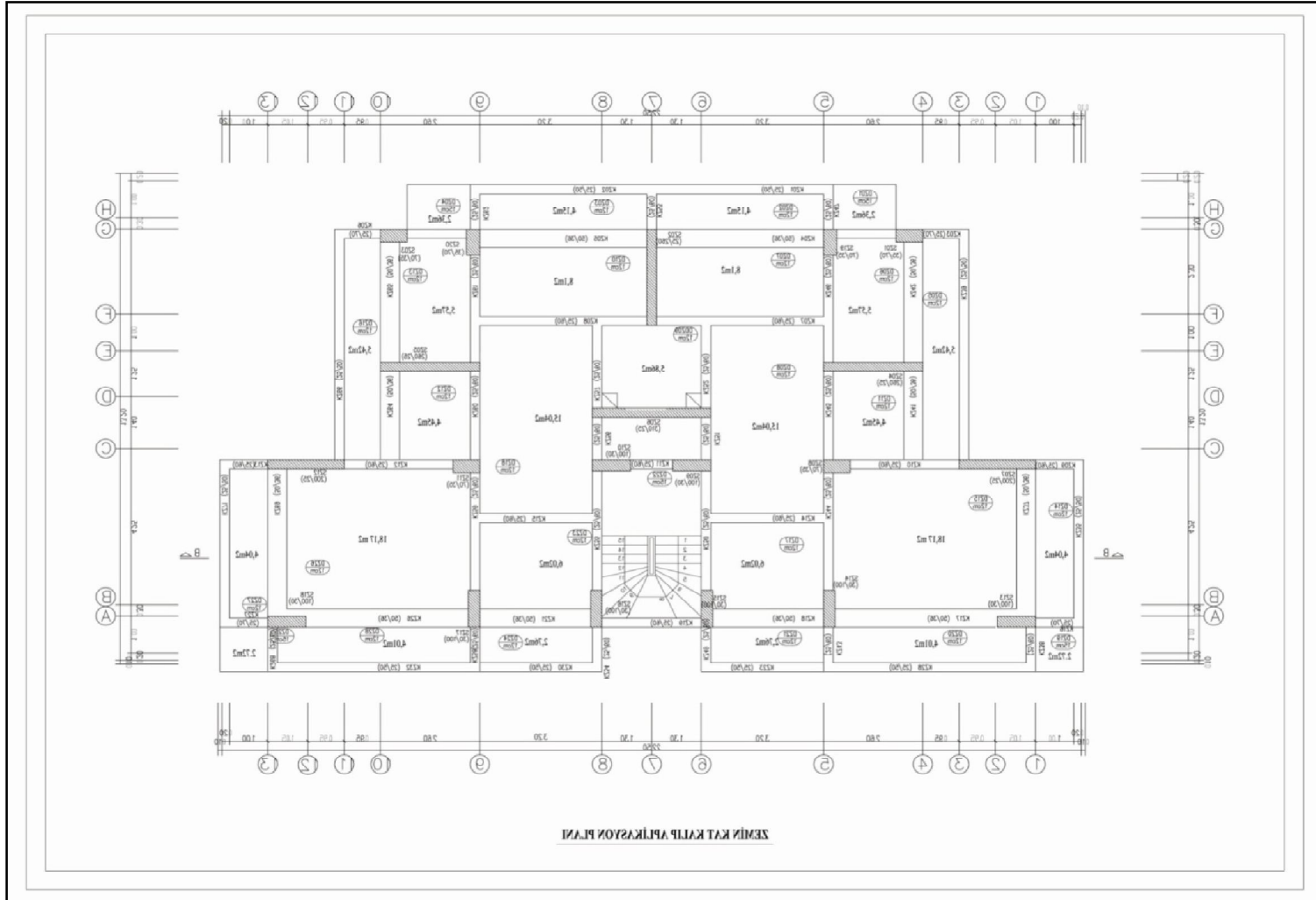
Bu bölümde daha önceden inşa edilmiş çok katlı betonarme bir yapının bilgisayar ortamında modellenmesi yardımıyla, deprem yönetmeliğinde geçen artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemiyle doğrusal olmayan analizi yapılmış ve elde edilen sonuçlardan yararlanarak gerek kesit gerekse de bina bazında performans seviyeleri belirlenmiştir. Binanın sayısal modelinin oluşturulmasında SAP 2000 V11.00 ve sonuçların değerlendirilmesi kısmında da XTRACT V2.6.2. kesit analizi programlarından faydalanılmıştır.

4.2. Analizi Yapılan Binanın Özellikleri

4.2.1. Yapı genel özellikleri ve kat planları

İncelemesi yapılan bina daha önceden inşa edilmiş olup, zemin kat ve altı normal kat olmak üzere toplam da yedi kattan oluşmaktadır. Kat planlarına bakıldığında yapı taşıyıcı sistem elemanları x yönünde simetrik olarak yerleşmiş durumdadır. Bina düşey taşıyıcı olarak çerçeve ve perdelerden bir araya gelmiş olup, yatayda kirişli döşeme sistemine sahiptir. Binanın genel özellikleri aşağıda yer almaktadır;

- Binanın bulunduğu il : İSTANBUL
- Bina kat sayısı : Zemin Kat + 6 Normal Kat
- Kat Yükseklikleri : 3m
- Deprem Bölgesi : I. Derece deprem bölgesi
- Etkin yer ivme katsayısı : $A_0 = 0.4$
- Zemin sınıfı : Z2
- Zemin spektrum karakteristik periyotları : $T_a = 0.15$, $T_b = 0.40$
- Yapı önem katsayısı : $I = 1$ (Konut)
- Taşıyıcı sistem davranış katsayısı : $R = 7$ (Süneklik düzeyi yüksek perde çerçevesistem)



Şekil 4.1: Zemin kat kalıp planı

4.2.2. Malzeme özellikleri

Binada beton basınç dayanımı 20 N/mm^2 olan C20 sınıfı beton kullanılmıştır. Kullanılan donatı çeliği ise S420'dir. Bu malzemelere ait hesap boyunca kullanılan bazı özellikler aşağıda yer almaktadır;

- Çeliğin maksimum birim uzaması $\epsilon_{su} = 0.1$
- Çelik sınıfı : S420 ($f_y = 420000 \text{ kN/m}^2$)
- Betonun birim kısalması $\epsilon_{cu} = 0.004$

4.2.3. Kolon, perde, kiriş ve döşeme özellikleri

Binada düşey taşıyıcı sistem elemanı olan kolon ve perde boyutları tüm katlarda sabit olarak devam etmektedir. Toplamda 4 farklı kolon ve 4 farklı perde tipi mevcut olup bu tiplere ait boyut ve donatı detayları ekler kısmında EK A, Şekil A.1.a ile verilmiştir. Yatay da taşıyıcı sistem kirişli döşeme sistemi olup odalarda döşemeler 12 cm normal döşeme olup, balkonlar da ve merdiven sahanlığında 15 cm' dir. Binada iki farklı kiriş tipi bulunmakta ve bu kirişler yapıdaki tüm katlar boyunca aynı olarak devam etmektedir. Kirişlere ait boyut, donatı özellikleri ekler kısmında EK A, Şekil A.1.b ile verilmiştir.

4.3. Bina Düşey Yüklerinin Hesaplanması

Bina yükleri hesaplanırken kolon ve kiriş ağırlıkları analiz programı tarafından eleman ağırlığı olarak hesaba katılmaktadır. Döşeme ve duvarların ağırlıkları da hesaplanıp programa manüel olarak tanıtılmıştır. Döşemelerin ağırlıkları hesaplanırken döşemeler üzerindeki sabit ve hareketli yükler, üçgen ve dikdörtgen yayılı yüklere çevrilerek kirişlere yüklenmiştir. Duvar yükleri de aynı şekilde kiriş altı yükseklik temel alınarak hesaplanıp çizgisel yük olarak kirişlere etkiletilmiştir. Kiriş ve duvar yüklerinde temel alınan ölü ve hareketli yük değerleri aşağıda verilmiş olup, kirişlere gelen yüklerin detaylı listesi de ekler bölümünde EK A, Çizelge A.1 ile verilmiştir.

12 cm. normal döşeme ağırlığı : 4.5 kN/m^2 (ölü yük), 2 kN/m^2 (hareketli yük)

15 cm döşeme ağırlığı (balkon-merdiven): 5.25 kN/m^2 (ölü yük), 5 kN/m^2 (hareketli)

Çatı döşeme ağırlığı : 5.5 kN/m^2 (ölü yük), 0.75 kN/m^2 (hareketli yük)

Duvar çizgisel yükü = 4.5 kN/ m (Çift Tuğla Duvar)

$$= 2.5 \text{ kN/m (Tek Tuğla Duvar)}$$

Bina kat ağırlıkları ve bina toplam ağırlığı yukarıda belirtilen özelliklerden yararlanarak toplam ölü yük ve hareketli yükler göz önünde bulundurularak bulunup Çizelge 4.1 ile verilmiştir belirtilmiştir;

$$\text{Yapı ağırlığı : } W = \sum_{i=1}^N w_i \quad (4.1.a)$$

$$\text{Kat ağırlıkları : } w_i = G_i + n Q_i \quad (4.1.b)$$

Formülleri yardımıyla hesaplanmıştır. Yukarıdaki formüllerde;

W : Toplam kat ağırlığı

w_i : i. Katın ağırlığı

G_i : i. Katın sabit yüklerinden oluşan ağırlık

Q_i : i. Katın hareketli yüklerinden oluşan ağırlık

n : Hareketli yük katılım katsayısı (Konutta n = 0.3)

Çizelge 4.1: Kat ağırlıkları

KATLAR	SABİT YÜK (G)(kN)	HAREKETLİ YÜK (Q)(kN)	KAT AĞIRLIKLARI (Wi) (kN)
7. Kat	3070.34	263.04	3149.25
6. Kat	3583.79	614.45	3768.12
5. Kat	3583.79	614.45	3768.12
4. Kat	3583.79	614.45	3768.12
3. Kat	3583.79	614.45	3768.12
2. Kat	3583.79	614.45	3768.12
1. Kat (Zemin)	4032.74	614.45	4217.07
Toplam Bina Ağırlığı			26206.9418

4.4. Artımsal İtme Analizinin Uygulanabilirlik Şartlarının İncelenmesi

Artımsal itme analizinin uygulanması için bölüm 3.3 de anlatılan üç ön koşul şartı aşağıda incelenmiştir.

- Bina kat sayısı = 7 < 8 olduğundan bir problem teşkil etmemektedir.
- Birinci hakim modun kütle katılım oranı ;

X yönünde $\beta_x = 0.705 \geq 0.40$

Y yönünde $\beta_y = 0.776 \geq 0.40$

olduğundan uygundur.

- Bina burulma düzensizliği katsayıları Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3 ile gösterilmiştir.

Çizelge 4.2: X – X yönünde burulma düzensizliği kontrolü

Kat	(Δi)max	(Δi)min	(Δi)ort	η_{bi}
7	0.019683	0.014141	0.016912	1.163848155
6	0.017237	0.011794	0.0145155	1.187489236
5	0.014366	0.009351	0.0118585	1.211451701
4	0.011127	0.006844	0.0089855	1.238328418
3	0.007688	0.004397	0.0060425	1.272321059
2	0.004321	0.002231	0.003276	1.318986569
1	0.001462	0.000658	0.00106	1.379245283

$\eta_{bi} < 1,4$ ✓

Çizelge 4.3: Y – Y yönünde burulma düzensizliği kontrolü

Kat	(Δi)max	(Δi)min	(Δi)ort	η_{bi}
7	0.019269	0.019268	0.0192685	1.000025949
6	0.017391	0.017389	0.01739	1.000057504
5	0.01495	0.014947	0.0149485	1.000100345
4	0.011937	0.011934	0.0119355	1.000125676
3	0.008498	0.008494	0.008496	1.000235405
2	0.004921	0.004919	0.00492	1.000203252
1	0.001729	0.001727	0.001728	1.000578704

$\eta_{bi} < 1,4$ ✓

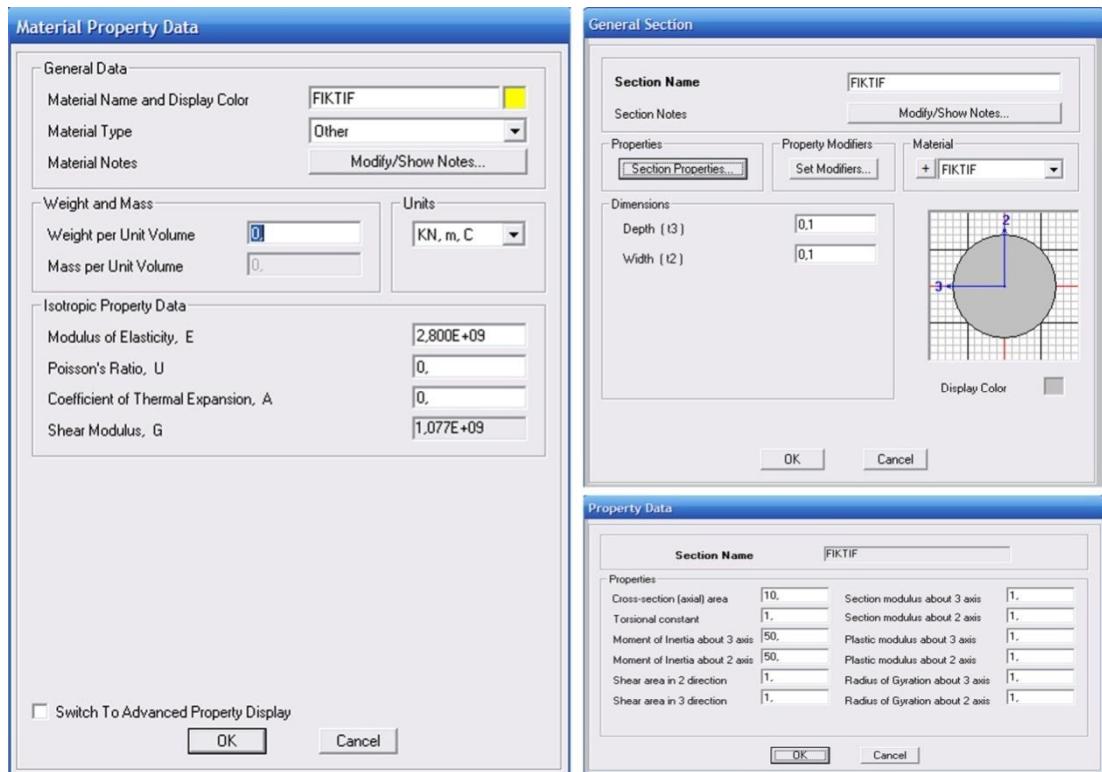
4.5. Yapının Modellenmesi ve Analizi

Analizi yapılan yapının çözümlenmesi sürecinde öncelikli olarak yapı periyodunun ve kolonlara gelen normal kuvvetlerin bulunması yardımıyla elde edilecek çatlama kesit rijitliklerinin belirlenebilmesi için düşey yükleri barındıran bir lineer analiz yapılmıştır. Bu analiz sonucu elde edilen verilerden çatlama kesit rijitlikleri ve yatay deprem kuvvetleri bulunup yapıya etkilmiştir. Daha sonra yapılan non-lineer analiz sonucunda elde edilen sonuçların değerlendirilmesinden yapı performans seviyesi bulunmuştur.

4.5.1. Lineer analiz

4.5.1.1. Yapı malzemesinin ve kesitlerin tanıtılması

Yapıda kullanılan ve Bölüm 4.2.2. de belirtilen malzeme özellikleri SAP 2000 define menüsünden yeni malzeme oluşturularak sisteme tanıtılmıştır. Kolon, perde elemanları varolan boyutlara göre sisteme girilmiş ve malzemeleri atanmıştır. Perdeler tanıtılırken perde davranışının sisteme tanıtılabilmesi için öncelikli olarak rijitliği büyük fiktif çubuklar oluşturulup kat perde kiriş bağlantı noktaları bu fiktif çubuklarla sağlanmıştır.



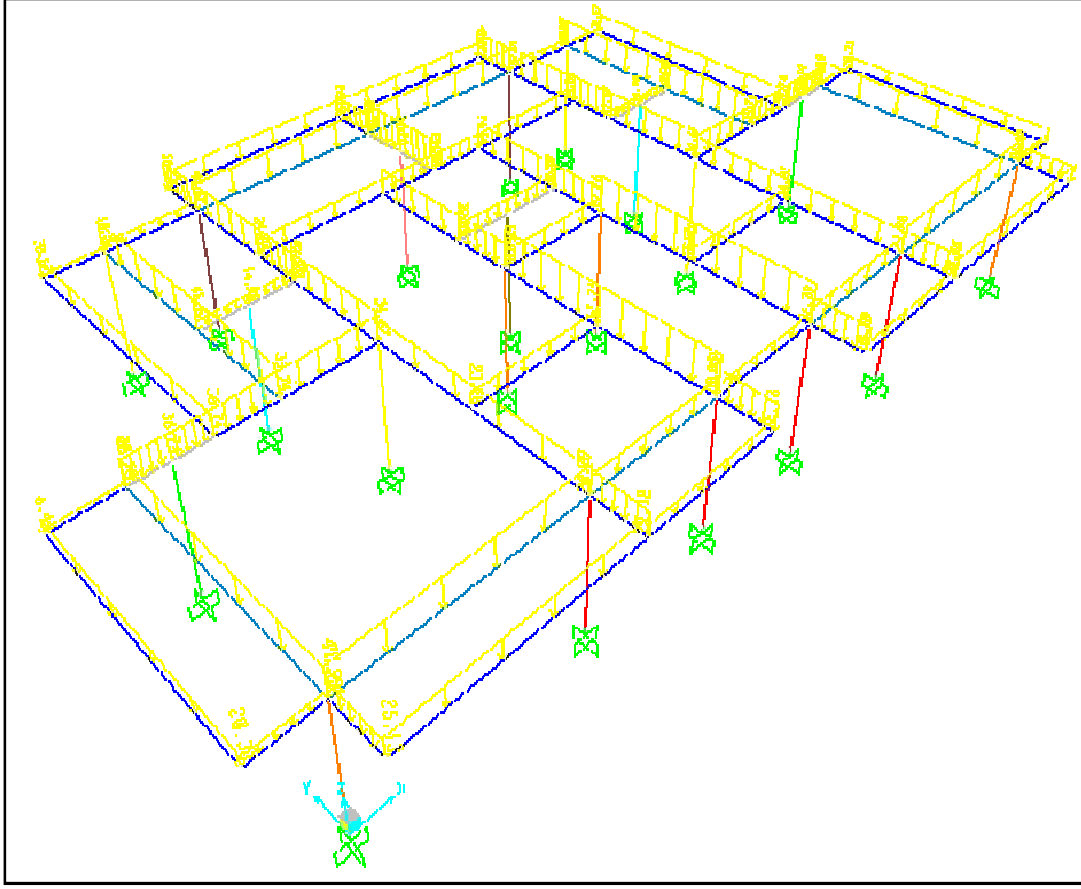
Şekil 4.3: Fiktif perde elemanlarının tanıtılması

Kirişleri tanıtırken tüm kirişler için tabla genişlikleri hesaplanmış, daha sonra tip kesitler için o kesite ait tüm tabla genişliklerinin ortalama değeri alınarak kirişler iki ana tip olarak modellenmiştir.

4.5.1.2. Yapı düşey yükleri

Düşey yükler modele girilirken perde, kolon ve kiriş ağırlıkları program tarafından hesaplanıp dahil edildiğinden tekrar girilmemiştir. Döşemelerden gelen yükler Betonarme Çizelge ve Abaklar 2005 göre hesaplanıp yayılı yüklere çevrilerek kirişlere yüklenmiştir. Duvarlardan gelen yükler ise aynı şekilde yayılı yüke

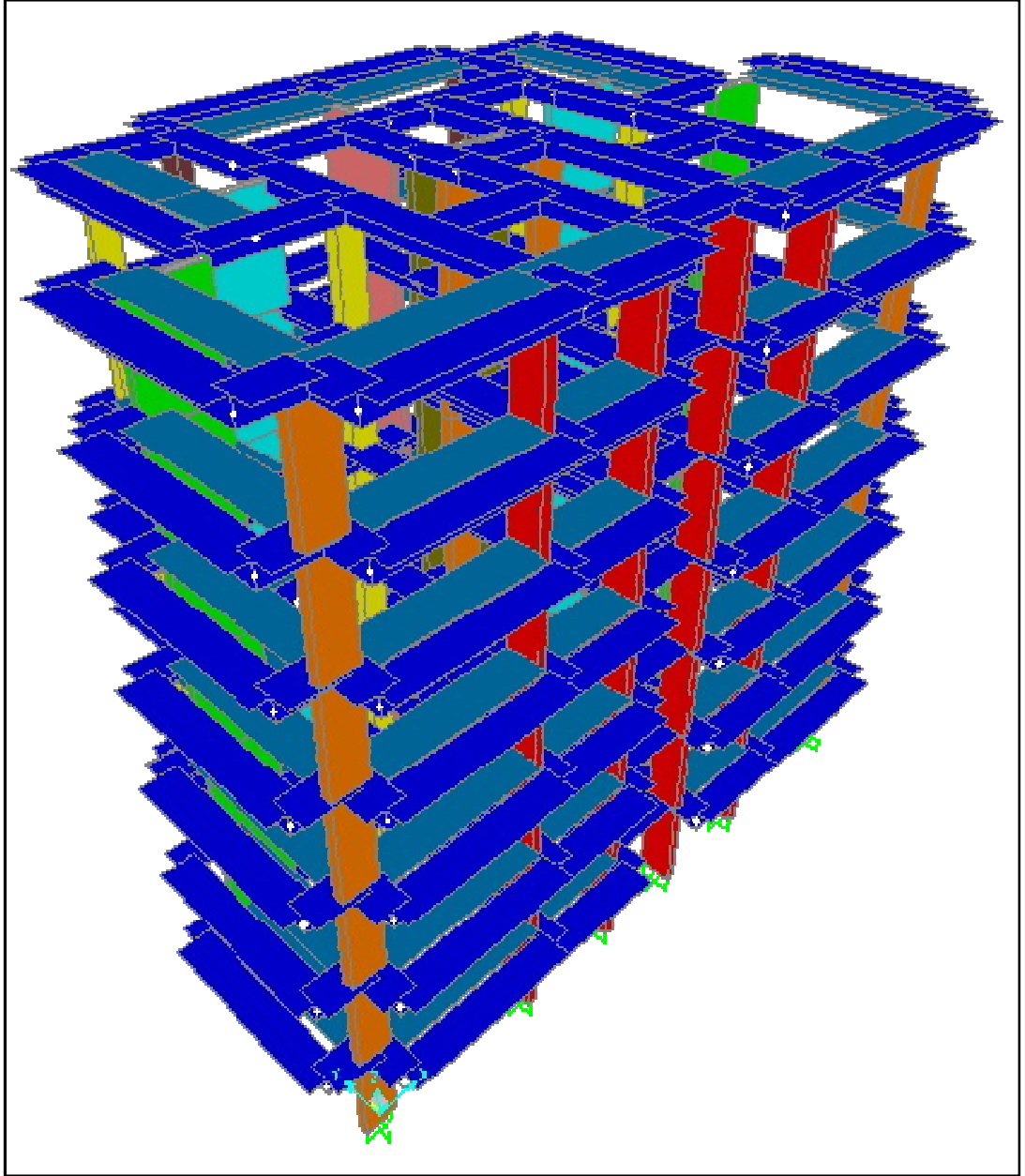
çevrilerek sisteme girilmiştir. Döşemelerden ve duvarlardan gelen yükler EK A, Çizelge A.1. de detaylı bir şekilde verilmiştir.



Şekil 4.4: Döşeme ve duvar yüklemeleri

4.5.1.3 Yapı modelinin tamamlanması

Kesitlerin, yük kaynaklarının ve düşey yüklerin tanımlanmasının ardından her kata ayrı ayrı kendi düzlemleri içindeki hareketlerini sembolize edecek şekilde rijit diyafram tanımı yapılmıştır. Daha sonra sabit mesnetler oluşturulup, düşey yükler ve arttırılmış yük tanımları yapılarak yapının lineer analiz için modellenmesi tamamlanmıştır.



Şekil 4.5: Bina modeli

Modellenmesi tamamlanan yapı modal analize sokulup binanın X ve Y yönünde hakim periyotları bulunmuştur. Bulunan değerler Çizelge 4.4 ile gösterilmiş

Çizelge 4.4: Bina titreşim periyotları

	T _x (s)	T _y (s)
	0,753	0,937

1.4G+1.6Q arttırılmış yükler altında kolonlara gelen normal kuvvetleri bulunup bu değerler üzerinden kolon boyut kontrolü yapılmıştır. Boyut kontrolü hesapları ekler kısmında EK A; Çizelge A.2. ile verilmiştir.

4.5.2 Doğrusal elastik olmayan analiz

4.5.2.1 Yatay yüklerin hesaplanması

Binadaki katlara etkiyen eşdeğer deprem yükü için DBYYHY-2007’ da verilen aşağıdaki formül yardımıyla taban kesme kuvveti hesaplanıp kat kütleleri ile orantılı olarak katlara dağıtılmıştır. DBYYHY-2007’ de eşdeğer deprem yükü;

$$V_t = \frac{WA(T_1)}{Ra(T_1)} \geq 0.1 A_o I W \quad (4.2)$$

denklemleri ile tanımlanmıştır. $A(T_1)$ spektral ivme katsayısı;

$$A(T_1) = A_0 I S(T) \quad (4.3)$$

formülü ile hesaplanır. Bu formüllerde;

A_0 : etkin yer ivme katsayısı olup bina birinci derece deprem bölgesinde olduğundan 0.4 olarak alınmıştır.

I : Bina önem katsayısıdır. Bina kullanım amacı konut olduğundan 1 alınmıştır.

$S(T)$: Spektrum katsayısıdır. Zemin sınıflarına ve yapı periyoduna bağlı olarak;

$$S(T) = 1 + 1.5 T / T_A \dots\dots\dots (0 \leq T \leq T_A) \quad (4.4.a)$$

$$S(T) = 2.5 \dots\dots\dots (T_A < T \leq T_B) \quad (4.4.b)$$

$$S(T) = 2.5 (T_B/T)^{0.8} \dots\dots\dots (T_B < T) \quad (4.4.c)$$

yukarıdaki formüllerle bulunur. Zemin sınıfı (Z_2) olduğundan bina için $T_A = 0.15$ s. ve $T_B = 0.4$ s. olarak alınır. Yapı da T_X ve T_Y değerleri T_B değerinden büyük olduğundan (4.4.c) formülü kullanılarak spektrum katsayıları bulunmuş ve Çizelge 4.5 ile gösterilmiştir.

Çizelge 4.5: Spektrum katsayısı

Spektrum Katsayısı	S_x	S_y
	1,506	1,265

Spektral ivme katsayıları (4.3) formülünden yararlanılarak ;

$$A(T_x) = 0.4 \times 1 \times 1.506 = 0.603$$

$$A(T_y) = 0.4 \times 1 \times 1.265 = 0.506$$

Ra : Deprem azaltma katsayısıdır. Yapı periyotlarına bağlı olarak aşağıdaki formüller yardımı ile bulunur.

$$Ra(T) = 1.5 + (R - 1.5) T / T_A \dots\dots\dots (0 \leq T \leq T_A) \quad (4.5.a)$$

$$Ra(T) = R \dots\dots\dots (T_A < T) \quad (4.5.b)$$

Bina periyotları T_A dan büyük olduğundan ve yapı süneklik düzeyi yüksek perde çerçeve sistem olduğundan $R=7$ olarak alınmıştır.

$$Ra(T) = R = 7$$

Yukarıda elde edilen veriler yardımıyla eşdeğer deprem yükü ;

$$V_{tx} = \frac{26206 \cdot 94 \times 0.603}{7} = 2255.7 \geq 0.1 \times 0.4 \times 1 \times 26206 \cdot 94 = 1048.28 \sqrt{}$$

$$V_{ty} = \frac{26206 \cdot 94 \times 0.506}{7} = 1894.69 \geq 0.1 \times 0.4 \times 1 \times 26206 \cdot 94 = 1048.28 \sqrt{}$$

Katlara etkiyen eşdeğer deprem kuvvetlerini bulabilmek için;

$$V_t = \Delta F_N + \sum_{i=1}^N F_i \quad (4.6)$$

Burada ΔF_N bina tepesine etkiyen eşdeğer deprem kuvveti olup;

$$\Delta F_{NX} = 0.0075 N V_{tx} = 0.0075 \times 7 \times 2255.4 = 118.42 \text{ kN}$$

$$\Delta F_{NY} = 0.0075 N V_{ty} = 0.0075 \times 7 \times 1894.69 = 99.44 \text{ kN}$$

olarak bulunup (4.7) formülüne göre katlara dağıtılmış ve Çizelge 4.6 ile gösterilmiştir.

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N w_j H_j} \quad (4.7)$$

Çizelge 4.6: Deprem yüklerinin katlara dağıtılması

Kat	Wi	Hi	WixHi	WixHi/WixHi	Fxi	Fxi+ΔF _{NX}	Fiy	Fy+ΔF _{NY}
4	3149,25	21,00	66134,22	0,22	463,63	582,05	389,43	488,90
6	3768,12	18,00	67826,24	0,22	475,49	475,49	399,39	399,39
5	3768,12	15,00	56521,87	0,19	396,24	396,24	332,82	332,82
4	3768,12	12,00	45217,49	0,15	316,99	316,99	266,26	266,26
3	3768,12	9,00	33913,12	0,11	237,74	237,74	199,69	199,69
2	3768,12	6,00	22608,75	0,07	158,50	158,50	133,13	133,13
1	4217,07	3,00	12651,21	0,04	88,69	88,69	74,50	74,50
TOPLAM			304872,89	1,00	2137,28	2255,70	1795,22	1894,69

Kat deprem kuvvetleri bulunduktan sonra bu değerler SAP 2000 modeline kat yanal kuvvetleri olarak kütle merkezinden etkilmiştir.

4.5.2.2 Çatlamış kesit eğilme rijitliklerinin hesabı

Bina deprem hesabında betonarme elemanlarda DBYYHY-2007 da belirtildiği üzere çatlamış kesite ait etkin eğilme rijitlikleri kullanılmıştır. Yukarıdaki düşey işletme yükleri altında yapılan analizden elde edilen kolon ve perde normal kuvvetleri ve aşağıdaki formüller yardımıyla düşey taşıyıcı elemanlar için etkin eğilme rijitlikleri hesabı yapılmıştır.

$$N_D / (A_c \times f_{cm}) \leq 0.10 \text{ olması durumunda: } 0.40 EI_o \quad (4.8.a)$$

$$N_D / (A_c \times f_{cm}) \geq 0.40 \text{ olması durumunda: } 0.80 EI_o \quad (4.8.b)$$

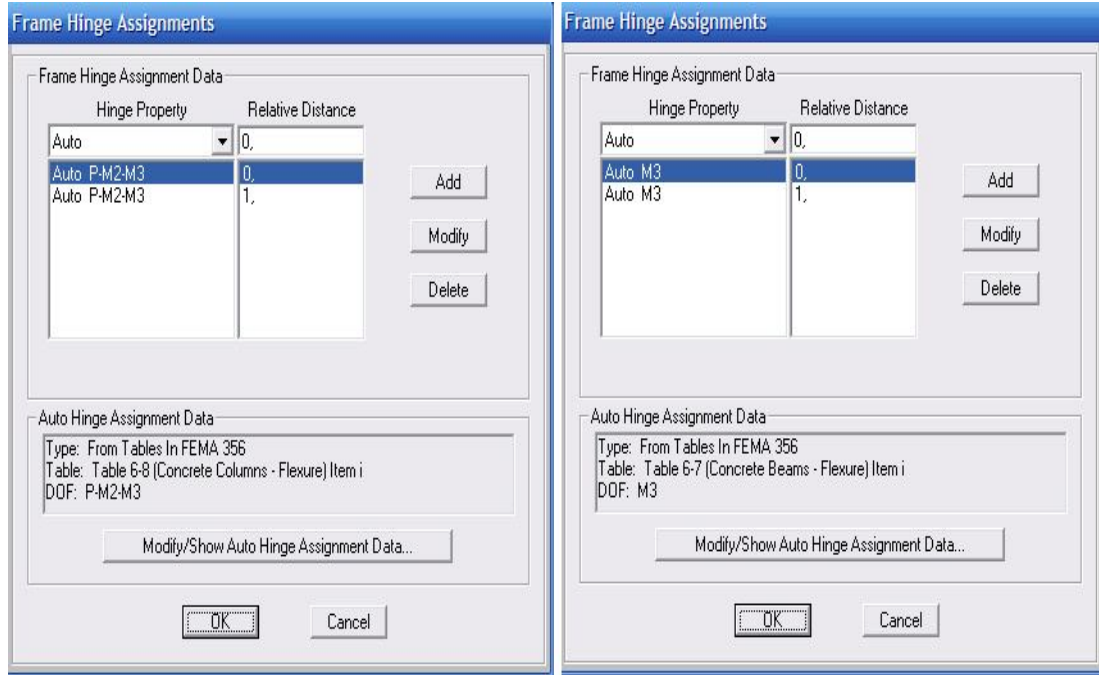
ND nin ara değerleri için etkin eğilme rijitlikleri bu değerleri baz alan doğrusal enterpolasyon ile bulunmuştur. Kolon ve perdeler için etkin eğilme rijitlikleri ekler bölümünde EK A, Çizelge A.2 de yer almaktadır.

Kirişlerde ise etkin eğilme rijitliği $(EI)_e = 0.40 (EI)_o$ olarak alınıp hesaplanmıştır.

4.5.2.3 Plastik mafsalların sisteme atanması

Artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi de plastik mafsalların deprem sırasında en fazla zorlanan kolon ve kiriş uçlarında, ayrıca perdelerin her katta kat hizasındaki birleşim bölgelerinde yoğunlaştığı kabul edildiğinden bu bölgelere plastik mafsalları tanımlanmıştır. Plastik mafsallar tanımlanırken hem eğilme hem de normal kuvvete maruz kalan kolon ve perde kesitlerine PMM mafsalları tanımlanırken, aksel kuvvet düzeyi oldukça düşük olan kirişlere de M3 mafsalları atanmıştır. Plastik mafsallar kolon, kiriş ve perde elemanlarına “Assign-Frame Hinges” menüsü altında plastik mafsalları tanımlanarak atanır. Çubukların başlangıç ve bitiş uçlarını rölatif

uçlarını simgeleyen 0 ve 1 rölatif uç tanımlamaları yapılırken kolonlar için her iki uca (0 ve 1), perdeler içinse başlangıç ucuna (0) plastik mafsalları tanımlanır.



Şekil 4.6: Kesitlere plastik mafsalları atanması

4.5.2.4. Statik itme analizi yüklemelerinin yapılması

Üç boyutlu statik itme analizi için üç ana yükleme yapılması gerekmektedir. Bu bağlamda ilk olarak kütlelerle uyumlu olan ve binanın düşey yüklerini temsil eden düşey doğrultuda lineer olmayan “PODUSEY” yüklemesi yapılmıştır. Bu yükleme ile birlikte deprem esnasında sabit yüklerin yapıya etkisi tanımlanmış olur.

Analysis Case Data - Nonlinear Static

Analysis Case Name: Set Def Name Modify/Show...

Notes:

Analysis Case Type:

Initial Conditions:

☒ Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

☐ Continue from State at End of Nonlinear Case

Important Note: Loads from this previous case are included in the current case

Analysis Type:

☐ Linear

☒ Nonlinear

☐ Nonlinear Staged Construction

Modal Analysis Case:

All Modal Loads Applied Use Modes from Case

Loads Applied:

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load	DEAD	1,
Load	DEAD	1,
Load	DOSEME	1,
Load	DUVAR	1,
Load	Q	0,3

Add Modify Delete

Other Parameters:

Load Application: Modify/Show...

Results Saved: Modify/Show...

Nonlinear Parameters: Modify/Show...

OK Cancel

Şekil 4.7: Lineer elastik olmayan düşey yüklerin tanıtılması

İkinci olarak yapılan yükleme X yönündeki yatay yüklemedir. Bu yükleme düşey yüklerin yapının yanal stabilitesine olan etkisini de göz önüne almak için birinci adımın kaldığı yerden devam ettirilir. Bu adımda program tarafından kütle merkezlerine yatay kuvvet uygulanmaktadır. Yapılacak itmenin değeri deplasman değeri “Displacement Load” kısmından tanımlanır. Bu değer ilk aşamada bina yüksekliğinin % 4 ü mertebesinde olup analiz tamamlanamadığı takdirde değer azaltılarak analiz tekrarlanır. Yapı yer değiştirmesi katlardaki bir nokta seçilerek takip edilir ve bunun için en uygun nokta kat kütle merkezleridir. İlgili yükleme değeri de katsayısı ile beraber tanımlanıp POX yüklemesi de tamamlanmış olur. Üçüncü aşamada aynı adımlar Y yönünde de tanımlanarak POY yüklemesi de tamamlanır.

Analysis Case Data - Nonlinear Static

Analysis Case Name: Notes:

Analysis Case Type:

Initial Conditions

☐ Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

☒ Continue from State at End of Nonlinear Case

Important Note: Loads from this previous case are included in the current case

Analysis Type

☐ Linear

☒ Nonlinear

☐ Nonlinear Staged Construction

Modal Analysis Case

All Modal Loads Applied Use Modes from Case

Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load	Ex	1.
Load	Ex	1.

Other Parameters

Load Application:

Results Saved:

Nonlinear Parameters:

Şekil 4.8: Lineer elastik olmayan yatay yüklerin tanıtılması

Statik itme analizine başlanabilmesi için öncelikle yapının doğrusal ve modal analizleri yapılmalıdır. Bu bağlamda binanın doğrusal ve modal analizleri tamamlandıktan sonra deformasyon esaslı statik itme analizine başlanmaktadır. Analiz öncelikle olarak düşey yük analizini tamamlayıp daha sonra yanal yük analizinde yatay yük sıfırdan başlanarak adım adım arttırılarak analiz tamamlanır.

4.5.2.5. Hedef yerdeğiştirme noktasının belirlenmesi

Analiz tamamlandıktan sonra her iki doğrultu içinde analizin her adımında taşıyıcı sistemin lineer olmayan davranışla karşıladığı taban kesme kuvveti V_{t1} ile tepe yer değiştirmesi U_{N1} arasındaki veriler ile elde edilen statik itme eğrisi elde edilir. Statik itme eğrisi ve deprem etkisini gösteren spektrum eğrisinin bir araya getirilip yapı yer değiştirme isteminin bulunabilmesi için aşağıdaki formüller yardımıyla bir dizi eksen değişimi işlemi yapılır. Bu bağlam toplam taban kesme kuvveti (V_{t1}) modal ivmeye (a_1), tepe yer değiştirmeyi (U_{N1}) ise modal yer değiştirmeye (d_1) dönüştürülerek itme eğrisinden modal kapasite eğrisine geçiş yapılmıştır. Modal kapasite eğrine geçiş için

DBYYHY-2007’de açıklanan Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8’deki formüller kullanılmıştır.

Çizelge 4.7: Statik itme eğrisi için katsayıların bulunması

KATLAR	Wi	Mod	m _i	Ø _{iX1}	Ø _{iY1}	m _i * Ø _{iX1}	m _i * Ø _{iY1}
7	3070.34	1.00	312.98	0.03	0.02	8.02	7.64
6	3583.79	1.00	365.32	0.02	0.02	8.13	8.16
5	3583.79	1.00	365.32	0.02	0.02	6.71	7.11
4	3583.79	1.00	365.32	0.01	0.02	5.12	5.73
3	3583.79	1.00	365.32	0.01	0.01	3.44	4.09
2	3583.79	1.00	365.32	0.01	0.01	1.85	2.35
1	4032.74	1.00	411.08	0.00	0.00	0.65	0.90
L _{X1}	L _{Y1}	m _i * Ø _{iX1} ²	m _i * Ø _{iY1} ²	M _{x1}	M _{y1}	ı _{x1}	ı _{y1}
33.92	35.98	0.21	0.19	1842.82	1961.55	54.33	54.51
		0.18	0.18				
		0.12	0.14				
		0.07	0.09				
		0.03	0.05				
		0.01	0.02				
		0.00	0.00				

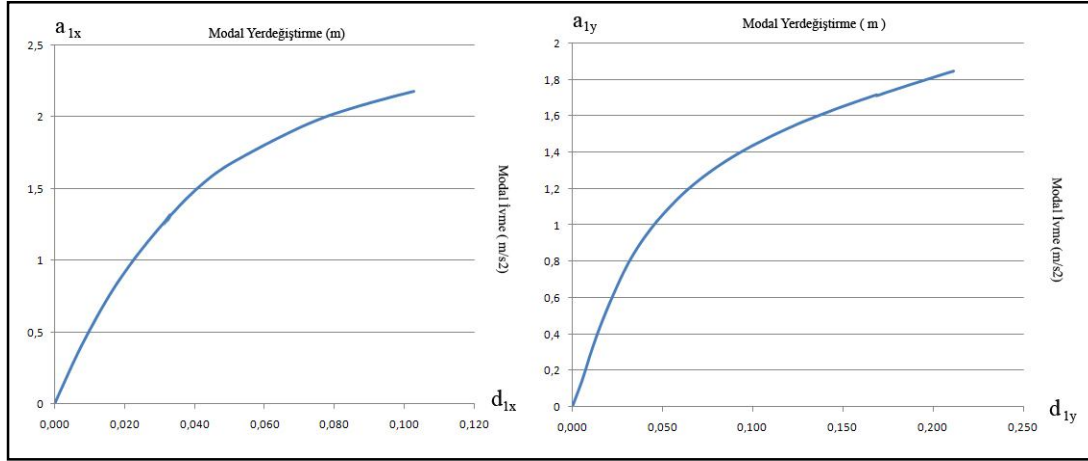
Çizelge 4.8: Statik itme eğrisi ve modal kapasite eğrisi verileri

X YÖNÜNDE HESAP					Y YÖNÜNDE HESAP				
Step	u _{Xn1} (m)	V _{X1} (Kn)	a _{1x} (m/s ²)	d _{1x} (m)	Step	U _{Yn1} (m)	V _{Y1} (Kn)	a _{1y} (m/s ²)	d _{1y} (m)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0.001	86.900	0.047	0.001	1	0.007	259.742	0.132	0.005
2	0.005	355.702	0.193	0.004	2	0.012	519.481	0.265	0.009
3	0.007	532.941	0.289	0.005	3	0.013	558.290	0.285	0.01
4	0.007	512.625	0.278	0.005	4	0.019	804.865	0.41	0.014
5	0.01	720.450	0.391	0.007	5	0.026	1.056.636	0.539	0.019
6	0.014	925.493	0.502	0.01	6	0.034	1.331.063	0.679	0.025
7	0.017	1.123.903	0.61	0.012	7	0.041	1.547.260	0.789	0.031
8	0.02	1.317.157	0.715	0.015	8	0.048	1.718.693	0.876	0.036
9	0.024	1.488.898	0.808	0.017	9	0.055	1.861.141	0.949	0.041
10	0.027	1.642.111	0.891	0.019	10	0.061	1.984.013	1.011	0.046
11	0.031	1.812.442	0.984	0.022	11	0.068	2.095.911	1.068	0.051
12	0.034	1.949.569	1.058	0.024	12	0.075	2.204.464	1.124	0.056
13	0.037	2.090.009	1.134	0.027	13	0.081	2.294.257	1.170	0.061
14	0.041	2.230.267	1.210	0.029	14	0.088	2.382.990	1.215	0.066

Çizelge 4.8: Statik itme eğrisi ve modal kapasite eğrisi verileri (devam)

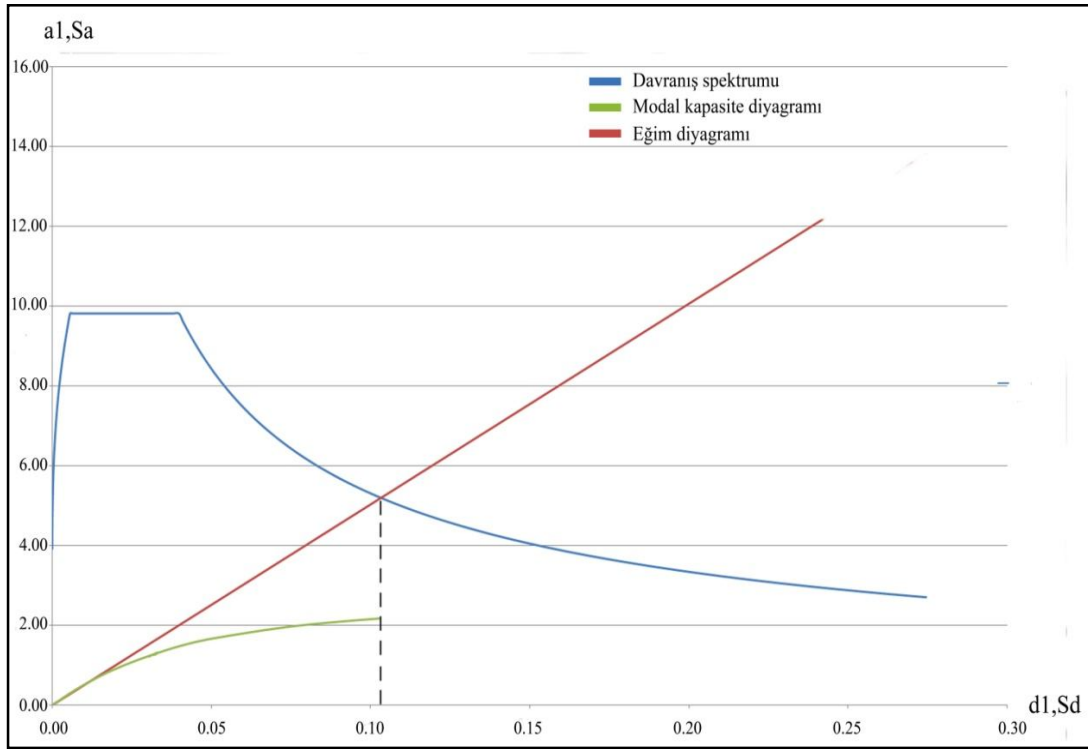
X YÖNÜNDE HESAP					Y YÖNÜNDE HESAP				
Step	u_{Xn1} (m)	V_{X1} (Kn)	a_{1x} (m/s ²)	d_{1x} (m)	Step	U_{Yn1} (m)	V_{Y1} (Kn)	a_{1y} (m/s ²)	d_{1y} (m)
15	0.044	2.345.808	1.273	0.032	15	0.095	2.462.423	1.255	0.071
16	0.046	2.418.409	1.312	0.033	16	0.103	2.550.995	1.301	0.077
17	0.041	2.026.621	1.100	0.029	17	0.109	2.610.939	1.331	0.082
18	0.044	2.244.366	1.218	0.031	18	0.115	2.671.138	1.362	0.086
19	0.046	2.418.277	1.312	0.033	19	0.121	2.721.719	1.388	0.091
20	0.044	2.312.083	1.255	0.032	20	0.127	2.772.630	1.413	0.095
21	0.046	2.418.087	1.312	0.033	21	0.134	2.829.787	1.443	0.1
22	0.046	2.415.470	1.311	0.033	22	0.141	2.882.902	1.470	0.106
23	0.049	2.537.785	1.377	0.035	23	0.147	2.924.297	1.491	0.11
24	0.053	2.640.996	1.433	0.038	24	0.155	2.986.024	1.522	0.117
25	0.056	2.754.800	1.495	0.04	25	0.162	3.032.045	1.546	0.122
26	0.06	2.846.952	1.545	0.043	26	0.168	3.069.973	1.565	0.126
27	0.063	2.934.820	1.593	0.045	27	0.177	3.119.961	1.591	0.133
28	0.067	3.037.402	1.648	0.048	28	0.182	3.151.826	1.607	0.137
29	0.071	3.105.636	1.685	0.051	29	0.191	3.202.389	1.633	0.144
30	0.076	3.190.357	1.731	0.054	30	0.197	3.235.518	1.649	0.148
31	0.079	3.249.693	1.763	0.057	31	0.203	3.264.863	1.664	0.152
32	0.083	3.316.431	1.800	0.059	32	0.212	3.313.407	1.689	0.159
33	0.086	3.367.055	1.827	0.062	33	0.219	3.345.424	1.706	0.164
34	0.09	3.436.343	1.865	0.065	34	0.224	3.372.916	1.720	0.169
35	0.094	3.495.062	1.897	0.067	35	0.224	3.362.616	1.714	0.169
36	0.097	3.547.236	1.925	0.07	36	0.232	3.397.944	1.732	0.174
37	0.101	3.599.121	1.953	0.072	37	0.243	3.450.893	1.759	0.182
38	0.104	3.644.795	1.978	0.075	38	0.248	3.477.478	1.773	0.186
39	0.107	3.685.352	2.000	0.077	39	0.258	3.521.687	1.795	0.194
40	0.111	3.730.321	2.024	0.08	40	0.263	3.547.616	1.809	0.198
41	0.115	3.768.089	2.045	0.083	41	0.269	3.573.467	1.822	0.202
42	0.119	3.810.541	2.068	0.086	42	0.274	3.599.317	1.835	0.206
43	0.124	3.854.762	2.092	0.089	43	0.28	3.624.121	1.848	0.21
44	0.128	3.887.686	2.110	0.092	44	0.281	3.628.620	1.850	0.211
45	0.131	3.920.654	2.128	0.094					
46	0.135	3.955.619	2.146	0.097					
47	0.14	3.992.343	2.166	0.1					
48	0.143	4.016.856	2.180	0.103					

Yukarıdaki taban kuvveti ve tepe yer değiştirmesi verileri kullanarak öncelikli olarak X ve Y yönünde statik itme eğrileri oluşturulmuştur. Yapılan eksen değişimi sonunda da modal kapasite eğrileri oluşturulmuş ve aşağıda verilmiştir. (Şekil 4.10)

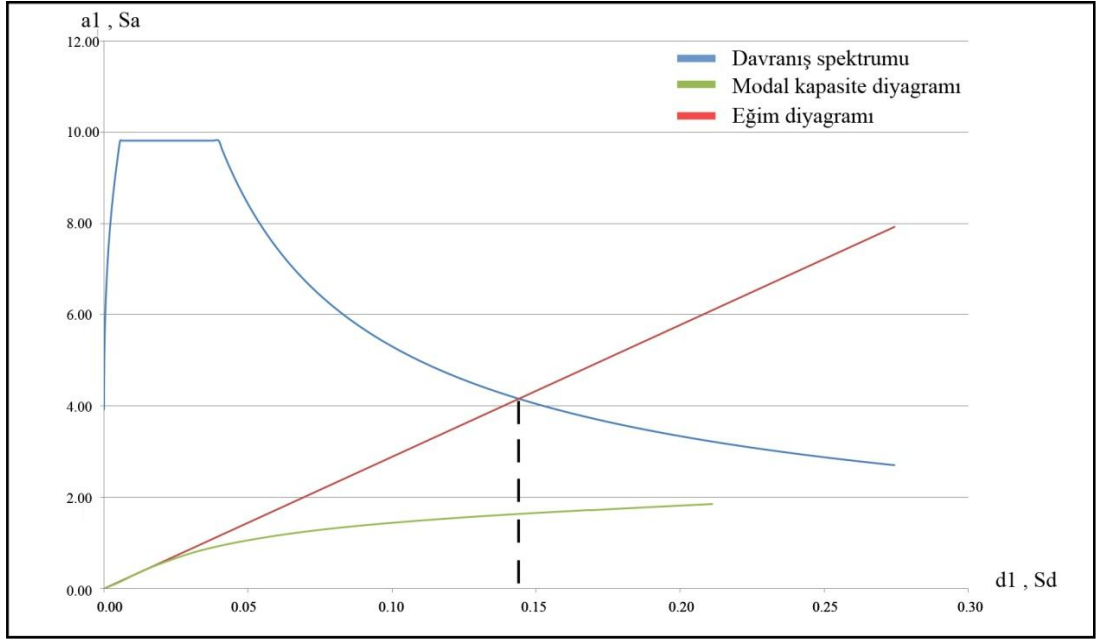


Şekil 4.10: X ve Y yönünde modal kapasite eğrileri

Benzer şekilde de spektral ivme (S_a) etkin yer ivme katsayısı ve yerçekimi ivmesi ile çarpılıp, periyot (T) ise spektral yer değiştirmeye (S_d) çevrilerek spektrum eğrisinde de eksen takımı değiştirilir.



Şekil 4.11: X yönünde modal yer değiştirme isteminin bulunması



Şekil 4.12: Y yönünde modal yer değiştirme isteminin bulunması

İtme analizinin ilk adımında, her iki yönde de doğrusal elastik davranış esas alınarak hesaplanan birinci (hakim) moda ait $T_1^{(1)}$, ivme spektrumundaki karakteristik periyot T_B ile karşılaştırıldığında $T_1^{(1)}$ değerleri daha büyük olduğundan dolayı eşit yer değiştirme kuralınca doğrusal elastik olmayan spektral yer değiştirme doğrusal elastik spektral yer değiştirmeye eşittir. Bu bağlamda hesaplanan modal yer değiştirme istemi Çizelge 4.9 ile verilmiştir.

Çizelge 4.9: Modal yer değiştirme isteminin hesabı

Ao	Tx (s)	Tb (s)	Sae1 (m/s²)	Sde1 (m)	CR1	Sdx1 = d1x(p) (m)
0.4	0.75354	0.4	5.17374	0.1039	1	0.1039
Ao	Ty (sn)	Tb (sn)	Sae1 (m/s²)	Sde1 (m)	CR1	Sdy1 = d1y(p) (m)
0.4	0.9371	0.4	4.15689	0.1443	1	0.1443

Modal yer değiştirme işlemi hesaplandıktan sonra yapı bu değere kadar itilerek oluşan hasar tipleri kontrol edilecektir. Modal yer değiştirme değerini SAP 2000 programına veri olarak girebilmek için modal yer değiştirme (d_1), ters dönüşüm

yapılarak tepe yer deđiřtirmesine (u_{NX}) dđnűřtűrűlűr. Bununla ilgili hesaplamalar Çizelge 4.10 ile verilmiřtir.

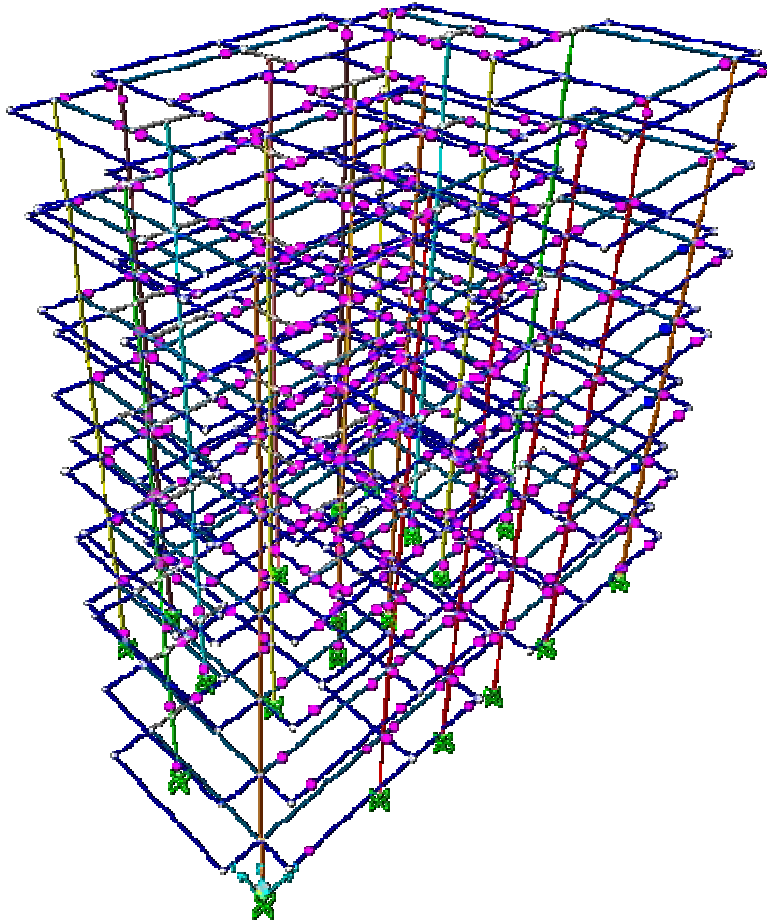
$$u_{xN1}^{(p)} = \Phi_{xN1} \Gamma_{x1} d_1^{(p)} \quad (4.9)$$

Çizelge 4.10: Tepe noktası yer değiştirme isteminin bulunması

Γ_{x1}	ϕ_{iX1}	M_{x1}	d_{1px} (m)	$U_{NX1}(m)$
54,329	0,026	1842,824	0,104	0,145
Γ_{y1}	ϕ_{iY1}	M_{y1}	$d_{1py}(m)$	$U_{NY1}(m)$
54,511	0,024	1961,546	0,144	0,192

4.6. Yapı Taşıyıcı Elemanlarının Analiz Sonrası Değerlendirilmesi

Çizelge 4.9. de bulunan tepe yer değiştirme değerleri programa veri olarak girilerek analiz tekrar yapılarak oluşan plastik mafsalları gözlenmiştir.



şekil 4.13: Binada oluşan plastik mafsallar

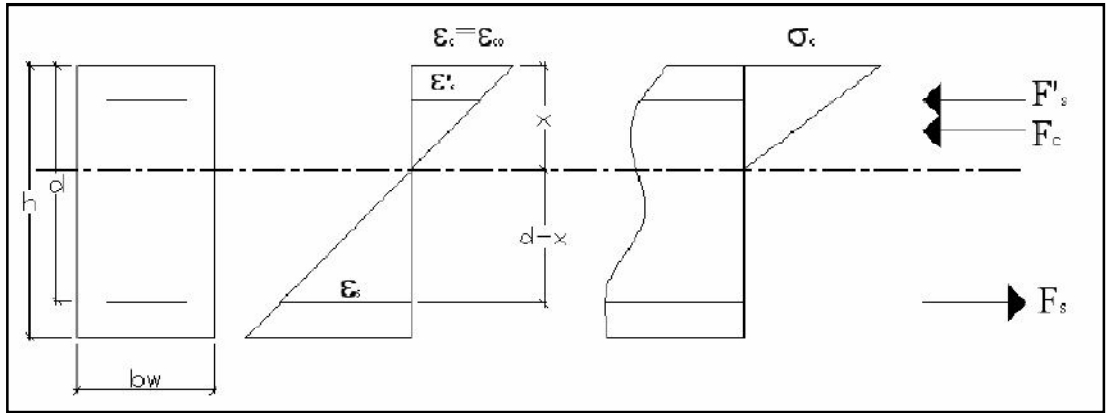
Analiz sonucunca taşıyıcı elemanların plastik mafsalları oluşan bölgelerindeki plastik mafsalları dönmeleri elde edilir. Kesitlerin hasar sınırları ile olan ilişkilerini tespiti için bulunan plastik mafsalları dönmeleri her kesit için plastik mafsalları boyuna bölünerek kesitlere ait plastik eğrilik istemleri elde edilmiştir. Kesit toplam akma eğriliği plastik eğrilik istemi ile eşdeğer akma eğriliğinin toplamı olup, eşdeğer akma eğriliği de aşağıdaki Priestley formülü ile hesaplanmıştır.

$$\Phi_y = \frac{2.1 \varepsilon_{sy}}{h} \quad (4.10)$$

Daha sonra eşdeğer akma eğriliği ile plastik eğrilik istemi toplanıp toplam eğriliği istemi hesaplanır.

$$\phi_t = \phi_y + \phi_p \quad (4.11)$$

Kirişlerde sargısız beton kabulü yapıp bu elemanların akma kesit hasar durumunu belirlemek için akma eğriliğinden faydalanarak betonda birim kısalma ve donatıda birim uzama değerleri hesaplanıp hasar durumu tespit edilmiştir. Bu işlem yapılırken akma durumundaki kesitte ;



Şekil 4.14: Kiriş gerilme-şekil değiştirme diyagramı

$$F_s - F_c - F'_s = N \quad (4.12.a)$$

Kiriş için hesap yapıldığı için normal kuvvet sıfır kabul edilmiştir.

$$F_s - F_c - F'_s = 0 \quad (4.12.b)$$

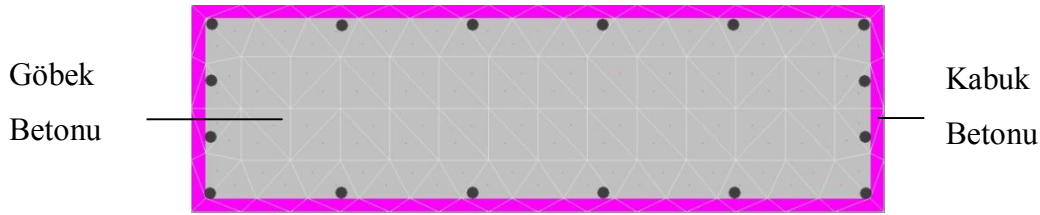
$$f_y A_s - f_y A'_s - 0.5 \sigma_c b x = 0 \quad (4.12.c)$$

Formülüzasyonu yardımıyla tarafsız eksen bulunup;

$$\Phi_y = \frac{\varepsilon_c}{x} \Rightarrow \varepsilon_c = \varepsilon_y \frac{x}{d - x} \quad (4.12.d)$$

yukarıda belirtildiği şekilde betonda birim kısalma ve donatıda birim uzama değerleri bulunmuştur. Bu işlemlere ait veriler ekler kısmında yer almaktadır.

Kolon ve perdelerin hasa sınırı tespiti yapılırken XTRACT kesit analizi programı kullanılmıştır. Bu elemanların geometrisi ve donatı detayı programa veri olarak girilirken kesitlerde sargılı beton davranışı için kolon ve perde dış kabuk betonunda Mander sargısız beton modeli, etriyelerle çevrili çekirdek betonunda ise Mander sargılı beton modeli kullanılmıştır.



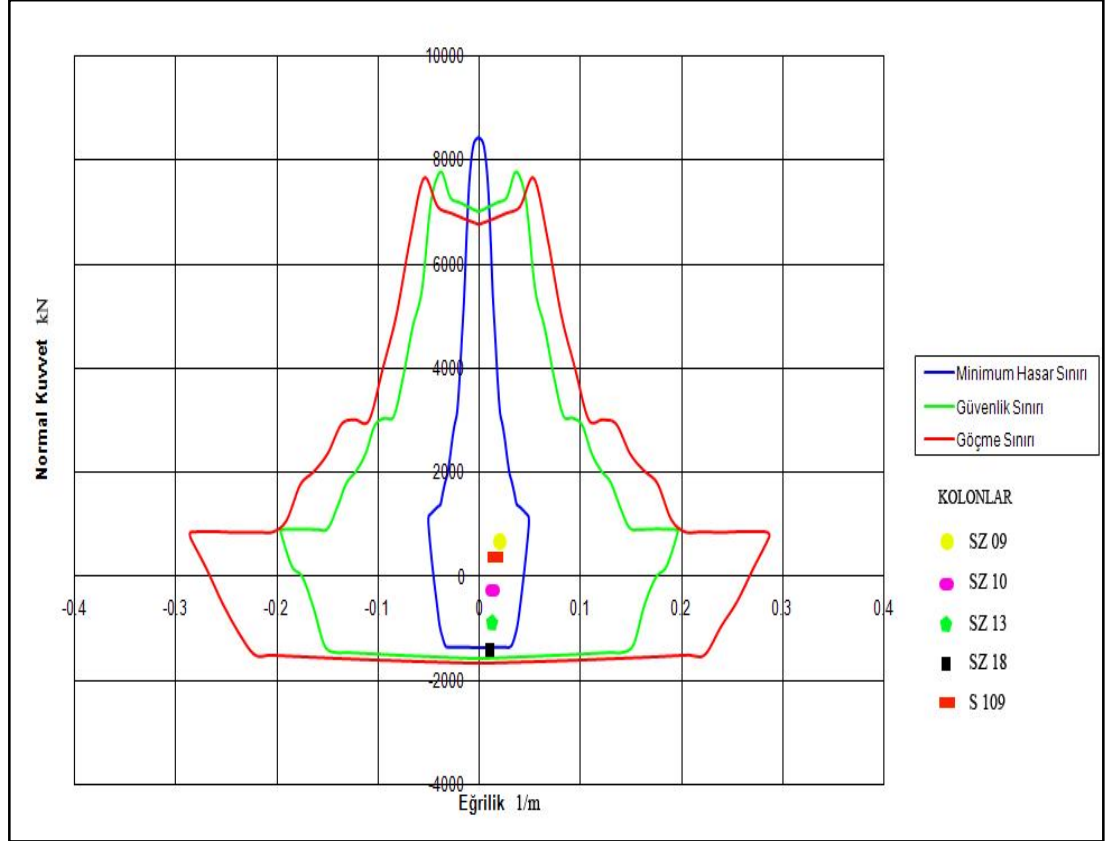
Şekil 4.15: 100x30 kolon kesit modeli

100x30 kolonu için kesit hasar sınırlarını performans düzeylerine göre izin verilen beton ve çelik birim şekil değiştirme sınırları aşağıdaki Çizelge 4.11 ile gösterildiği gibi hesaplanıp kesit analizi yapılan programa tanımlanarak ilgili kesitin, bu sınırlara karşılık gelen normal kuvvet - toplam eğrilik diyagramları elde edilir.

Çizelge 4.11: Kolon ve perde kesit hasar sınırları

	Kesit Minimum Hasar Sınırı		Kesit Güvenlik Sınırı		Kesit Göçme Sınırı	
	$(\varepsilon_{cu})_{MN}$	$(\varepsilon_s)_{MN}$	$(\varepsilon_{cu})_{MN}$	$(\varepsilon_s)_{MN}$	$(\varepsilon_{cu})_{MN}$	$(\varepsilon_s)_{MN}$
C100 X 30	0.0035	0.01	0.0135	0.04	0.0180	0.06
C30 X 100	0.0035	0.01	0.0135	0.04	0.0180	0.06
C70 X 35	0.0035	0.01	0.0114	0.04	0.0151	0.06
C35 x 70	0.0035	0.01	0.0114	0.04	0.0151	0.06
C260 X 25	0.0035	0.01	0.0135	0.04	0.0180	0.06
C25 x 260	0.0035	0.01	0.0135	0.04	0.0180	0.06
C200 X 25	0.0035	0.01	0.0135	0.04	0.0180	0.06
C310 X 25	0.0035	0.01	0.0135	0.04	0.0180	0.06

İtme analizi sonunda bulunan normal kuvvet ve hesaplanan toplam eğrilik değerleri ile diyagramda hasar sınırları karşılaştırılarak kesitin hasar durumu tespit edilir. Aşağıda hasar sınırlarını 100x30 kolon kesiti için performans düzeylerini belirten diyagram ve ilgili kesite ait olan kolonların analizdeki yerleşimi verilmiştir. Diğer kesitlere ait diyagramlar EK B Şekil B.1. ve B.2. de verilmiştir.



Şekil 4.16: 100x30 kolon Normal Kuvvet-Toplam Eğrilik performans düzeyleri

4.7. X – X Yönünde Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Analiz sonucunda çıkan veriler kiriş, kolon ve perdeler bazında Bölüm 3.5 de anlatıldığı gibi hasar sınırları belirlenmiştir. Bu hasar sınırları ile ilgili bilgiler EK B Çizelge B.1. ve Şekil B.1.' de detaylı bir şekilde verilmiştir. Bu verilerde yola çıkılarak kirişlerin kesit bazındaki hasar sınırı incelemeleri Çizelge 4.12 ile yer almaktadır.

Çizelge 4.12: X-X yönünde kiriş hasar durumları

POX - KİRİŞLER					
KATLAR	TOPLAM KİRİŞ ADETİ	MHB	BHB	İHB	KAT HASAR DURUMU
ZEMİN	60	22	14	0	%23.3 Belirgin Hasar Bölgesi
1	60	24	17	0	%28.3 Belirgin Hasar Bölgesi
2	60	25	16	0	%26.6 Belirgin Hasar Bölgesi
3	60	22	18	0	%30 Belirgin Hasar Bölgesi
4	60	20	19	0	%31.6 Belirgin Hasar Bölgesi
5	60	21	17	0	%28.33 Belirgin Hasar Bölgesi
6	60	20	7	0	%11.6 Belirgin Hasar Bölgesi

Çizelgede de görüldüğü üzere kirişlerin ayrı ayrı katlar bazında %10'nundan fazlası belirgin hasar bölgesine geçmiştir. İleri hasar bölgesine geçen kiriş kesiti bulunmamaktadır.

Kolonlar ve perdelerde plastik mafsallık oluşan kesitlerin hepsi Şekil 4.14. de gösterildiği gibi normal kuvvet ve toplam eğrilik diyagramları çizdirilip elemanlarda statik itme analizi sonucu hesaplanan değerlere göre bu diyagramdan hasar sınırları okunmuştur. Aşağıdaki Çizelge 4.13 ile kolon ve perde kesit hasar sınırları verilmiştir.

Çizelge 4.13: X-X yönünde kolon ve perde hasar durumları

KOLON	UÇ	P	M2	M3	Lp	Øp	Øy	Øt	KESİT HASAR SINIRI
		kN	kN-m	kN-m	m	rad/mx10 ⁻³	rad/mx10 ⁻³	rad/mx10 ⁻³	
SZ01	0	-63.51	4.39	338.82	0.7	4.2	6.3	10.5	MHB
SZ04	0	-1581.08	-26.09	-3.72	2.6	0.41	1.7	2.1	MHB
SZ05	0	-1580.91	19.58	4002.24	2.6	2.11	1.7	3.81	MHB
SZ06	0	-915	0.52	4611.62	3.1	2.06	1.42	3.48	MHB
SZ07	0	-1713.03	-23.59	5.31	2	0.48	2.21	2.68	MHB
SZ09	0	542.27	15.03	286.92	1	7.9	4.41	12.31	MHB
SZ10	0	-700.48	4.78	972.58	1	1.83	4.41	6.24	MHB
SZ11	0	-199.98	28.01	376.92	0.7	3.99	6.3	10.29	MHB

Çizelge 4.13: X-X yönünde kolon ve perde hasar durumları(devam)

KOLON	UÇ	P	M2	M3	Lp	Øp	Øy	Øt	KESİT HASAR SINIRI
		kN	kN-m	kN-m	m	rad/mx10 ⁻³	rad/mx10 ⁻³	rad/mx10 ⁻³	
SZ12	0	-1717.89	21.56	2777.52	2	2.51	2.21	4.71	MHB
SZ13	0	-1195.08	1.98	883.76	1	3.25	4.41	7.66	MHB
SZ18	0	-1565.88	25.91	956.68	1	2.47	4.41	6.88	BHB
S106	0	-776.83	0.46	4423.82	3.1	0.2	1.42	1.63	MHB
S107	0	-1459.74	-22.14	21.92	2	0.15	2.21	2.35	MHB
S109	0	453.66	58.97	311	1	0.75	4.41	5.16	MHB
S603	1	-94.79	12.77	-145.08	0.7	6.08	6.3	12.38	MHB
S614	1	-166.88	-41.05	-159.63	0.3	13.51	14.7	28.21	BHB
S615	1	-110.69	0.67	-156.11	0.3	20.73	14.7	35.43	BHB
S616	1	-130.77	-0.01	-157.43	0.3	13.36	14.7	28.06	BHB
S617	1	-187.52	-28.2	-165.18	0.3	1.63	14.7	16.33	BHB
S619	1	-205.17	-56.23	-158.93	0.35	3.56	12.6	16.16	MHB
S104	0	-1364.8	-46.24	-18.24	2.6	0.18	1.7	1.87	MHB

4.8. Y – Y Yönünde Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Y-Y yönündeki kesit hasar bölgeleri Çizelge 4.14 de verilmiş olup tüm kesitlere ait hasar sınırları ayrıntılı EK B Çizelge B.2. ve Şekil B.2 de verilmiştir.

Çizelge 4.14: Y-Y yönünde giriş hasar durumları

POY - KİRİŞLER					
KATLAR	TOPLAM KİRİŞ ADETİ	MHB	BHB	İHB	KAT HASAR DURUMU
ZEMİN	60	13	19	0	%31.6 Belirgin Hasar Bölgesi
1	60	13	24	0	%40 Belirgin Hasar Bölgesi
2	60	11	26	0	%43.3 Belirgin Hasar Bölgesi
3	60	11	28	0	%46.6 Belirgin Hasar Bölgesi
4	60	14	24	0	%40 Belirgin Hasar Bölgesi
5	60	15	22	0	%36.6 Belirgin Hasar Bölgesi
6	60	11	5	0	%8.3 Belirgin Hasar Bölgesi

Çizelgede de görüldüğü üzere girişlerin ayrı ayrı katlar bazında %10'nundan fazlası belirgin hasar bölgesine geçmiştir. İleri hasar bölgesine geçen giriş kesiti bulunmamaktadır.

Kolonlar ve perdelerde Y-Y yönünde plastik mafsallara oluşan kesitlerin hepsi Şekil 4.4. de gösterildiği gibi normal kuvvet ve toplam eğrilik diyagramları çizdirilip elemanlarda statik itme analizi sonucu hesaplanan değerlere göre bu diyagramdan hasar sınırları okunmuştur. Aşağıdaki Çizelge 4.15. kolon ve perde kesit hasar sınırları verilmiştir.

Çizelge 4.15: Y-Y yönünde kolon ve perde hasar durumları

KOLON	UÇ	P	M2	M3	Lp	Øp	Øy	Øt	KESİT HASAR SINIRI
		KN	kN-m	kN-m	m	rad/mx10 ⁻³	rad/mx10 ⁻³	rad/mx10 ⁻³	
SZ02	0	- 2481.88	4837.59	8.76	2.60	2.51	1.70	4.21	BHB
SZ14	0	- 1383.13	898.77	4.00	1.00	0.56	4.41	4.97	MHB
SZ15	0	-918.61	812.97	0.98	1.00	0.99	4.41	5.40	MHB
SZ16	0	-925.36	812.63	0.84	1.00	0.99	4.41	5.40	MHB
SZ17	0	- 1419.59	898.34	1.04	1.00	0.55	4.41	4.96	BHB
S102	0	- 2106.53	4079.82	1.75	2.60	0.84	1.70	2.54	MHB
S608	1	-86.93	-153.40	-15.79	0.35	25.07	12.60	37.67	BHB
S609	1	-101.14	-151.04	-0.94	0.30	25.53	14.70	40.23	BHB
S611	1	-91.72	-154.25	7.05	0.35	25.07	12.60	37.67	BHB

4.9. Bina Performans Seviyesinin Belirlenmesi

Analiz sonucunda yapısal elemanlara ait hasar dağılımları kat ve eleman bazında hasar dağılımları Bölüm 2.2 ve 2.3 de verilmiştir. Bu hasar durumları Bölüm 1.0 de anlatılan performans seviyeleri ile mukayese edildiğinde bina performans seviyesi bulunur. Bina performans seviyesi ele alınırken her bir koşul için X-X ve Y-Y yönündeki verileri en olumsuz dikkate alınmıştır.

Yapı kirişlerinin % 10' undan fazlası belirgin hasar bölgesinde olduğundan dolayı yapının Hemen Kullanım Performans düzeyinin ötesinde bir seviyede olduğu aşıkardır. Hasar seviyesinin bir ileri performans seviyesi olan Can Güvenliği Performans Seviyesi için kontrol edersek;

- Kiriş elemanlarının hiçbir ileri hasar bölgesine geçmemiştir. Kat bazında bakarsak en fazla %43 bazında belirgin hasar bölgesinde bulunan kirişler vardır. Bu performans düzeyi için kirişlerin %30'nun ileri hasar bölgesine geçmesine izin verildiğinden bu koşul sağlanmaktadır.

- Düşey taşıyıcı eleman olan kolon ve perdelerin bir kısmı belirgin hasar bölgesine geçmiş ama ileri hasar bölgesine geçen olmamıştır.
- Taşıyıcı sistemin bütün elemanları minimum hasar sınırı ve belirgin hasar sınırı içinde olup her iki ucunun da belirgin hasar bölgesinde olduğu kolon bulunmamaktadır.

Yapının yukarıda belirtilen şartları sağlamış olmasından dolayı analizi yapılan bina

Can Güvenliği Performans Seviyesi'nde yer almaktadır. DBYBHY 2007 de mevcut konut tipindeki yapılar için 50 yılda %10 aşılma olasılıklı deprem için öngörülen performans hedefi Can Güvenliği Performans seviyesi olduğundan analizi yapılan yapıda performans açısından bir problem bulunmamaktadır.

5. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu çalışmada, mevcut bir konut tipi yapının deprem performansının yeterliliğinin tespiti için doğrusal elastik olmayan analiz yöntemlerinden Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü yöntemiyle analizi yapılmış ve elde edilen sonuçlar bu bölümde değerlendirilmiştir.

Türk deprem yönetmeliği 2007 de belirtilen performans sınırlarına göre eleman bazında kesitler incelenmiş, özellikle kirişlerde yapının mod şeklini yansıtacak şekilde hasar durumlarındaki dağılımın olduğu gözlenmiştir.

Yapıda ileri hasar sınırına geçen eleman olmadığı gözlenmiş ve belirgin hasar sınırına geçen elemanların da büyük çoğunluğunun kirişlerde olduğu görülmüştür. Yapının Türk deprem yönetmeliğine göre performans sınırı, düşey ve yatay taşıyıcı sistem elemanlarının kesit hasarlarına bakılarak Can Güvenliği Performans Seviyesi olarak bulunmuştur. Bu durumda yapıda gevrek güç tükenmesine uğrayan elemanlar da olmadığından yapı güçlendirilmeye gerek kalmadan kullanılabilir durumdadır. Kolon elemanlarında kirişlerle karşılaştırıldığında oluşan plastik mafsalları sayısı oldukça azdır. Bu da binanın sünek davranışını itme analizi esnasında yansıttığını ve kolonların kirişlerden daha güçlü olması ilkesini sağladığını göstermiştir.

Analizi yapılan binanın taşıyıcı sistemi incelendiğinde yapının kolonlarının güçlü eksenleri X doğrultusunda sıralanmış bulunmaktadır. Bu yüzden yapı analizi yapıldığında yapının periyotları güçlü eksen olan X yönünde daha küçük olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte yapı periyodunun büyük ve rijitliğin küçük olması Y yönünde doğrusal olmayan analiz sonucunda etkiyen taban kesme kuvvetinin daha küçük olmasına etken oluşturmıştır.

Yapının doğrusal olmayan analiz sonucunda her iki yönde de karşıladığı taban kesme kuvvetlerini göz önüne aldığımızda doğrusal elastik yöntemde daha büyük olduğunu görürüz. Doğrusal olmayan analiz sonucunda X yönünde 4016.85 kN iken doğrusal elastik yöntemde 2855.7 kN dur. Aynı şekilde Y yönünde de doğrusal olmayan analizde 3628.62 kN, doğrusal elastik analizde ise 1894.69 kN mertebelerindedir.

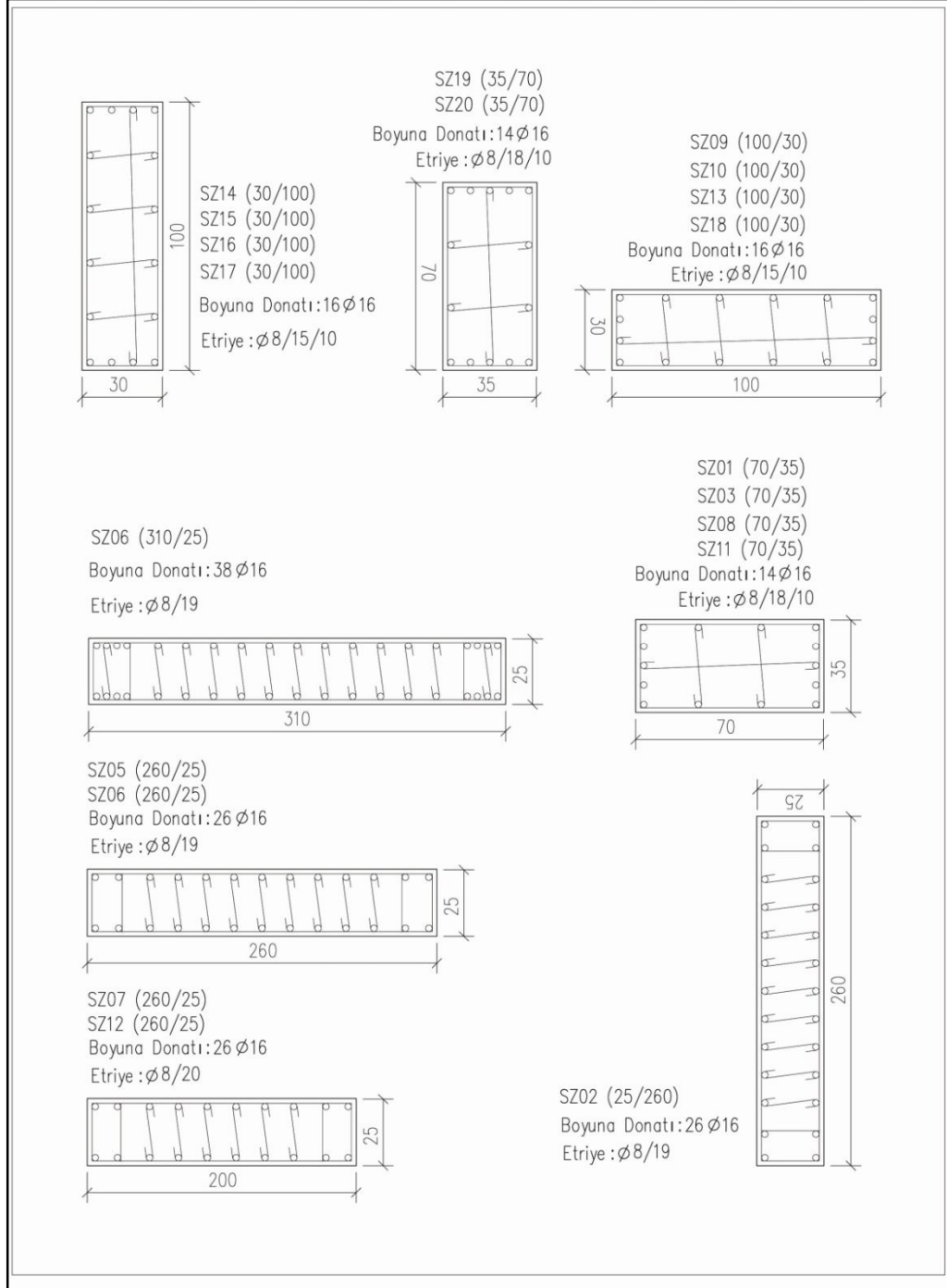
Doğrusal olmayan analizde artan taban kesme kuvveti kapasitesinin nedeni öncelikli olarak tasarım aşamasında beton ve çeliğin azaltılmış dayanımları üzerinden hesap yapılmasıdır. Beton dayanımı tasarım esnasında 1.5 kat, çeliğin dayanımı ise 1.15 kat azaltılarak hesaba alınmaktadır. Diğer bir sebep ise yük artırımı adımları ile birlikte kapasitelerine ulaşan kesitlerde plastik mafsall oluşması ve bu kesite plastik mafsall anından sonra gelen yüklerin diğer kesitlerce ortaklaşa paylaşılmasıdır. Böylece sistem içerisinde dengeli bir yük dağılımı sağlanarak sistemin dayanımı artmaktadır. Hiperstatiklik derecesi yüksek olan yapılarda yapı elemanlarının birbiri ile yardımlaşması daha kolay olacağından mekanizma yükünün daha yüksek olacağı söylenebilmektedir.

KAYNAKLAR

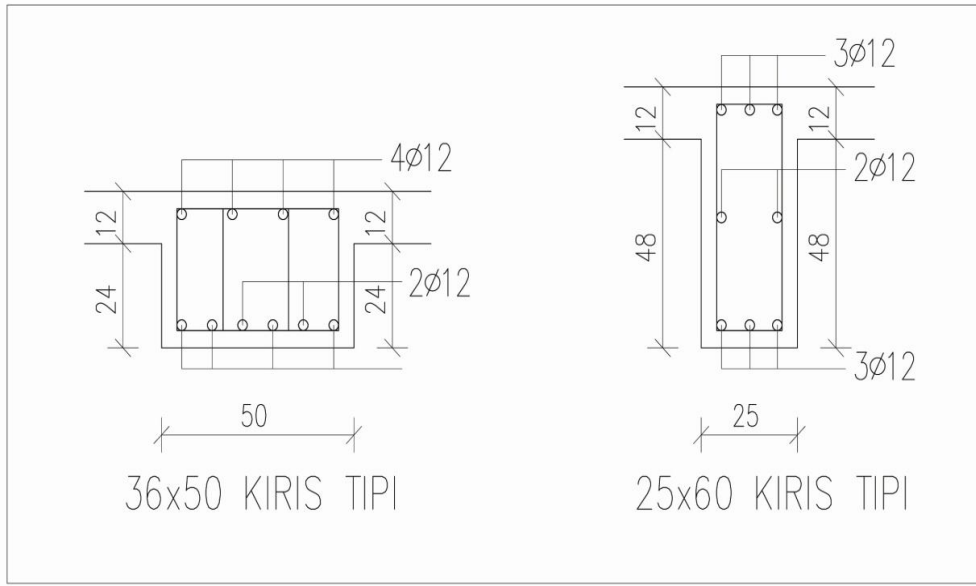
- [1] **Betonarme Tablo ve Abaklar**, 2004. İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi Matbaası.
- [2] **Celep, Z.**, 2007. Betonarme Taşıyıcı Sistemlerde Doğrusal Olmayan Davranış ve Çözümleme, *Beta Dağıtım*, İstanbul.
- [3] **Celep, Z., Kumbasar, N.**, 2005. Betonarme Yapılar, *Beta Dağıtım*, İstanbul.
- [4] **Celep, Z., Kumbasar, N.**, 2004. Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, *Beta Dağıtım*, İstanbul.
- [5] **Darılmaz, K.**, 2008. Betonarme Düzlem Çerçeve Bir Yapının Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi İle Performans Değerlendirmesi, *İMO İstanbul Bülten*, **94**, s.18-22, İstanbul.
- [6] **DBYBHY**, 2007, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, Bayındırlık Bakanlığı, Ankara.
- [7] **Günay, Ö., Orakdöğen, E., Darılmaz, K.**, 2003. Örneklerle SAP 2000, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- [8] **Korkmaz, K.A., Düzgün M.**, 2006. İnşaat Mühendisleri Odası Teknik Dergi, Yazı 255, Cilt 17, Sayı 2, İstanbul.
- [9] **Özer, E.**, 2004. Yapı Sistemlerinin Lineer Olmayan Analizi Ders Notları, İstanbul.
- [10] **Park, R., and Paulay T.**, 1975. Reinforced Concrete Structures, John Wiley, New York.
- [11] **SAP 2000**, Integrated Structural Analysis and Design Software, Computer and Structures Inc., Berkeley, California.
- [12] **TS-498**, 1987, Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, Ankara.
- [13] **TS-500**, 2000, Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü*, İstanbul.
- [14] **XTRACT 2001**, Cross Sectional Analysis of Components, Imbsen Software System, Sacramento.

EKLER

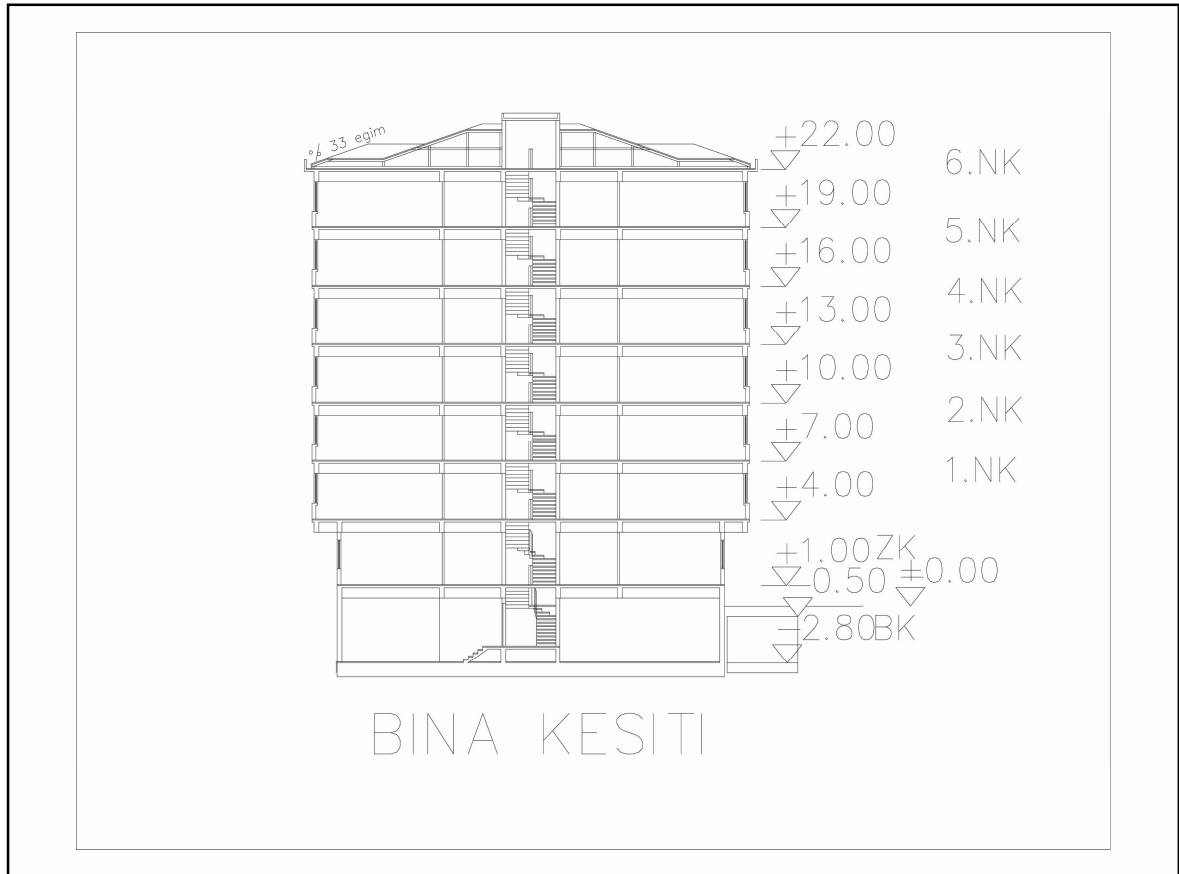
EK A : Yapı ve model bilgileri



Şekil A.1.a: Kolon ve perde donatıları



Şekil A.1.b: Kiriş donatıları



Şekil A.1.c: Bina kesiti

Çizelge A.1: Döşeme ve duvar yükleri

Kolon Adı	Is	Döşemeden Kirişe Gelen		Duvardan Kirişe Gelen
		Sabit Yük	Hareketli Yük	
KZ01	4.68	10.30	4.58	11.70
KZ02	4.68	10.30	4.58	11.7
KZ03	1.33	2.00	0.89	3.325
KZ03A	1.65	5.36	3.85	4.125
KZ04	4.68	19.94	8.86	11.7
KZ05	4.68	19.94	8.86	11.7
KZ06	1.33	2.00	0.89	3.325
KZ06A	1.65	5.36	3.85	4.125
KZ07	3.25	11.57	5.14	8.125
KZ08	3.25	11.57	5.14	8.125
PS04	2.18	6.54	2.91	5.45
PS05	2.18	6.54	2.91	5.45
PS06	2.85	10.66	4.74	7.125
KZ09	1.38	2.07	0.92	3.45
KZ10	5.13	16.56	7.36	12.825
KZ11	2.85	10.88	7.37	7.125
KZ12	5.13	16.56	7.36	12.825
KZ13	1.38	2.07	0.92	3.45
KZ14	3.25	10.35	4.60	8.125
KZ15	3.25	10.35	4.60	8.125
KZ16	1.38	4.73	3.46	3.45
KZ17	5.13	20.19	8.97	12.825
KZ18	3.25	12.44	5.53	8.125
KZ19	2.85	4.99	4.75	7.125
KZ21	3.25	12.44	5.53	8.125
KZ23	3.25	6.96	3.09	8.125
KZ26	5.13	20.19	8.97	12.825
KZ27	1.38	4.73	3.46	3.45
KZ28	5.13	11.32	5.03	12.825
KZ30	3.25	6.96	3.09	8.125
KZ32	5.13	11.32	5.03	12.825
KZ35	4.28	0.00	0.00	10.7
KZ36	4.68	19.94	8.86	11.7
KZ37	1.33	2.00	0.89	3.325
KZ38	1.65	5.36	3.85	4.125
KZ39	3.25	11.57	5.14	8.125
KZ40	3.25	11.57	5.14	8.125
KZ41	2.18	6.54	2.91	5.45
KZ42	2.18	6.54	2.91	5.45
KZ43	2.85	10.66	4.74	7.125
KZ44	1.38	4.73	3.46	3.45
KZ45	5.13	20.19	8.97	12.825
KZ46	3.25	12.44	5.53	8.125
KZ47	2.85	4.99	4.75	7.125
KZ49	3.25	12.44	5.53	8.125
KZ51	3.25	6.96	3.09	8.125
KZ52	4.28	0.00	0.00	10.7
KZ53	4.68	19.94	8.86	11.7
KZ54	1.33	2.00	0.89	3.325
KZ55	1.65	5.36	3.85	4.125
KZ56	1.38	2.07	0.92	3.45
KZ57	3.25	10.35	4.60	8.125
KZ58	3.25	10.35	4.60	8.125
KZ59	1.38	4.73	3.46	3.45
KZ60	5.13	20.19	8.97	12.825
KZ61	3.25	12.44	5.53	8.125
KZ62	1.65	5.36	3.85	4.125
KZ63	3.25	11.57	5.14	8.125
KZ64	3.25	11.57	5.14	8.125
KZ65	2.18	6.54	2.91	5.45
KZ66	2.18	6.54	2.91	5.45
KZ67	2.85	10.66	4.74	7.125
KZ68	1.38	2.07	0.92	3.45
KZ69	5.13	16.56	7.36	12.825
KZ70	2.85	10.88	7.37	7.125
KZ71	5.13	16.56	7.36	12.825

Çizelge A.2: Kolon boyut kontrolü ve çatlamış kesit rijitlikleri

KOLON	Nd 1 (G+0.3Q)	Nd 2 (1.4G+1.6Q)	Ac	Ac x a	VAROLAN Ac	(Nd1 / Ac*fcm)	Çatlamış Kesit Eğilme Rijitliği
	KN	KN	(mm2)	(mm2)	(mm2)		
SZ01	868	1350	108012	140415	245000	0	1
SZ02	2435	3858	308603	401184	650000	0	1
SZ03	1001	1585	126798	164837	245000	0	1
SZ04	1682	2671	213696	277805	650000	0	0
SZ05	1687	2677	214172	278424	650000	0	0
SZ06	1491	2355	188374	244886	775000	0	0
SZ07	1713	2680	214439	278771	500000	0	0
SZ08	829	1319	105517	137172	245000	0	0
SZ09	693	1104	88308	114801	300000	0	0
SZ10	692	1103	88217	114682	300000	0	0
SZ11	858	1359	108693	141301	245000	0	1
SZ12	1719	2689	215157	279704	500000	0	0
SZ13	1568	2469	197485	256731	300000	0	1
SZ14	1570	2471	197662	256961	300000	0	1
SZ15	1174	1862	148992	193689	300000	0	1
SZ16	1180	1871	149648	194543	300000	0	1
SZ17	1606	2521	201698	262207	300000	0	1
SZ18	1571	2473	197829	257177	300000	0	1
SZ19	1001	1586	126903	164974	245000	0	1
SZ20	866	1348	107832	140182	245000	0	1
S101	744	1160	92806	120648	245000	0	0
S102	2059	3261	260898	339168	650000	0	0
S103	835	1320	105595	137274	245000	0	0
S104	1460	2316	185283	240867	650000	0	0
S105	1465	2323	185823	241570	650000	0	0
S106	1325	2095	167569	217840	775000	0	0
S107	1460	2286	182874	237736	500000	0	0
S108	702	1115	89176	115929	245000	0	0
S109	581	923	73865	96025	300000	0	0
S110	580	922	73763	95892	300000	0	0
S111	724	1146	91707	119219	245000	0	0
S112	1466	2294	183542	238605	500000	0	0
S113	1335	2102	168150	218595	300000	0	1
S114	1326	2087	166987	217083	300000	0	1
S115	1004	1591	127319	165515	300000	0	0
S116	1009	1599	127933	166313	300000	0	0
S117	1356	2129	170354	221461	300000	0	1
S118	1338	2106	168477	219020	300000	0	1
S119	835	1321	105685	137390	245000	0	0
S120	743	1158	92633	120423	245000	0	0
S201	617	964	77131	100271	245000	0	0
S202	1692	2680	214370	278680	650000	0	0
S203	678	1071	85645	111338	245000	0	0
S204	1226	1943	155411	202034	650000	0	0
S205	1230	1949	155936	202717	650000	0	0
S206	1129	1785	142813	185657	775000	0	0
S207	1207	1891	151317	196712	500000	0	0
S208	577	915	73213	95177	245000	0	0
S209	476	756	60454	78590	300000	0	0
S210	475	754	60353	78458	300000	0	0
S211	595	940	75208	97771	245000	0	0

Çizelge A.2: Kolon boyut kontrolü ve çatlamış kesit rijitlikleri (devam)

KOLON	Nd 1 (G+0.3Q)	Nd 2 (1.4G+1.6Q)	Ac	Ac x a	VAROLAN Ac	(Nd1 / Ac*fc _m)	Çatlamış Kesit Eğilme Rijitliği
	KN	KN	(mm ²)	(mm ²)	(mm ²)		
S212	1212	1899	151906	197477	500000	0	0
S213	1103	1736	138896	180565	300000	0	1
S214	1088	1714	137085	178211	300000	0	1
S215	832	1318	105423	137050	300000	0	0
S216	836	1325	105967	137757	300000	0	0
S217	1113	1748	139831	181781	300000	0	1
S218	1105	1740	139190	180947	300000	0	1
S219	678	1072	85720	111436	245000	0	0
S220	616	962	76976	100068	245000	0	0
S301	488	764	61153	79499	245000	0	0
S302	1332	2109	168687	219293	650000	0	0
S303	528	833	66656	86653	245000	0	0
S304	982	1555	124396	161715	650000	0	0
S305	986	1561	124856	162313	650000	0	0
S306	914	1445	115637	150328	775000	0	0
S307	954	1497	119750	155676	500000	0	0
S308	454	720	57583	74858	245000	0	0
S309	375	594	47541	61803	300000	0	0
S310	374	593	47450	61685	300000	0	0
S311	468	739	59116	76851	245000	0	0
S312	958	1503	120240	156311	500000	0	0
S313	871	1371	109672	142574	300000	0	0
S314	855	1347	107726	140044	300000	0	0
S315	658	1042	83393	108411	300000	0	0
S316	662	1048	83849	109004	300000	0	0
S317	874	1374	109886	142852	300000	0	0
S318	873	1374	109921	142898	300000	0	0
S319	529	834	66716	86731	245000	0	0
S320	487	763	61022	79328	245000	0	0
S401	359	563	45009	58512	245000	0	0
S402	976	1546	123658	160755	650000	0	0
S403	384	604	48330	62828	245000	0	0
S404	732	1157	92547	120311	650000	0	0
S405	736	1161	92905	120776	650000	0	0
S406	686	1086	86876	112938	775000	0	0
S407	701	1102	88183	114638	500000	0	0
S408	333	527	42154	54800	245000	0	0
S409	276	436	34873	45335	300000	0	0
S410	275	435	34803	45243	300000	0	0
S411	343	541	43279	56263	245000	0	0
S412	704	1107	88558	115125	500000	0	0
S413	639	1006	80478	104621	300000	0	0
S414	625	985	78786	102421	300000	0	0
S415	484	766	61261	79639	300000	0	0
S416	487	770	61618	80103	300000	0	0
S417	639	1005	80387	104503	300000	0	0
S418	640	1008	80672	104874	300000	0	0
S419	384	605	48374	62886	245000	0	0
S420	358	561	44907	58379	245000	0	0
S501	228	360	28776	37409	245000	0	0
S502	625	989	79083	102807	650000	0	0

Çizelge A.2: Kolon boyut kontrolü ve çatlamış kesit rijitlikleri (devam)

KOLON	Nd 1 (G+0.3Q)	Nd 2 (1.4G+1.6Q)	Ac	Ac x a	VAROLAN Ac	(Nd1 / Ac*fc _m)	Çatlamış Kesit Eğilme Rijitliği
	KN	KN	(mm ²)	(mm ²)	(mm ²)		
S503	242	380	30415	39540	245000	0	0
S504	478	752	60141	78183	650000	0	0
S505	480	755	60371	78483	650000	0	0
S506	451	714	57147	74292	775000	0	0
S507	448	708	56617	73602	500000	0	0
S508	213	336	26851	34907	245000	0	0
S509	177	279	22305	28996	300000	0	0
S510	177	278	22260	28938	300000	0	0
S511	220	345	27606	35887	245000	0	0
S512	450	711	56868	73929	500000	0	0
S513	407	641	51302	66692	300000	0	0
S514	397	627	50143	65186	300000	0	0
S515	309	488	39067	50787	300000	0	0
S516	311	491	39317	51112	300000	0	0
S517	406	640	51206	66567	300000	0	0
S518	408	643	51435	66865	300000	0	0
S519	243	381	30444	39577	245000	0	0
S520	227	359	28706	37318	245000	0	0
S601	97	156	12462	16200	245000	0	0
S602	275	435	34786	45222	650000	0	0
S603	104	160	12779	16613	245000	0	0
S604	220	342	27327	35525	650000	0	0
S605	221	343	27407	35629	650000	0	0
S606	212	336	26891	34959	775000	0	0
S612	197	315	25176	32729	500000	0	0
S608	94	145	11600	15080	245000	0	0
S609	79	122	9749	12674	300000	0	0
S610	79	122	9740	12662	300000	0	0
S611	98	150	12021	15628	245000	0	0
S612	197	315	25176	32729	500000	0	0
S613	175	277	22171	28822	300000	0	0
S614	171	272	21751	28276	300000	0	0
S615	134	210	16827	21875	300000	0	0
S616	135	212	16965	22054	300000	0	0
S617	176	279	22289	28976	300000	0	0
S618	176	278	22237	28909	300000	0	0
S619	104	160	12798	16638	245000	0	0
S620	96	155	12431	16161	245000	0	0

EK B : Analiz sonuçları

Çizelge B.1.a: X-X yönünde zemin kat kirişleri hasar sınırı

C	UÇ	M3	Øp	Øy	Øt	εC	εS	HASAR BÖLGESİ
		KN-m	1/m x 103	1/mx 103	1/mx 103			
KZ04	1	-53.0487	21.76	12.25	34.01	0.001	0.010	BHB
KZ05	1	-53.3379	20.73	12.25	32.98	0.001	0.010	MHB
KZ07	0	96.0575	6.92	7.35	14.27	0.001	0.007	MHB
KZ07	1	-91.4185	9.27	7.35	16.62	0.001	0.009	MHB
KZ08	0	95.0417	0.54	7.35	7.89	0.001	0.004	MHB
KZ08	1	-91.7296	14.10	7.35	21.45	0.001	0.011	BHB
KZ10	0	96.4525	17.45	7.35	24.80	0.001	0.012	BHB
KZ10	1	-92.9795	23.15	7.35	30.50	0.001	0.016	BHB
KZ11	1	96.1336	13.59	7.35	20.94	0.001	0.011	BHB
KZ11	0	-92.3914	17.03	7.35	24.38	0.001	0.013	BHB
KZ12	0	97.1752	17.87	7.35	25.22	0.001	0.012	BHB
KZ12	1	-93.3378	22.95	7.35	30.30	0.001	0.016	BHB
KZ15	0	-90.7811	1.36	7.35	8.71	0.001	0.004	MHB
KZ17	0	-53.6105	38.09	12.25	50.34	0.001	0.015	BHB
KZ18	1	80.5427	7.77	12.25	20.02	0.001	0.006	MHB
KZ18	0	-53.1268	24.33	12.25	36.58	0.001	0.011	BHB
KZ19	1	96.5381	11.13	7.35	18.48	0.001	0.010	MHB
KZ19	0	-91.9489	12.63	7.35	19.98	0.001	0.010	BHB
KZ21	1	80.6673	7.08	12.25	19.33	0.001	0.006	MHB
KZ21	0	-53.279	26.39	12.25	38.64	0.001	0.012	BHB
KZ23	0	-90.7009	0.83	7.35	8.18	0.001	0.004	MHB
KZ26	0	-54.252	47.09	12.25	59.34	0.001	0.018	BHB
KZ28	1	95.1489	2.90	7.35	10.25	0.001	0.005	MHB
KZ32	0	-91.7196	9.53	7.35	16.88	0.001	0.009	MHB
KZ42	0	-53.2392	11.50	12.25	23.75	0.001	0.007	MHB
KZ45	1	95.8731	5.31	7.35	12.66	0.001	0.006	MHB
KZ45	0	-91.2415	4.76	7.35	12.11	0.001	0.006	MHB
KZ46	1	-90.3695	0.78	7.35	8.13	0.001	0.004	MHB
KZ49	0	-89.8988	0.03	7.35	7.38	0.001	0.004	MHB
KZ50	0	-90.17	2.27	7.35	9.62	0.001	0.005	MHB
KZ51	0	96.4085	9.99	7.35	17.34	0.001	0.008	MHB
KZ51	1	-92.0399	15.09	7.35	22.44	0.001	0.012	BHB
KZ52	1	95.3137	0.42	7.35	7.77	0.001	0.004	MHB
KZ52	0	-90.9315	9.31	7.35	16.66	0.001	0.009	MHB
KZ53	0	-90.592	1.85	7.35	9.20	0.001	0.005	MHB
KZ56	0	96.5321	14.22	7.35	21.57	0.001	0.010	BHB
KZ57	1	95.5559	3.34	7.35	10.69	0.001	0.005	MHB
KZ58	0	-90.6354	4.04	7.35	11.39	0.001	0.006	MHB
KZ60	1	95.4635	1.73	7.35	9.08	0.001	0.004	MHB
KZ60	0	-91.2142	8.66	7.35	16.01	0.001	0.008	MHB
KZ61	1	-91.1392	2.89	7.35	10.24	0.001	0.005	MHB
KZ65	0	-53.0055	12.32	12.25	24.57	0.001	0.007	MHB
KZ66	1	-90.2226	0.17	7.35	7.52	0.001	0.004	MHB
KZ68-A	0	-90.6664	2.74	7.35	10.09	0.001	0.005	MHB
KZ03A	0	96.6755	12.33	7.35	19.68	0.001	0.009	MHB
KZ03A	1	-91.3612	8.72	7.35	16.07	0.001	0.008	MHB
KZS03	1	-91.6064	15.72	7.35	23.07	0.001	0.012	BHB

Çizelge B.1.b: X-X yönünde 1. kat kirişleri hasar sınırı

Kiriş	Uç	M3	Øp	Øy	Øt	εc	εs	HASAR BÖLGESİ
		KN-m	1/m x 103	1/mx 103	1/mx 103			
K104	1	-53.3316	27.59	12.25	39.84	0.001	0.012	BHB
K105	1	-53.3984	26.78	12.25	39.03	0.001	0.012	BHB
K107	1	-91.2214	11.89	7.35	19.24	0.001	0.010	MHB
K108	1	-92.9308	19.21	7.35	26.56	0.001	0.014	BHB
K110	0	97.9142	23.73	7.35	31.08	0.001	0.015	BHB
K110	1	-93.2698	26.99	7.35	34.34	0.001	0.018	BHB
K111	1	96.6943	18.48	7.35	25.83	0.001	0.013	BHB
K111	0	-92.638	19.80	7.35	27.15	0.001	0.014	BHB
K112	0	97.5593	22.92	7.35	30.27	0.001	0.015	BHB
K112	1	-93.096	28.73	7.35	36.08	0.001	0.019	BHB
K114	1	95.5229	2.97	7.35	10.32	0.001	0.005	MHB
K114	0	-91.2541	5.97	7.35	13.32	0.001	0.007	MHB
K115	1	95.642	3.29	7.35	10.64	0.001	0.005	MHB
K115	0	-91.0571	5.14	7.35	12.49	0.001	0.006	MHB
K117	1	80.3928	7.21	12.25	19.46	0.001	0.006	MHB
K117	0	-54.0956	46.39	12.25	58.64	0.001	0.018	BHB
K118	1	81.1449	15.26	12.25	27.51	0.001	0.008	MHB
K118	0	-53.5365	34.00	12.25	46.25	0.001	0.014	BHB
K119	1	96.9677	17.17	7.35	24.52	0.001	0.013	BHB
K119	0	-92.4985	17.68	7.35	25.03	0.001	0.013	BHB
K121	1	81.1023	14.53	12.25	26.78	0.001	0.008	MHB
K121	0	-53.7009	32.09	12.25	44.34	0.001	0.013	BHB
K123	0	-91.0083	6.07	7.35	13.42	0.001	0.007	MHB
K126	0	-54.5103	58.58	12.25	70.83	0.001	0.022	BHB
K128	1	95.9686	8.59	7.35	15.94	0.001	0.008	MHB
K128	0	-90.7333	1.53	7.35	8.88	0.001	0.004	MHB
K130	1	94.4818	0.46	7.35	7.81	0.001	0.004	MHB
K132	0	-91.7573	14.66	7.35	22.01	0.001	0.011	BHB
K141	1	-53.2492	18.33	12.25	30.58	0.001	0.009	MHB
K142	0	-52.8709	18.83	12.25	31.08	0.001	0.009	MHB
K143	1	-89.905	0.10	7.35	7.45	0.001	0.004	MHB
K145	1	95.976	8.36	7.35	15.71	0.001	0.008	MHB
K145	0	-90.8735	6.93	7.35	14.28	0.001	0.007	MHB
K146	1	-90.3228	0.53	7.35	7.88	0.001	0.004	MHB
K149	0	-90.3641	3.03	7.35	10.38	0.001	0.005	MHB
K150	0	-90.5479	1.85	7.35	9.20	0.001	0.005	MHB
K151	0	96.8337	15.42	7.35	22.77	0.001	0.011	BHB
K151	1	-92.4618	20.17	7.35	27.52	0.001	0.014	BHB
K152	1	94.8781	4.41	7.35	11.76	0.001	0.006	MHB
K152	0	-92.2286	12.77	7.35	20.12	0.001	0.01	BHB
K153	0	-91.0074	1.74	7.35	9.09	0.001	0.005	MHB
K156	1	-92.3402	17.12	7.35	24.47	0.001	0.013	BHB
K157	1	95.3291	6.55	7.35	13.90	0.001	0.007	MHB
K157	0	-90.9461	1.01	7.35	8.36	0.001	0.004	MHB
K158	0	-90.7413	7.84	7.35	15.19	0.001	0.008	MHB
K159	0	-90.9024	2.24	7.35	9.59	0.001	0.005	MHB
K160	1	95.1976	5.33	7.35	12.68	0.001	0.006	MHB
K160	0	-91.2542	11.24	7.35	18.59	0.001	0.01	MHB
K161	1	-90.5448	3.67	7.35	11.02	0.001	0.006	MHB
K164	1	-52.5261	7.31	12.25	19.56	0.001	0.006	MHB
K165	0	-53.0145	18.63	12.25	30.88	0.001	0.009	MHB
K168	0	-90.9485	9.36	7.35	16.71	0.001	0.009	MHB
K169	0	-52.2273	0.82	12.25	13.07	0.000	0.004	MHB
KS101	1	-91.6444	9.70	7.35	17.05	0.001	0.009	MHB
KS103	0	96.3064	9.59	7.35	16.94	0.001	0.008	MHB
KS103	1	-92.3585	16.42	7.35	23.77	0.001	0.012	BHB

Çizelge B.1.c: X-X yönünde 2. kat kirişleri hasar sınırı

Kiriş	Uç	M3	Øp	Øy	Øt	εc	εs	HASAR BÖLGESİ
		KN-m	1/m x 103	1/mx 103	1/mx 103			
K202	1	-90.9427	0.98	7.35	8.33	0.001	0.004	MHB
K204	1	-53.5326	31.94	12.25	44.19	0.001	0.013	BHB
K205	1	-53.6414	31.42	12.25	43.67	0.001	0.013	BHB
K207	0	96.5993	14.21	7.35	21.56	0.001	0.010	BHB
K207	1	-91.7105	13.63	7.35	20.98	0.001	0.011	BHB
K208	0	95.7923	4.61	7.35	11.96	0.001	0.006	MHB
K208	1	-92.3142	21.72	7.35	29.07	0.001	0.015	BHB
K210	0	97.5863	25.83	7.35	33.18	0.001	0.016	BHB
K210	1	-93.5395	29.62	7.35	36.97	0.001	0.020	BHB
K211	1	97.2024	19.66	7.35	27.01	0.001	0.014	BHB
K211	0	-92.9587	21.34	7.35	28.69	0.001	0.015	BHB
K212	0	97.9929	25.37	7.35	32.72	0.001	0.016	BHB
K212	1	-93.5564	30.78	7.35	38.13	0.001	0.020	BHB
K214	1	95.6394	5.62	7.35	12.97	0.001	0.007	MHB
K214	0	-91.7362	8.25	7.35	15.60	0.001	0.008	MHB
K215	1	95.1135	5.65	7.35	13.00	0.001	0.007	MHB
K215	0	-90.8704	7.13	7.35	14.48	0.001	0.007	MHB
K217	1	80.1371	10.77	12.25	23.02	0.001	0.007	MHB
K217	0	-54.0559	49.59	12.25	61.84	0.001	0.019	BHB
K218	1	80.9917	18.57	12.25	30.82	0.001	0.009	MHB
K218	0	-53.665	37.24	12.25	49.49	0.001	0.015	BHB
K219	1	96.5144	19.35	7.35	26.70	0.001	0.014	BHB
K219	0	-92.4393	20.10	7.35	27.45	0.001	0.014	BHB
K221	1	80.958	17.87	12.25	30.12	0.001	0.009	MHB
K221	0	-53.8838	34.41	12.25	46.66	0.001	0.014	BHB
K223	0	-91.6678	7.63	7.35	14.98	0.001	0.008	MHB
K226	0	-54.5916	63.71	12.25	75.96	0.001	0.023	BHB
K228	1	95.6203	10.77	7.35	18.12	0.001	0.009	MHB
K228	0	-90.3811	2.42	7.35	9.77	0.001	0.005	MHB
K230	1	95.5149	2.18	7.35	9.53	0.001	0.005	MHB
K232	0	-91.7772	16.94	7.35	24.29	0.001	0.013	BHB
K241	1	-53.1875	21.00	12.25	33.25	0.001	0.010	MHB
K242	1	79.9638	0.41	12.25	12.66	0.000	0.004	MHB
K242	0	-52.9797	20.24	12.25	32.49	0.001	0.010	MHB
K243	1	-89.8803	0.01	7.35	7.36	0.001	0.004	MHB
K245	1	96.2683	8.77	7.35	16.12	0.001	0.008	MHB
K245	0	-90.7021	7.24	7.35	14.59	0.001	0.007	MHB
K246	1	-90.5748	0.72	7.35	8.07	0.001	0.004	MHB
K249	0	-90.3918	4.32	7.35	11.67	0.001	0.006	MHB
K250	0	-90.3208	1.42	7.35	8.77	0.001	0.004	MHB
K251	0	97.0363	16.94	7.35	24.29	0.001	0.012	BHB
K251	1	-92.8476	21.74	7.35	29.09	0.001	0.015	BHB
K252	1	95.8067	5.83	7.35	13.18	0.001	0.007	MHB
K252	0	-92.0679	14.29	7.35	21.64	0.001	0.011	BHB
K253	0	-90.2919	1.88	7.35	9.23	0.001	0.005	MHB
K256	0	97.4825	19.66	7.35	27.01	0.001	0.013	BHB
K257	1	96.1192	7.46	7.35	14.81	0.001	0.008	MHB
K257	0	-90.1798	2.32	7.35	9.67	0.001	0.005	MHB
K258	0	-90.9021	8.22	7.35	15.57	0.001	0.008	MHB
K259	0	-90.6832	2.48	7.35	9.83	0.001	0.005	MHB
K260	1	95.7911	5.73	7.35	13.08	0.001	0.007	MHB
K260	0	-91.9545	11.83	7.35	19.18	0.001	0.010	MHB
K261	1	-90.4433	4.52	7.35	11.87	0.001	0.006	MHB
K264	1	-52.7897	9.04	12.25	21.29	0.001	0.006	MHB
K265	1	79.5585	0.38	12.25	12.63	0.000	0.004	MHB
K265	0	-52.9052	19.61	12.25	31.86	0.001	0.009	MHB
K266	1	-90.098	0.29	7.35	7.64	0.001	0.004	MHB
K268	0	-91.1997	10.39	7.35	17.74	0.001	0.009	MHB
K269	0	-52.1905	0.61	12.25	12.86	0.000	0.004	MHB
KS201	1	-91.378	10.53	7.35	17.88	0.001	0.009	MHB

Çizelge B.1.d: X-X yönünde 3. kat kirişleri hasar sınırı

Kiriş	Uç	M3	Øp	Øy	Øt	EC	ES	HASAR BÖLGESİ
		KN-m	1/m x 103	1/mx 103	1/mx 103			
K302	1	-91.0115	1.61	7.35	8.96	0.001	0.004	MHB
K304	1	-53.4473	32.97	12.25	45.22	0.001	0.014	BHB
K305	1	-53.6135	32.45	12.25	44.70	0.001	0.013	BHB
K307	0	96.4105	14.43	7.35	21.78	0.001	0.010	BHB
K307	1	-91.5897	13.93	7.35	21.28	0.001	0.011	BHB
K308	1	-92.9927	21.90	7.35	29.25	0.001	0.015	BHB
K310	0	97.2201	25.44	7.35	32.79	0.001	0.016	BHB
K310	1	-93.9073	28.97	7.35	36.32	0.001	0.019	BHB
K311	1	96.9399	18.96	7.35	26.31	0.001	0.014	BHB
K311	0	-92.8837	20.55	7.35	27.90	0.001	0.015	BHB
K312	0	97.5242	24.92	7.35	32.27	0.001	0.016	BHB
K312	1	-93.5835	30.35	7.35	37.70	0.001	0.020	BHB
K314	1	95.3442	5.66	7.35	13.01	0.001	0.007	MHB
K314	0	-91.7393	8.28	7.35	15.63	0.001	0.008	MHB
K315	1	95.5608	5.29	7.35	12.64	0.001	0.006	MHB
K315	0	-91.581	6.83	7.35	14.18	0.001	0.007	MHB
K317	1	80.8029	9.40	12.25	21.65	0.001	0.006	MHB
K317	0	-53.9877	48.73	12.25	60.98	0.001	0.018	BHB
K318	1	80.5906	17.73	12.25	29.98	0.001	0.009	MHB
K318	0	-53.6887	36.22	12.25	48.47	0.001	0.015	BHB
K319	1	96.4987	18.88	7.35	26.23	0.001	0.014	BHB
K319	0	-92.2219	19.58	7.35	26.93	0.001	0.014	BHB
K321	1	80.938	16.43	12.25	28.68	0.001	0.008	MHB
K321	0	-53.9026	33.28	12.25	45.53	0.001	0.014	BHB
K323	0	-91.2359	7.21	7.35	14.56	0.001	0.007	MHB
K326	0	-54.6405	62.19	12.25	74.44	0.001	0.023	BHB
K328	1	96.3973	9.90	7.35	17.25	0.001	0.009	MHB
K328	0	-90.2083	2.15	7.35	9.50	0.001	0.005	MHB
K330	1	94.9412	1.57	7.35	8.92	0.001	0.004	MHB
K332	0	-92.2582	16.13	7.35	23.48	0.001	0.012	BHB
K341	1	-53.4276	22.24	12.25	34.49	0.001	0.010	BHB
K342	0	-52.9221	19.30	12.25	31.55	0.001	0.009	MHB
K345	1	96.0248	7.97	7.35	15.32	0.001	0.008	MHB
K345	0	-91.555	6.59	7.35	13.94	0.001	0.007	MHB
K346	1	-90.2789	0.95	7.35	8.30	0.001	0.004	MHB
K349	0	-90.4346	3.62	7.35	10.97	0.001	0.005	MHB
K350	0	-90.1662	0.94	7.35	8.29	0.001	0.004	MHB
K351	0	97.0929	16.59	7.35	23.94	0.001	0.011	BHB
K351	1	-93.1273	21.35	7.35	28.70	0.001	0.015	BHB
K352	1	95.179	6.08	7.35	13.43	0.001	0.007	MHB
K352	0	-91.7662	14.58	7.35	21.93	0.001	0.011	BHB
K353	0	-90.672	2.12	7.35	9.47	0.001	0.005	MHB
K356	0	97.135	18.96	7.35	26.31	0.001	0.013	BHB
K356	1	-92.5651	17.33	7.35	24.68	0.001	0.013	BHB
K357	1	95.9945	7.26	7.35	14.61	0.001	0.007	MHB
K357	0	-90.9437	2.08	7.35	9.43	0.001	0.005	MHB
K358	0	-91.5959	7.32	7.35	14.67	0.001	0.007	MHB
K359	0	-90.6033	2.20	7.35	9.55	0.001	0.005	MHB
K360	1	95.8583	5.18	7.35	12.53	0.001	0.006	MHB
K360	0	-91.6698	11.22	7.35	18.57	0.001	0.010	MHB
K361	1	-90.5134	5.27	7.35	12.62	0.001	0.006	MHB
K364	1	-52.6033	10.08	12.25	22.33	0.001	0.006	MHB
K365	0	-53.0086	18.12	12.25	30.37	0.001	0.009	MHB
K366	1	-90.1689	1.16	7.35	8.51	0.001	0.004	MHB
K368	0	-91.0319	9.40	7.35	16.75	0.001	0.009	MHB
KS301	1	-91.1081	10.23	7.35	17.58	0.001	0.009	MHB
KS303	1	-92.6265	18.57	7.35	25.92	0.001	0.014	BHB

Çizelge B.1.e: X-X yönünde 4. kat kirişleri hasar sınırı

Kiriş	Uç	M3	Øp	Øy	Øt	εc	εs	HASAR BÖLGESİ
		KN-m	1/m x 103	1/mx 103	1/mx 103			
K402	1	-90.5632	1.00	7.35	8.35	0.001	0.004	MHB
K404	1	-53.6582	31.21	12.25	43.46	0.001	0.013	BHB
K405	1	-53.496	30.52	12.25	42.77	0.001	0.013	BHB
K407	0	96.5665	13.16	7.35	20.51	0.001	0.010	MHB
K407	1	-91.4555	12.97	7.35	20.32	0.001	0.011	BHB
K408	0	95.7165	3.94	7.35	11.29	0.001	0.005	MHB
K408	1	-92.6564	20.63	7.35	27.98	0.001	0.015	BHB
K410	0	97.051	23.34	7.35	30.69	0.001	0.015	BHB
K410	1	-93.4371	26.64	7.35	33.99	0.001	0.018	BHB
K411	1	96.7971	16.92	7.35	24.27	0.001	0.013	BHB
K411	0	-92.1594	18.56	7.35	25.91	0.001	0.014	BHB
K412	0	97.5954	22.59	7.35	29.94	0.001	0.015	BHB
K412	1	-93.4552	28.30	7.35	35.65	0.001	0.019	BHB
K414	1	95.4843	4.07	7.35	11.42	0.001	0.006	MHB
K414	0	-90.6743	6.81	7.35	14.16	0.001	0.007	MHB
K415	1	95.6662	3.50	7.35	10.85	0.001	0.005	MHB
K415	0	-90.4916	5.49	7.35	12.84	0.001	0.006	MHB
K417	1	80.5297	5.50	12.25	17.75	0.001	0.005	MHB
K417	0	-54.2069	45.01	12.25	57.26	0.001	0.017	BHB
K418	1	80.4496	14.19	12.25	26.44	0.001	0.008	MHB
K418	0	-53.5974	32.20	12.25	44.45	0.001	0.013	BHB
K419	1	96.2364	16.56	7.35	23.91	0.001	0.012	BHB
K419	0	-92.664	17.25	7.35	24.60	0.001	0.013	BHB
K421	1	80.9642	12.17	12.25	24.42	0.001	0.007	MHB
K421	0	-53.4577	30.08	12.25	42.33	0.001	0.013	BHB
K423	0	-91.0013	5.14	7.35	12.49	0.001	0.006	MHB
K426	0	-54.4297	56.82	12.25	69.07	0.001	0.021	BHB
K428	1	95.5283	7.60	7.35	14.95	0.001	0.008	MHB
K428	0	-90.8551	1.02	7.35	8.37	0.001	0.004	MHB
K432	0	-91.6734	13.84	7.35	21.19	0.001	0.011	BHB
K441	1	-53.2486	22.44	12.25	34.69	0.001	0.010	BHB
K442	0	-52.7764	16.58	12.25	28.83	0.001	0.008	MHB
K445	1	95.562	6.44	7.35	13.79	0.001	0.007	MHB
K445	0	-91.4268	5.42	7.35	12.77	0.001	0.006	MHB
K446	1	-90.5934	1.06	7.35	8.41	0.001	0.004	MHB
K449	0	-90.3248	1.75	7.35	9.10	0.001	0.005	MHB
K450	0	-89.9555	0.44	7.35	7.79	0.001	0.004	MHB
K451	0	96.4299	15.06	7.35	22.41	0.001	0.011	BHB
K451	1	-92.9846	19.74	7.35	27.09	0.001	0.014	BHB
K452	1	95.3647	5.28	7.35	12.63	0.001	0.006	MHB
K452	0	-91.7957	13.97	7.35	21.32	0.001	0.011	BHB
K453	0	-90.9098	2.09	7.35	9.44	0.001	0.005	MHB
K456	0	96.8979	17.05	7.35	24.40	0.001	0.012	BHB
K456	1	-91.7708	15.50	7.35	22.85	0.001	0.012	BHB
K457	1	95.4449	6.32	7.35	13.67	0.001	0.007	MHB
K457	0	-90.2499	1.12	7.35	8.47	0.001	0.004	MHB
K458	0	-91.273	5.72	7.35	13.07	0.001	0.007	MHB
K459	0	-90.4468	1.30	7.35	8.65	0.001	0.004	MHB
K460	1	95.6963	3.77	7.35	11.12	0.001	0.006	MHB
K460	0	-91.2185	9.98	7.35	17.33	0.001	0.009	MHB
K461	1	-90.6187	5.69	7.35	13.04	0.001	0.007	MHB
K464	0	80.2076	5.40	12.25	17.65	0.001	0.004	MHB
K464	1	-52.6315	10.18	12.25	22.43	0.001	0.007	MHB
K465	0	-53.4305	14.78	12.25	27.03	0.001	0.008	MHB
K466	1	-90.743	1.83	7.35	9.18	0.001	0.005	MHB
K468	0	-90.6701	6.96	7.35	14.31	0.001	0.007	MHB
KS401	0	96.6661	14.02	7.35	21.37	0.001	0.010	BHB
KS401	1	-90.9915	9.15	7.35	16.50	0.001	0.008	MHB
KS403	0	96.1994	10.34	7.35	17.69	0.001	0.008	MHB
KS403	1	-92.1239	17.67	7.35	25.02	0.001	0.013	BHB

Çizelge B.1.f : X-X yönünde 5. kat kirişleri hasar sınırı

Kiriş	Uç	M3	Øp	Øy	Øt	εc	εs	HASAR BÖLGESİ
		KN-m	1/m x 103	1/mx 103	1/mx 103			
K502	1	-90.8844	0.44	7.35	7.79	0.001	0.004	MHB
K504	1	-53.5294	31.27	12.25	43.52	0.001	0.013	BHB
K505	1	-53.4868	29.39	12.25	41.64	0.001	0.012	BHB
K507	0	96.0656	11.65	7.35	19.00	0.001	0.009	MHB
K507	1	-91.6498	12.89	7.35	20.24	0.001	0.010	BHB
K508	0	95.0866	3.93	7.35	11.28	0.001	0.005	MHB
K508	1	-91.9705	18.94	7.35	26.29	0.001	0.014	BHB
K510	0	97.316	20.59	7.35	27.94	0.001	0.013	BHB
K510	1	-93.2186	24.12	7.35	31.47	0.001	0.017	BHB
K511	1	96.2438	14.65	7.35	22.00	0.001	0.011	BHB
K511	0	-91.8979	16.25	7.35	23.60	0.001	0.012	BHB
K512	0	97.318	20.10	7.35	27.45	0.001	0.013	BHB
K512	1	-93.3569	25.61	7.35	32.96	0.001	0.017	BHB
K514	1	95.5435	2.43	7.35	9.78	0.001	0.005	MHB
K514	0	-91.2381	4.83	7.35	12.18	0.001	0.006	MHB
K515	1	95.2218	1.76	7.35	9.11	0.001	0.005	MHB
K515	0	-90.5569	4.16	7.35	11.51	0.001	0.006	MHB
K517	1	80.0685	0.84	12.25	13.09	0.000	0.004	MHB
K517	0	-53.8791	41.26	12.25	53.51	0.001	0.016	BHB
K518	1	80.7732	10.39	12.25	22.64	0.001	0.007	MHB
K518	0	-53.387	28.16	12.25	40.41	0.001	0.012	BHB
K519	1	96.3398	14.10	7.35	21.45	0.001	0.011	BHB
K519	0	-92.0052	15.20	7.35	22.55	0.001	0.012	BHB
K521	1	80.4047	8.61	12.25	20.86	0.001	0.006	MHB
K521	0	-53.5726	27.52	12.25	39.77	0.001	0.012	BHB
K523	0	-90.7357	2.95	7.35	10.30	0.001	0.005	MHB
K526	0	-54.467	50.76	12.25	63.01	0.001	0.019	BHB
K528	1	95.7922	4.60	7.35	11.95	0.001	0.006	MHB
K528	0	-89.9142	0.11	7.35	7.46	0.001	0.004	MHB
K532	0	-91.8182	10.84	7.35	18.19	0.001	0.009	MHB
K541	1	-53.2973	22.10	12.25	34.35	0.001	0.010	BHB
K542	0	-53.0837	13.16	12.25	25.41	0.001	0.007	MHB
K543	1	-89.9156	0.00	7.35	7.35	0.001	0.004	MHB
K545	1	95.6425	4.63	7.35	11.98	0.001	0.006	MHB
K545	0	-91.2996	4.25	7.35	11.60	0.001	0.006	MHB
K546	1	-90.4278	1.42	7.35	8.77	0.001	0.004	MHB
K551	0	96.7834	13.27	7.35	20.62	0.001	0.010	MHB
K551	1	-91.9287	17.69	7.35	25.04	0.001	0.013	BHB
K552	1	95.4638	4.06	7.35	11.41	0.001	0.006	MHB
K552	0	-91.9007	12.97	7.35	20.32	0.001	0.011	BHB
K553	0	-91.0259	2.20	7.35	9.55	0.001	0.005	MHB
K556	0	96.5531	14.82	7.35	22.17	0.001	0.011	BHB
K556	1	-92.292	13.35	7.35	20.70	0.001	0.011	BHB
K557	1	95.8443	5.06	7.35	12.41	0.001	0.006	MHB
K558	0	-90.3233	3.65	7.35	11.00	0.001	0.006	MHB
K559	0	-90.2075	0.66	7.35	8.01	0.001	0.004	MHB
K560	1	95.5603	2.58	7.35	9.93	0.001	0.005	MHB
K560	0	-91.1318	8.42	7.35	15.77	0.001	0.008	MHB
K561	1	-90.9255	6.01	7.35	13.36	0.001	0.007	MHB
K564	0	80.5348	4.81	12.25	17.06	0.001	0.004	MHB
K564	1	-53.3264	9.72	12.25	21.97	0.001	0.006	MHB
K565	0	-52.7277	11.19	12.25	23.44	0.001	0.007	MHB
K566	1	-90.6369	2.77	7.35	10.12	0.001	0.005	MHB
K568	0	-90.5319	4.20	7.35	11.55	0.001	0.006	MHB
KS501	0	96.6381	12.82	7.35	20.17	0.001	0.010	MHB
KS501	1	-91.764	8.51	7.35	15.86	0.001	0.008	MHB
KS503	0	96.3447	9.44	7.35	16.79	0.001	0.008	MHB
KS503	1	-91.7261	16.56	7.35	23.91	0.001	0.012	BHB

Çizelge B.1.g : X-X yönünde 6. kat kirişleri hasar sınırı

Kiriş	Uç	M3	Øp	Øy	Øt	εc	εs	HASAR BÖLGESİ
		KN-m	1/m x 103	1/mx 103	1/mx 103			
K604	1	-52.7073	12.56	12.25	24.81	0.001	0.007	MHB
K605	1	-52.5148	6.01	12.25	18.26	0.001	0.005	MHB
K607	0	96.2761	8.84	7.35	16.19	0.001	0.008	MHB
K607	1	-91.3663	4.86	7.35	12.21	0.001	0.006	MHB
K608	1	-91.5362	12.89	7.35	20.24	0.001	0.010	BHB
K610	0	96.7483	19.28	7.35	26.63	0.001	0.013	BHB
K610	1	-92.7218	19.95	7.35	27.30	0.001	0.014	BHB
K611	1	96.2964	12.45	7.35	19.80	0.001	0.010	BHB
K611	0	-91.488	13.84	7.35	21.19	0.001	0.011	BHB
K612	0	97.071	16.66	7.35	24.01	0.001	0.012	BHB
K612	1	-93.1649	23.49	7.35	30.84	0.001	0.016	BHB
K617	1	79.6674	0.14	12.25	12.39	0.000	0.003	MHB
K617	0	-52.9991	20.42	12.25	32.67	0.001	0.010	MHB
K618	0	-52.6839	0.68	12.25	12.93	0.000	0.004	MHB
K619	0	-91.2575	4.59	7.35	11.94	0.001	0.006	MHB
K621	0	-52.7104	10.59	12.25	22.84	0.001	0.007	MHB
K626	0	-53.668	38.87	12.25	51.12	0.001	0.015	BHB
K628	1	94.6488	1.62	7.35	8.97	0.001	0.004	MHB
K632	0	-91.5999	7.00	7.35	14.35	0.001	0.007	MHB
K641	1	-53.1306	20.28	12.25	32.53	0.001	0.010	MHB
K642	0	-52.7318	10.58	12.25	22.83	0.001	0.007	MHB
K645	1	95.6755	3.93	7.35	11.28	0.001	0.006	MHB
K645	0	-90.7395	2.30	7.35	9.65	0.001	0.005	MHB
K651	0	95.5861	10.45	7.35	17.80	0.001	0.008	MHB
K651	1	-91.9698	16.36	7.35	23.71	0.001	0.012	BHB
K652	1	95.377	2.87	7.35	10.22	0.001	0.005	MHB
K652	0	-91.457	11.68	7.35	19.03	0.001	0.010	MHB
K656	0	96.7575	13.34	7.35	20.69	0.001	0.010	MHB
K656	1	-92.0591	11.22	7.35	18.57	0.001	0.010	MHB
K657	1	95.2955	5.68	7.35	13.03	0.001	0.007	MHB
K660	1	95.2687	0.03	7.35	7.38	0.001	0.004	MHB
K660	0	-90.8906	7.86	7.35	15.21	0.001	0.008	MHB
K661	1	-90.5491	4.59	7.35	11.94	0.001	0.006	MHB
K664	0	80.13	4.17	12.25	16.42	0.001	0.004	MHB
K664	1	-53.2836	8.60	12.25	20.85	0.001	0.006	MHB
K665	0	-52.7742	8.49	12.25	20.74	0.001	0.006	MHB
KS601	0	96.4674	10.51	7.35	17.86	0.001	0.008	MHB
KS601	1	-90.2277	1.31	7.35	8.66	0.001	0.004	MHB
KS603	1	-91.7177	14.32	7.35	21.67	0.001	0.011	BHB

Çizelge B.2.a: Y-Y yönünde zemin kat kirişleri hasar sınırı

kiriş	uç	M3	Øp	Øy	Øt	εc	εs	HASAR BÖLGESİ
		KN-m	1/m x 103	1/mx 103	1/mx 103			
KZ03	1	-91.19	10.02	7.35	17.37	0.001	0.009	MHB
KZ04	0	-52.54	6.43	12.25	18.68	0.001	0.005	MHB
KZ05	1	-52.50	6.44	12.25	18.69	0.001	0.005	MHB
KZ06	0	-91.18	10.01	7.35	17.36	0.001	0.009	MHB
KZ07	1	-91.67	8.68	7.35	16.03	0.001	0.008	MHB
KZ08	0	-91.78	8.67	7.35	16.02	0.001	0.008	MHB
KZ09	1	-91.13	11.51	7.35	18.86	0.001	0.010	MHB
KZ13	0	-91.16	11.48	7.35	18.83	0.001	0.010	MHB
KZ37	1	-53.70	31.06	12.25	43.31	0.001	0.013	BHB
KZ39	0	94.67	1.60	7.35	8.95	0.001	0.004	MHB
KZ39	1	-90.77	5.46	7.35	12.81	0.001	0.006	MHB
KZ41	0	80.05	2.33	12.25	14.58	0.001	0.004	MHB
KZ41	1	-53.38	23.34	12.25	35.59	0.001	0.011	BHB
KZ42	0	80.45	5.57	12.25	17.82	0.001	0.005	MHB
KZ42	1	-53.69	32.10	12.25	44.35	0.001	0.013	BHB
KZ43	1	-90.19	1.70	7.35	9.05	0.001	0.004	MHB
KZ44	0	96.76	13.04	7.35	20.39	0.001	0.011	BHB
KZ44	1	-92.59	16.35	7.35	23.70	0.001	0.012	BHB
KZ45	0	95.77	12.14	7.35	19.49	0.001	0.010	BHB
KZ45	1	-91.91	12.79	7.35	20.14	0.001	0.010	BHB
KZ46	0	95.37	8.11	7.35	15.46	0.001	0.008	MHB
KZ46	1	-93.15	21.84	7.35	29.19	0.001	0.015	BHB
KZ50	0	96.64	12.48	7.35	19.83	0.001	0.010	BHB
KZ50	1	-92.46	17.66	7.35	25.01	0.001	0.013	BHB
KZ51	0	96.80	13.43	7.35	20.78	0.001	0.011	BHB
KZ51	1	-91.28	12.12	7.35	19.47	0.001	0.010	BHB
KZ52	0	97.03	15.44	7.35	22.79	0.001	0.012	BHB
KZ52	1	-91.09	9.17	7.35	16.52	0.001	0.008	MHB
KZ53	0	-32.37	1.48	7.35	8.83	0.001	0.004	MHB
KZ55	1	95.87	12.47	7.35	19.82	0.001	0.010	BHB
KZ55	0	-92.71	17.68	7.35	25.03	0.001	0.013	BHB
KZ56	1	96.74	13.43	7.35	20.78	0.001	0.011	BHB
KZ56	0	-91.31	12.12	7.35	19.47	0.001	0.010	BHB
KZ57	1	97.04	15.49	7.35	22.84	0.001	0.012	BHB
KZ57	0	-91.84	9.19	7.35	16.54	0.001	0.008	MHB
KZ58	0	-90.20	1.69	7.35	9.04	0.001	0.004	MHB
KZ59	1	96.00	12.59	7.35	19.94	0.001	0.010	BHB
KZ59	0	-92.40	16.82	7.35	24.17	0.001	0.013	BHB
KZ60	1	96.13	12.13	7.35	19.48	0.001	0.010	BHB
KZ60	0	-91.57	12.80	7.35	20.15	0.001	0.010	BHB
KZ61	1	95.33	8.10	7.35	15.45	0.001	0.008	MHB
KZ61	0	-93.22	21.82	7.35	29.17	0.001	0.015	BHB
KZ64	1	80.10	2.32	12.25	14.57	0.001	0.004	MHB
KZ64	0	-53.53	23.30	12.25	35.55	0.001	0.011	BHB
KZ65	1	80.35	5.56	12.25	17.81	0.001	0.005	MHB
KZ65	0	-53.76	32.06	12.25	44.31	0.001	0.013	BHB
KZ66	1	94.66	1.59	7.35	8.94	0.001	0.004	MHB
KZ66	0	-90.75	5.45	7.35	12.80	0.001	0.006	MHB
KZ69	0	-53.75	31.03	12.25	43.28	0.001	0.013	BHB

Çizelge B.2.b: Y-Y yönünde 1. kat kirişleri hasar sınırı

Kiriş	Uç	M3	Øp	Øy	Øt	εc	εs	HASAR BÖLGESİ
		KN-m	1/m x 103	1/mx 103	1/mx 103			
K101	1	95.45	1.77	7.35	9.12	0.001	0.005	MHB
K102	0	95.47	1.77	7.35	9.12	0.001	0.005	MHB
K103	1	-91.04	10.66	7.35	18.01	0.001	0.009	MHB
K104	0	-52.73	13.23	12.25	25.48	0.001	0.007	MHB
K105	1	-53.39	13.08	12.25	25.33	0.001	0.007	MHB
K106	0	-91.10	10.64	7.35	17.99	0.001	0.009	MHB
K107	1	-92.08	12.27	7.35	19.62	0.001	0.010	BHB
K108	0	-92.18	12.28	7.35	19.63	0.001	0.010	BHB
K109	1	-92.22	17.22	7.35	24.57	0.001	0.013	BHB
K113	0	-91.79	17.56	7.35	24.91	0.001	0.013	BHB
K135	0	95.61	3.03	7.35	10.38	0.001	0.005	MHB
K135	1	-91.29	11.91	7.35	19.26	0.001	0.010	MHB
K137	0	81.17	16.27	12.25	28.52	0.001	0.008	MHB
K137	1	-54.77	55.00	12.25	67.25	0.001	0.020	BHB
K139	0	96.02	14.97	7.35	22.32	0.001	0.012	BHB
K139	1	-92.14	17.71	7.35	25.06	0.001	0.013	BHB
K141	0	81.39	24.94	12.25	37.19	0.001	0.011	BHB
K141	1	-54.72	46.37	12.25	58.62	0.001	0.018	BHB
K142	0	81.88	27.90	12.25	40.15	0.001	0.012	BHB
K142	1	-54.63	52.75	12.25	65.00	0.001	0.020	BHB
K143	1	-90.58	1.75	7.35	9.10	0.001	0.005	MHB
K144	0	98.17	25.44	7.35	32.79	0.001	0.017	BHB
K144	1	-93.55	30.11	7.35	37.46	0.001	0.020	BHB
K145	0	97.72	25.81	7.35	33.16	0.001	0.017	BHB
K145	1	-93.54	26.59	7.35	33.94	0.001	0.018	BHB
K146	0	97.63	21.45	7.35	28.80	0.001	0.015	BHB
K146	1	-94.43	33.56	7.35	40.91	0.001	0.022	BHB
K147	0	-90.07	0.42	7.35	7.77	0.001	0.004	MHB
K150	0	98.12	25.00	7.35	32.35	0.001	0.017	BHB
K150	1	-93.98	31.34	7.35	38.69	0.001	0.020	BHB
K151	0	98.08	26.58	7.35	33.93	0.001	0.018	BHB
K151	1	-93.52	25.60	7.35	32.95	0.001	0.017	BHB
K152	0	98.06	32.75	7.35	40.10	0.001	0.021	BHB
K152	1	-93.13	21.06	7.35	28.41	0.001	0.015	BHB
K153	0	-13.48	1.49	7.35	8.84	0.001	0.004	MHB
K155	1	97.34	24.99	7.35	32.34	0.001	0.017	BHB
K155	0	-94.25	31.36	7.35	38.71	0.001	0.020	BHB
K156	1	98.08	26.57	7.35	33.92	0.001	0.018	BHB
K156	0	-93.63	25.60	7.35	32.95	0.001	0.017	BHB
K157	1	99.01	32.77	7.35	40.12	0.001	0.021	BHB
K157	0	-92.60	21.29	7.35	28.64	0.001	0.015	BHB
K158	0	-90.44	1.74	7.35	9.09	0.001	0.005	MHB
K159	1	97.79	24.97	7.35	32.32	0.001	0.017	BHB
K159	0	-93.41	30.57	7.35	37.92	0.001	0.020	BHB
K160	1	98.22	25.80	7.35	33.15	0.001	0.017	BHB
K160	0	-93.00	26.74	7.35	34.09	0.001	0.018	BHB
K161	1	96.89	21.58	7.35	28.93	0.001	0.015	BHB
K161	0	-94.49	33.53	7.35	40.88	0.001	0.022	BHB
K162	1	-90.08	0.42	7.35	7.77	0.001	0.004	MHB
K164	1	81.32	24.88	12.25	37.13	0.001	0.011	BHB
K164	0	-54.18	46.62	12.25	58.87	0.001	0.018	BHB
K165	1	81.12	28.22	12.25	40.47	0.001	0.012	BHB
K165	0	-54.79	52.62	12.25	64.87	0.001	0.020	BHB
K166	1	96.19	14.92	7.35	22.27	0.001	0.012	BHB
K166	0	-92.18	17.71	7.35	25.06	0.001	0.013	BHB
K169	1	81.20	16.26	12.25	28.51	0.001	0.008	MHB
K169	0	-54.80	54.93	12.25	67.18	0.001	0.020	BHB
K171	1	95.34	3.03	7.35	10.38	0.001	0.005	MHB
K171	0	-92.10	11.61	7.35	18.96	0.001	0.010	MHB

Çizelge B.2.c: Y-Y yönünde 2. kat kirişleri hasar sınırı

kiriş	uç	M3	Øp	Øy	Øt	εc	εs	HASAR BÖLGESİ
		KN-m	1/m x 103	1/mx 103	1/mx 103			
K201	1	95.56	2.82	7.35	10.17	0.001	0.005	MHB
K202	0	94.75	3.16	7.35	10.51	0.001	0.005	MHB
K203	1	-91.08	10.96	7.35	18.31	0.001	0.009	MHB
K204	0	-52.91	15.86	12.25	28.11	0.001	0.008	MHB
K205	1	-52.82	15.94	12.25	28.19	0.001	0.008	MHB
K206	0	-91.10	10.95	7.35	18.30	0.001	0.009	MHB
K207	1	-91.72	13.90	7.35	21.25	0.001	0.011	BHB
K208	0	-91.83	13.87	7.35	21.22	0.001	0.011	BHB
K209	1	-91.91	17.63	7.35	24.98	0.001	0.013	BHB
K213	0	-91.85	17.64	7.35	24.99	0.001	0.013	BHB
K235	0	95.80	8.46	7.35	15.81	0.001	0.008	MHB
K235	1	-92.63	16.42	7.35	23.77	0.001	0.012	BHB
K237	0	81.73	25.27	12.25	37.52	0.001	0.011	BHB
K237	1	-54.65	63.24	12.25	75.49	0.001	0.023	BHB
K239	0	96.98	19.61	7.35	26.96	0.001	0.014	BHB
K239	1	-93.27	22.53	7.35	29.88	0.001	0.016	BHB
K241	0	81.93	32.94	12.25	45.19	0.001	0.014	BHB
K241	1	-54.75	54.58	12.25	66.83	0.001	0.020	BHB
K242	0	82.33	35.52	12.25	47.77	0.001	0.014	BHB
K242	1	-55.13	60.91	12.25	73.16	0.001	0.022	BHB
K243	1	-90.19	1.64	7.35	8.99	0.001	0.004	MHB
K244	0	98.59	30.91	7.35	38.26	0.001	0.020	BHB
K244	1	-94.65	34.95	7.35	42.30	0.001	0.022	BHB
K245	0	98.77	30.63	7.35	37.98	0.001	0.020	BHB
K245	1	-94.26	31.44	7.35	38.79	0.001	0.021	BHB
K246	0	97.67	25.94	7.35	33.29	0.001	0.018	BHB
K246	1	-95.02	38.60	7.35	45.95	0.001	0.024	BHB
K247	0	-90.14	1.31	7.35	8.66	0.001	0.004	MHB
K250	0	98.74	30.37	7.35	37.72	0.001	0.020	BHB
K250	1	-93.99	36.45	7.35	43.80	0.001	0.023	BHB
K251	0	98.82	31.19	7.35	38.54	0.001	0.020	BHB
K251	1	-93.82	30.07	7.35	37.42	0.001	0.020	BHB
K252	0	98.75	38.92	7.35	46.27	0.001	0.025	BHB
K252	1	-92.93	26.43	7.35	33.78	0.001	0.018	BHB
K253	0	-13.35	1.71	7.35	9.06	0.001	0.004	MHB
K255	1	97.95	30.37	7.35	37.72	0.001	0.020	BHB
K255	0	-94.30	36.47	7.35	43.82	0.001	0.023	BHB
K256	1	98.83	31.19	7.35	38.54	0.001	0.020	BHB
K256	0	-93.99	30.07	7.35	37.42	0.001	0.020	BHB
K257	1	99.72	38.95	7.35	46.30	0.001	0.025	BHB
K257	0	-93.72	26.49	7.35	33.84	0.001	0.018	BHB
K258	0	-90.06	1.62	7.35	8.97	0.001	0.004	MHB
K259	1	98.69	30.41	7.35	37.76	0.001	0.020	BHB
K259	0	-94.70	35.45	7.35	42.80	0.001	0.023	BHB
K260	1	98.35	30.71	7.35	38.06	0.001	0.020	BHB
K260	0	-94.26	31.44	7.35	38.79	0.001	0.021	BHB
K261	1	97.62	25.92	7.35	33.27	0.001	0.018	BHB
K261	0	-95.04	38.58	7.35	45.93	0.001	0.024	BHB
K262	1	-90.14	1.23	7.35	8.58	0.001	0.004	MHB
K264	1	82.15	32.93	12.25	45.18	0.001	0.014	BHB
K264	0	-55.03	54.52	12.25	66.77	0.001	0.020	BHB
K265	1	82.25	35.49	12.25	47.74	0.001	0.014	BHB
K265	0	-55.28	60.86	12.25	73.11	0.001	0.022	BHB
K266	1	97.02	19.61	7.35	26.96	0.001	0.014	BHB
K266	0	-93.29	22.52	7.35	29.87	0.001	0.016	BHB
K269	1	81.72	25.26	12.25	37.51	0.001	0.011	BHB
K269	0	-54.67	63.22	12.25	75.47	0.001	0.023	BHB
K271	1	95.72	8.46	7.35	15.81	0.001	0.008	MHB
K271	0	-92.58	16.41	7.35	23.76	0.001	0.012	BHB

Çizelge B.2.d: Y-Y yönünde 3. kat kirişleri hasar sınırı

Kiriş	Uç	M3	Øp	Øy	Øt	εc	εs	HASAR BÖLGESİ
		KN-m	1/m x 103	1/mx 103	1/mx 103			
K301	1	95.50	2.80	7.35	10.15	0.001	0.005	MHB
K302	0	95.58	2.78	7.35	10.13	0.001	0.005	MHB
K303	1	-91.33	10.82	7.35	18.17	0.001	0.009	MHB
K304	0	-52.83	15.32	12.25	27.57	0.001	0.008	MHB
K305	1	-52.75	15.36	12.25	27.61	0.001	0.008	MHB
K306	0	-91.35	10.81	7.35	18.16	0.001	0.009	MHB
K307	1	-91.81	13.81	7.35	21.16	0.001	0.011	BHB
K308	0	-91.95	13.84	7.35	21.19	0.001	0.011	BHB
K309	1	-92.01	17.55	7.35	24.90	0.001	0.013	BHB
K313	0	-91.86	17.61	7.35	24.96	0.001	0.013	BHB
K335	0	96.19	8.09	7.35	15.44	0.001	0.008	MHB
K335	1	-92.13	16.56	7.35	23.91	0.001	0.012	BHB
K337	0	81.70	24.83	12.25	37.08	0.001	0.011	BHB
K337	1	-54.81	63.21	12.25	75.46	0.001	0.023	BHB
K339	0	97.45	19.49	7.35	26.84	0.001	0.014	BHB
K339	1	-92.61	22.45	7.35	29.80	0.001	0.016	BHB
K341	0	82.18	32.94	12.25	45.19	0.001	0.014	BHB
K341	1	-55.04	54.67	12.25	66.92	0.001	0.020	BHB
K342	0	82.16	35.25	12.25	47.50	0.001	0.014	BHB
K342	1	-55.10	60.26	12.25	72.51	0.001	0.022	BHB
K343	1	-90.12	1.56	7.35	8.91	0.001	0.004	MHB
K345	0	97.89	30.65	7.35	38.00	0.001	0.020	BHB
K345	1	-94.27	31.45	7.35	38.80	0.001	0.021	BHB
K346	0	97.84	25.65	7.35	33.00	0.001	0.017	BHB
K346	1	-94.63	38.03	7.35	45.38	0.001	0.024	BHB
K347	0	-90.17	1.27	7.35	8.62	0.001	0.004	MHB
K350	0	98.72	30.19	7.35	37.54	0.001	0.020	BHB
K350	1	-94.12	36.47	7.35	43.82	0.001	0.023	BHB
K351	0	98.65	30.86	7.35	38.21	0.001	0.020	BHB
K351	1	-93.92	29.87	7.35	37.22	0.001	0.020	BHB
K352	0	98.75	38.74	7.35	46.09	0.001	0.024	BHB
K352	1	-92.91	26.19	7.35	33.54	0.001	0.018	BHB
K353	0	-13.42	1.72	7.35	9.07	0.001	0.004	MHB
K356	1	98.61	30.85	7.35	38.20	0.001	0.020	BHB
K356	0	-94.09	29.87	7.35	37.22	0.001	0.020	BHB
K357	1	99.70	38.77	7.35	46.12	0.001	0.025	BHB
K357	0	-93.70	26.25	7.35	33.60	0.001	0.018	BHB
K358	0	-90.14	1.51	7.35	8.86	0.001	0.004	MHB
K359	1	98.72	30.24	7.35	37.59	0.001	0.020	BHB
K359	0	-94.65	35.42	7.35	42.77	0.001	0.023	BHB
K360	1	98.77	30.63	7.35	37.98	0.001	0.020	BHB
K360	0	-94.27	31.53	7.35	38.88	0.001	0.021	BHB
K361	1	98.20	25.65	7.35	33.00	0.001	0.017	BHB
K361	0	-94.63	38.03	7.35	45.38	0.001	0.024	BHB
K362	1	-90.03	1.36	7.35	8.71	0.001	0.004	MHB
K364	1	82.08	32.93	12.25	45.18	0.001	0.014	BHB
K364	0	-54.52	54.78	12.25	67.03	0.001	0.020	BHB
K365	1	82.31	35.24	12.25	47.49	0.001	0.014	BHB
K365	0	-55.25	60.22	12.25	72.47	0.001	0.022	BHB
K366	1	97.49	19.48	7.35	26.83	0.001	0.014	BHB
K366	0	-92.62	22.44	7.35	29.79	0.001	0.016	BHB
K369	1	81.70	24.82	12.25	37.07	0.001	0.011	BHB
K369	0	-54.82	63.18	12.25	75.43	0.001	0.023	BHB
K371	1	96.08	8.09	7.35	15.44	0.001	0.008	MHB
K371	0	-92.03	16.55	7.35	23.90	0.001	0.012	BHB

Çizelge B.2.e: Y-Y yönünde 4. kat kirişleri hasar sınırı

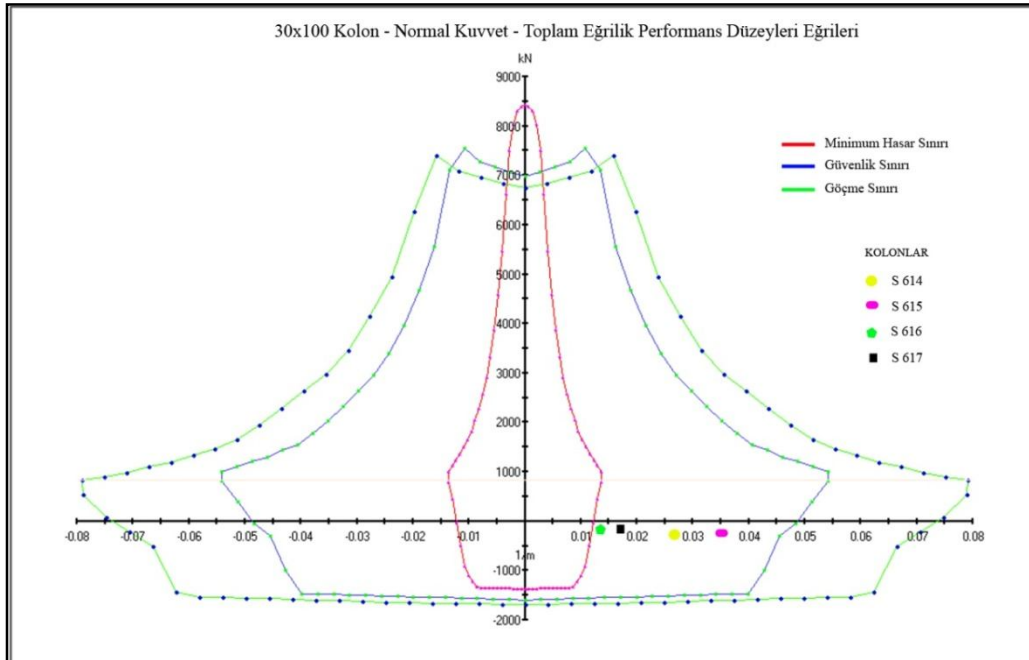
Kiriş	Uç	M3	Øp	Øy	Øt	εc	εs	HASAR BÖLGESİ
		KN-m	1/m x 103	1/mx 103	1/mx 103			
K401	1	95.36	1.76	7.35	9.11	0.001	0.005	MHB
K402	0	95.47	1.77	7.35	9.12	0.001	0.005	MHB
K403	1	-91.41	10.68	7.35	18.03	0.001	0.009	MHB
K404	0	-52.75	12.61	12.25	24.86	0.001	0.007	MHB
K405	1	-52.70	12.64	12.25	24.89	0.001	0.007	MHB
K406	0	-91.43	10.66	7.35	18.01	0.001	0.009	MHB
K407	1	-91.51	12.70	7.35	20.05	0.001	0.010	BHB
K408	0	-91.65	12.66	7.35	20.01	0.001	0.010	BHB
K409	1	-92.01	17.44	7.35	24.79	0.001	0.013	BHB
K413	0	-92.05	17.40	7.35	24.75	0.001	0.013	BHB
K426	0	-52.16	0.03	12.25	12.28	0.000	0.003	MHB
K435	0	95.54	4.14	7.35	11.49	0.001	0.006	MHB
K435	1	-92.13	11.87	7.35	19.22	0.001	0.010	MHB
K437	0	80.84	18.16	12.25	30.41	0.001	0.009	MHB
K437	1	-54.27	55.42	12.25	67.67	0.001	0.021	BHB
K439	0	96.82	14.80	7.35	22.15	0.001	0.011	BHB
K439	1	-92.41	18.22	7.35	25.57	0.001	0.013	BHB
K441	0	81.49	25.47	12.25	37.72	0.001	0.011	BHB
K441	1	-54.30	46.77	12.25	59.02	0.001	0.018	BHB
K442	0	81.83	27.02	12.25	39.27	0.001	0.012	BHB
K442	1	-54.83	52.99	12.25	65.24	0.001	0.020	BHB
K443	1	-90.36	1.48	7.35	8.83	0.001	0.004	MHB
K444	0	98.33	26.82	7.35	34.17	0.001	0.018	BHB
K444	1	-94.17	30.60	7.35	37.95	0.001	0.020	BHB
K445	0	98.26	26.19	7.35	33.54	0.001	0.018	BHB
K445	1	-93.72	26.67	7.35	34.02	0.001	0.018	BHB
K446	0	97.41	20.62	7.35	27.97	0.001	0.015	BHB
K446	1	-94.41	33.74	7.35	41.09	0.001	0.022	BHB
K447	0	-90.08	0.79	7.35	8.14	0.001	0.004	MHB
K450	0	98.28	26.32	7.35	33.67	0.001	0.018	BHB
K450	1	-94.34	32.10	7.35	39.45	0.001	0.021	BHB
K451	0	97.56	26.27	7.35	33.62	0.001	0.018	BHB
K451	1	-93.12	24.83	7.35	32.18	0.001	0.017	BHB
K452	0	98.99	32.55	7.35	39.90	0.001	0.021	BHB
K452	1	-92.93	22.25	7.35	29.60	0.001	0.016	BHB
K453	0	-13.41	1.73	7.35	9.08	0.001	0.004	MHB
K455	1	98.27	26.23	7.35	33.58	0.001	0.018	BHB
K455	0	-93.45	32.24	7.35	39.59	0.001	0.021	BHB
K456	1	98.25	26.26	7.35	33.61	0.001	0.018	BHB
K456	0	-92.58	24.85	7.35	32.20	0.001	0.017	BHB
K457	1	98.04	32.65	7.35	40.00	0.001	0.021	BHB
K457	0	-92.66	22.44	7.35	29.79	0.001	0.016	BHB
K458	0	-90.05	1.47	7.35	8.82	0.001	0.004	MHB
K459	1	98.28	26.33	7.35	33.68	0.001	0.018	BHB
K459	0	-94.23	31.10	7.35	38.45	0.001	0.020	BHB
K460	1	98.27	26.26	7.35	33.61	0.001	0.018	BHB
K460	0	-93.44	26.73	7.35	34.08	0.001	0.018	BHB
K461	1	97.62	20.62	7.35	27.97	0.001	0.015	BHB
K461	0	-94.50	33.72	7.35	41.07	0.001	0.022	BHB
K462	1	-90.13	0.79	7.35	8.14	0.001	0.004	MHB
K464	1	81.74	15.28	7.35	22.63	0.001	0.012	BHB
K464	0	-54.74	46.74	12.25	58.99	0.001	0.018	BHB
K465	1	81.82	27.02	12.25	39.27	0.001	0.012	BHB
K465	0	-54.97	52.94	12.25	65.19	0.001	0.020	BHB
K466	1	96.80	14.80	7.35	22.15	0.001	0.011	BHB
K466	0	-92.41	18.21	7.35	25.56	0.001	0.013	BHB
K469	1	80.79	18.16	12.25	30.41	0.001	0.009	MHB
K469	0	-54.30	55.39	12.25	67.64	0.001	0.021	BHB
K471	1	95.51	4.14	7.35	11.49	0.001	0.006	MHB
K471	0	-92.12	11.87	7.35	19.22	0.001	0.010	MHB

Çizelge B.2.f: Y-Y yönünde 5. kat kirişleri hasar sınırı

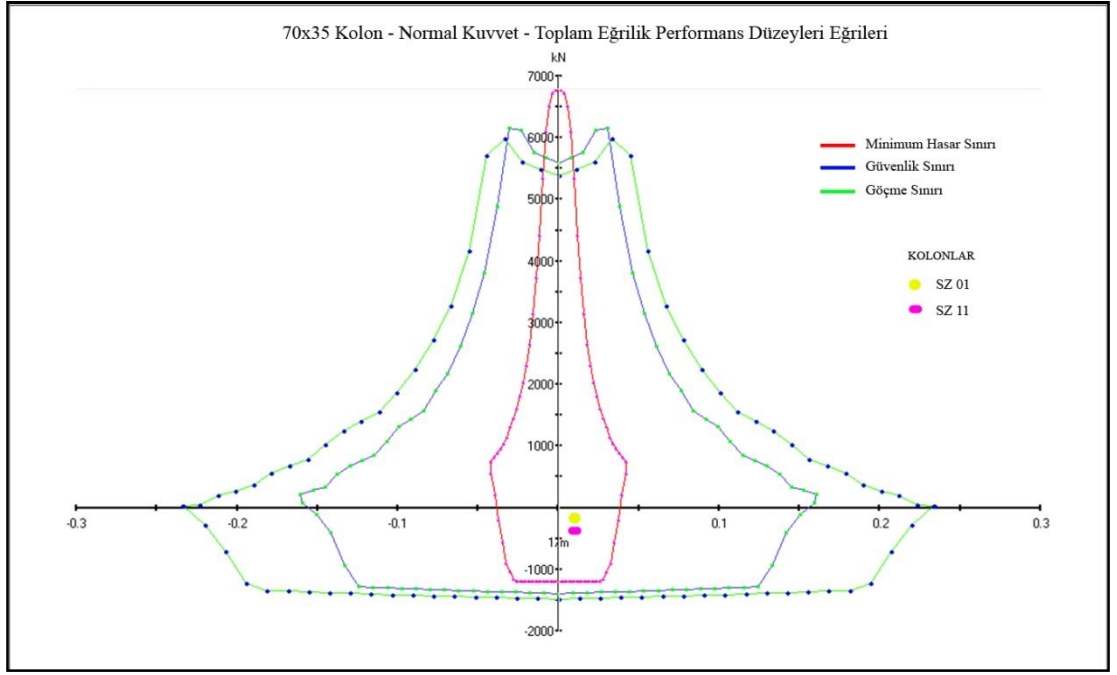
Kiriş	Uç	M3	Øp	Øy	Øt	εc	εs	HASAR BÖLGESİ
		KN-m	1/m x 103	1/mx 103	1/mx 103			
K501	1	95.20	0.33	7.35	7.68	0.001	0.004	MHB
K502	0	95.30	0.33	7.35	7.68	0.001	0.004	MHB
K503	1	-91.51	10.60	7.35	17.95	0.001	0.009	MHB
K504	0	-52.86	9.07	12.25	21.32	0.001	0.006	MHB
K505	1	-52.82	9.09	12.25	21.34	0.001	0.006	MHB
K506	0	-91.49	10.61	7.35	17.96	0.001	0.009	MHB
K507	1	-91.88	11.04	7.35	18.39	0.001	0.009	MHB
K508	0	-92.04	11.03	7.35	18.38	0.001	0.009	MHB
K509	1	-91.75	17.26	7.35	24.61	0.001	0.013	BHB
K513	0	-91.80	17.23	7.35	24.58	0.001	0.013	BHB
K517	1	-52.19	0.02	12.25	12.27	0.000	0.003	MHB
K526	0	-52.18	0.11	12.25	12.36	0.000	0.003	MHB
K535	1	-91.84	9.19	7.35	16.54	0.001	0.008	MHB
K537	0	80.16	10.57	12.25	22.82	0.001	0.007	MHB
K537	1	-54.21	50.79	12.25	63.04	0.001	0.019	BHB
K539	0	96.64	12.05	7.35	19.40	0.001	0.010	BHB
K539	1	-92.05	13.66	7.35	21.01	0.001	0.011	BHB
K541	0	81.36	20.09	12.25	32.34	0.001	0.010	MHB
K541	1	-54.31	42.77	12.25	55.02	0.001	0.017	BHB
K542	0	81.38	22.84	12.25	35.09	0.001	0.010	BHB
K542	1	-54.15	45.24	12.25	57.49	0.001	0.017	BHB
K543	1	-90.10	1.16	7.35	8.51	0.001	0.004	MHB
K544	0	97.70	21.31	7.35	28.66	0.001	0.015	BHB
K544	1	-92.97	26.50	7.35	33.85	0.001	0.018	BHB
K545	0	96.93	22.04	7.35	29.39	0.001	0.015	BHB
K545	1	-92.59	24.26	7.35	31.61	0.001	0.017	BHB
K546	0	97.33	18.01	7.35	25.36	0.001	0.013	BHB
K546	1	-93.38	28.08	7.35	35.43	0.001	0.019	BHB
K550	0	97.63	20.68	7.35	28.03	0.001	0.015	BHB
K550	1	-93.69	28.24	7.35	35.59	0.001	0.019	BHB
K551	0	97.00	22.22	7.35	29.57	0.001	0.015	BHB
K551	1	-92.78	22.65	7.35	30.00	0.001	0.016	BHB
K552	0	98.55	28.73	7.35	36.08	0.001	0.019	BHB
K552	1	-91.93	16.82	7.35	24.17	0.001	0.013	BHB
K553	0	-13.87	1.74	7.35	9.09	0.001	0.005	MHB
K555	1	97.62	20.61	7.35	27.96	0.001	0.015	BHB
K555	0	-93.15	28.34	7.35	35.69	0.001	0.019	BHB
K556	1	97.60	22.21	7.35	29.56	0.001	0.015	BHB
K556	0	-93.31	22.65	7.35	30.00	0.001	0.016	BHB
K557	1	98.56	28.80	7.35	36.15	0.001	0.019	BHB
K557	0	-92.67	16.86	7.35	24.21	0.001	0.013	BHB
K558	0	-90.10	1.10	7.35	8.45	0.001	0.004	MHB
K559	1	97.65	20.84	7.35	28.19	0.001	0.015	BHB
K559	0	-93.77	26.88	7.35	34.23	0.001	0.018	BHB
K560	1	97.79	22.04	7.35	29.39	0.001	0.015	BHB
K560	0	-93.48	24.29	7.35	31.64	0.001	0.017	BHB
K561	1	97.08	18.01	7.35	25.36	0.001	0.013	BHB
K561	0	-93.51	28.05	7.35	35.40	0.001	0.019	BHB
K564	1	81.43	20.09	12.25	32.34	0.001	0.010	MHB
K564	0	-54.58	42.73	12.25	54.98	0.001	0.017	BHB
K565	1	81.19	22.84	12.25	35.09	0.001	0.010	BHB
K565	0	-54.20	45.21	12.25	57.46	0.001	0.017	BHB
K566	1	96.57	12.05	7.35	19.40	0.001	0.010	BHB
K566	0	-92.03	13.66	7.35	21.01	0.001	0.011	BHB
K569	1	80.15	10.57	12.25	22.82	0.001	0.007	MHB
K569	0	-54.26	50.77	12.25	63.02	0.001	0.019	BHB
K571	0	-91.83	9.19	7.35	16.54	0.001	0.008	MHB

Çizelge B.2.g: Y-Y yönünde 6. kat kirişleri hasar sınırı

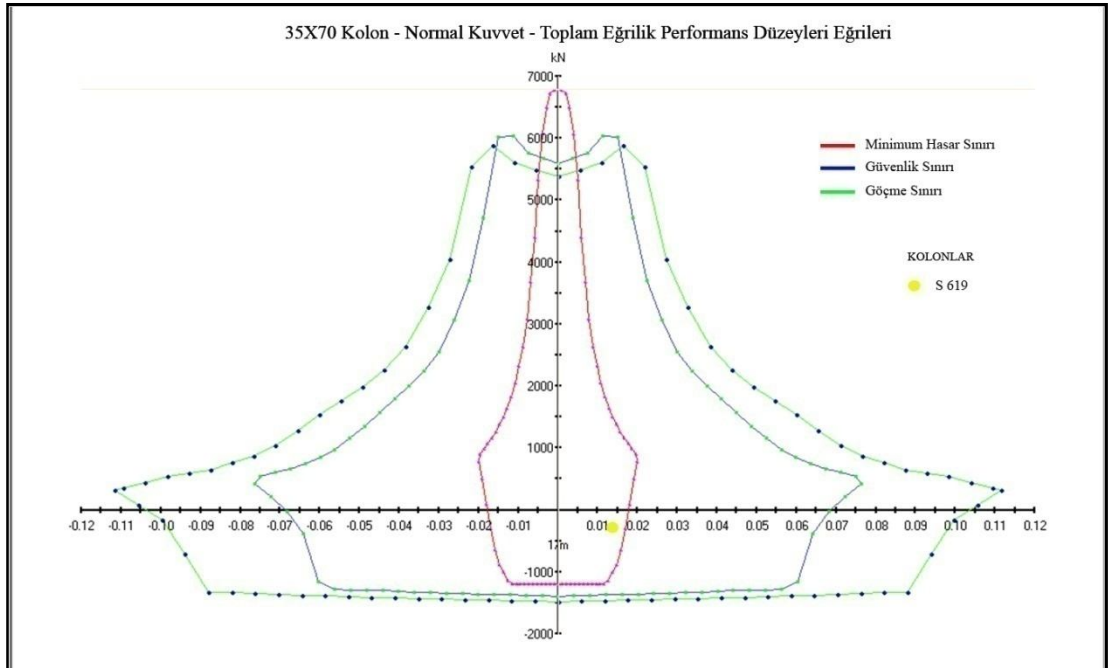
Kiriş	Uç	M3	Øp	Øy	Øt	εc	εs	HASAR BÖLGESİ
		KN-m	1/m x 103	1/mx 103	1/mx 103			
K604	0	-52.38	4.64	12.25	16.89	0.001	0.005	MHB
K605	1	-52.40	4.64	12.25	16.89	0.001	0.005	MHB
K607	1	-91.57	9.21	7.35	16.56	0.001	0.008	MHB
K608	0	-91.71	9.21	7.35	16.56	0.001	0.008	MHB
K637	1	-53.13	21.05	12.25	33.30	0.001	0.010	MHB
K639	0	94.87	0.24	7.35	7.59	0.001	0.004	MHB
K639	1	-91.22	5.26	7.35	12.61	0.001	0.006	MHB
K641	1	-52.99	12.52	12.25	24.77	0.001	0.007	MHB
K642	1	-53.93	27.64	12.25	39.89	0.001	0.012	BHB
K645	1	-91.65	7.42	7.35	14.77	0.001	0.008	MHB
K646	0	95.06	2.38	7.35	9.73	0.001	0.005	MHB
K646	1	-93.23	22.63	7.35	29.98	0.001	0.016	BHB
K650	0	97.32	17.99	7.35	25.34	0.001	0.013	BHB
K650	1	-90.70	4.25	7.35	11.60	0.001	0.006	MHB
K655	1	96.67	17.98	7.35	25.33	0.001	0.013	BHB
K655	0	-91.09	4.26	7.35	11.61	0.001	0.006	MHB
K656	0	-91.32	4.40	7.35	11.75	0.001	0.006	MHB
K657	1	96.12	10.39	7.35	17.74	0.001	0.009	MHB
K657	0	-92.34	13.83	7.35	21.18	0.001	0.011	BHB
K664	0	-53.43	12.52	12.25	24.77	0.001	0.007	MHB
K666	1	94.80	0.24	7.35	7.59	0.001	0.004	MHB
K666	0	-91.25	5.26	7.35	12.61	0.001	0.006	MHB



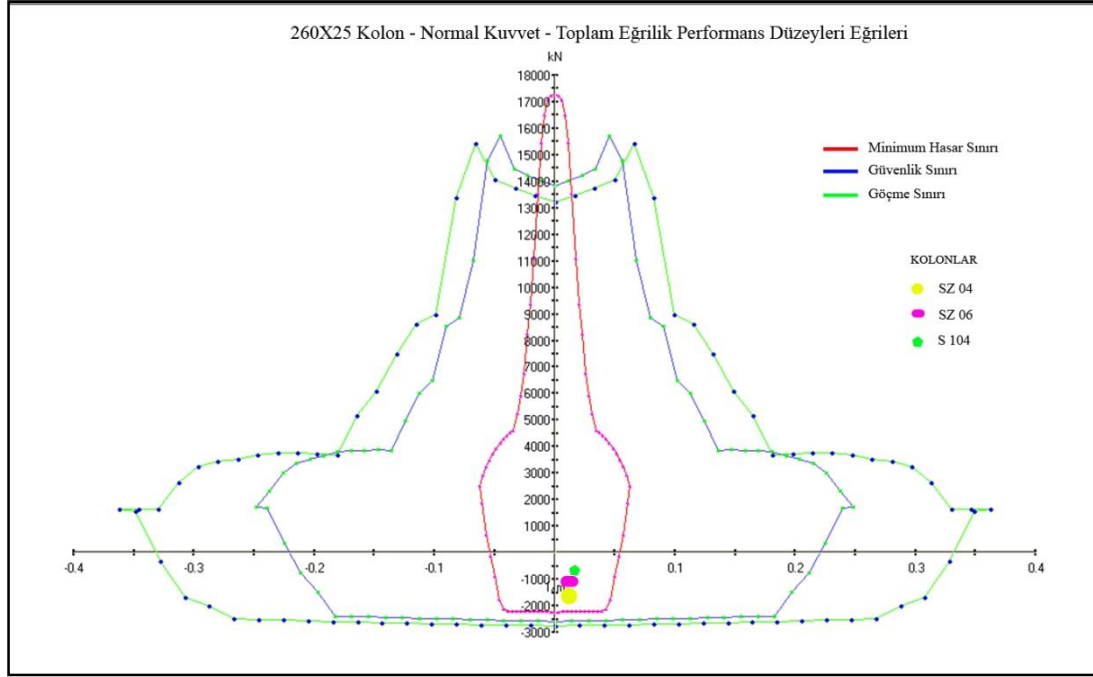
Şekil B.1.a: 30x100 X-X yönü kolon performans düzeyleri



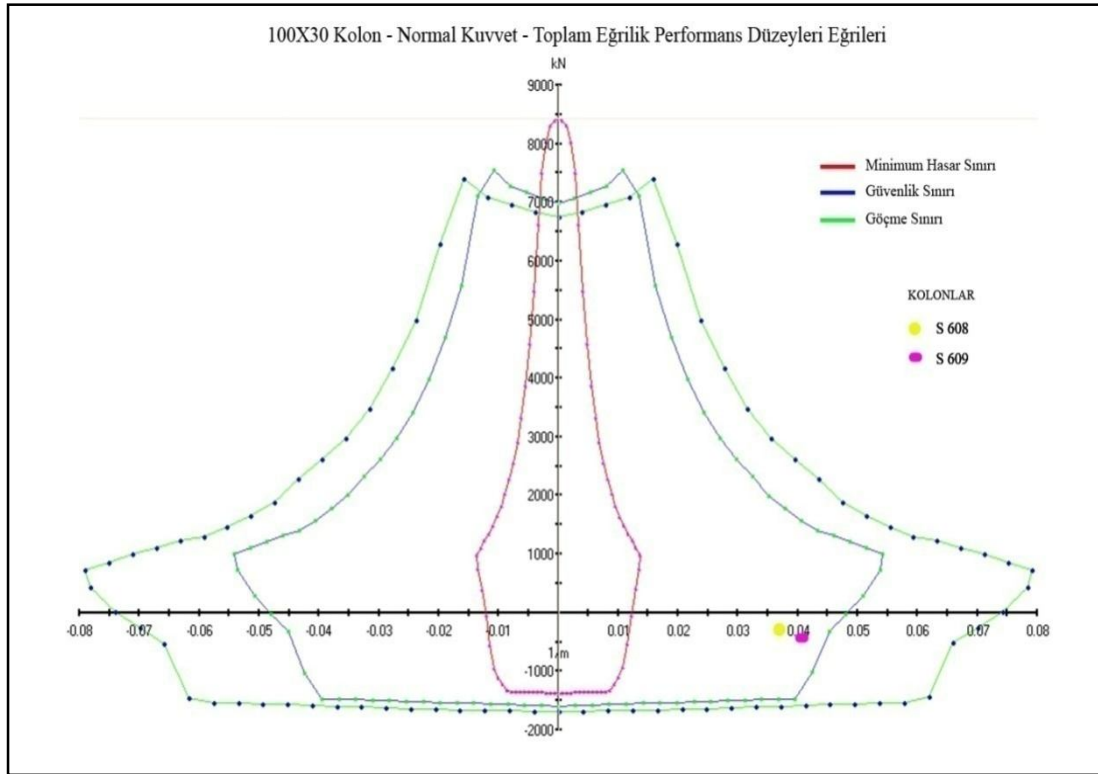
Şekil B.1.b: 70x35 X-X yönü kolon performans düzeyleri



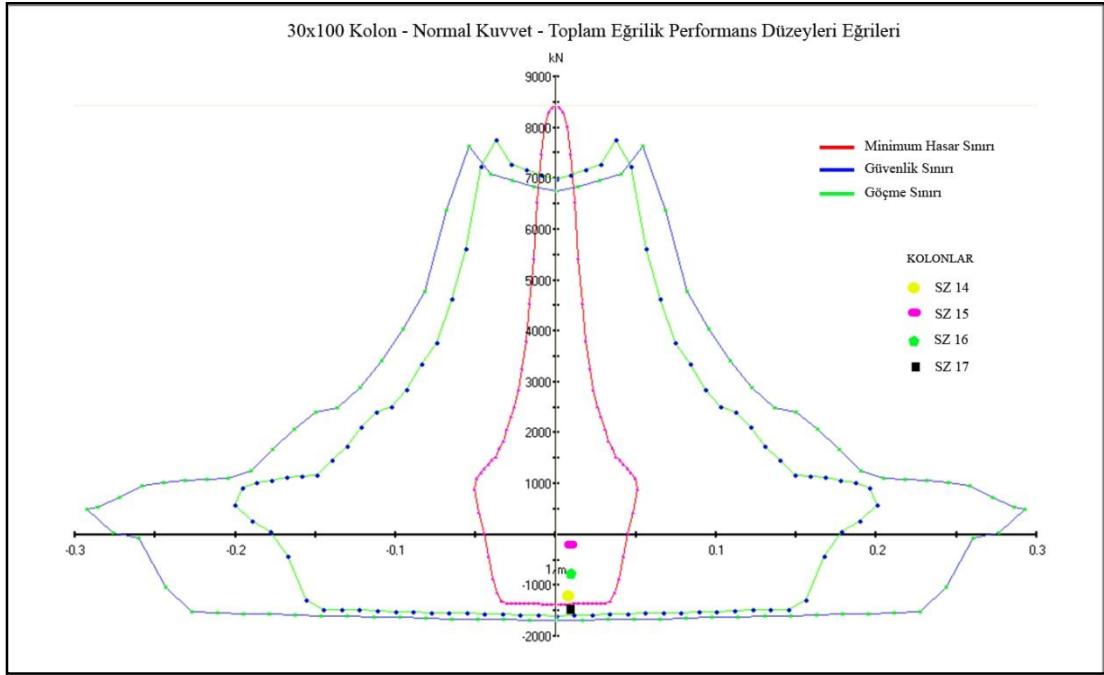
Şekil B.1.c : 35x70 X-X yönü kolon performans düzeyi



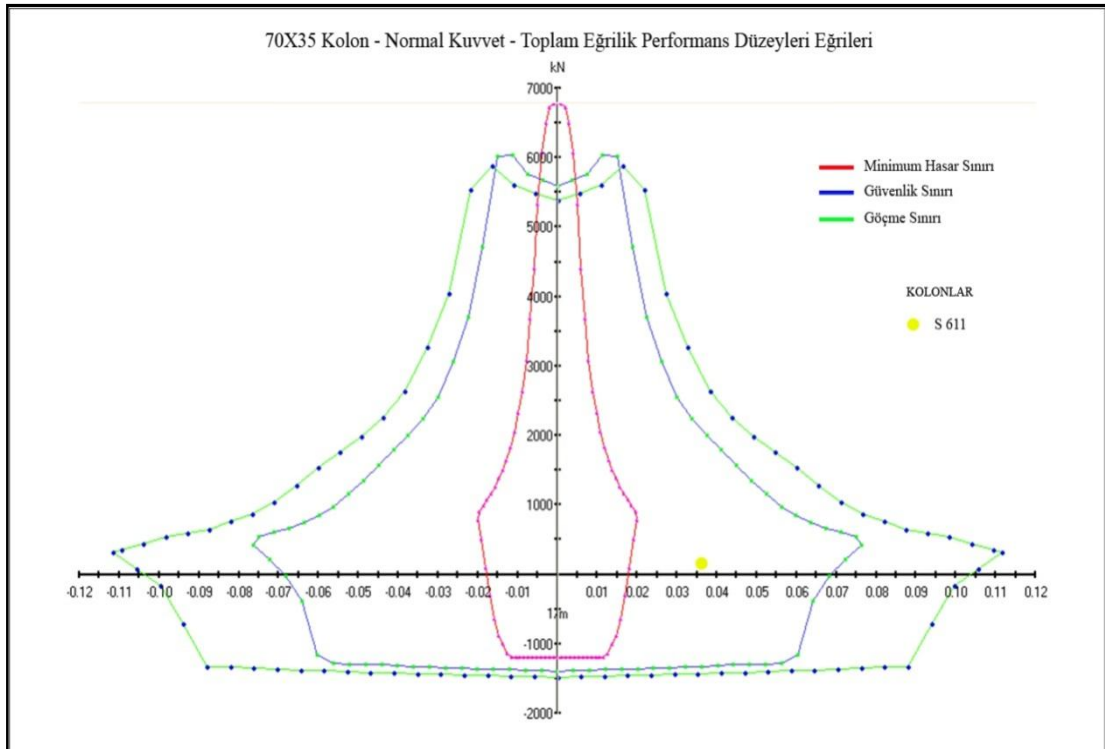
Şekil B.1.d: 260x25 perde X-X yönü performans düzeyleri



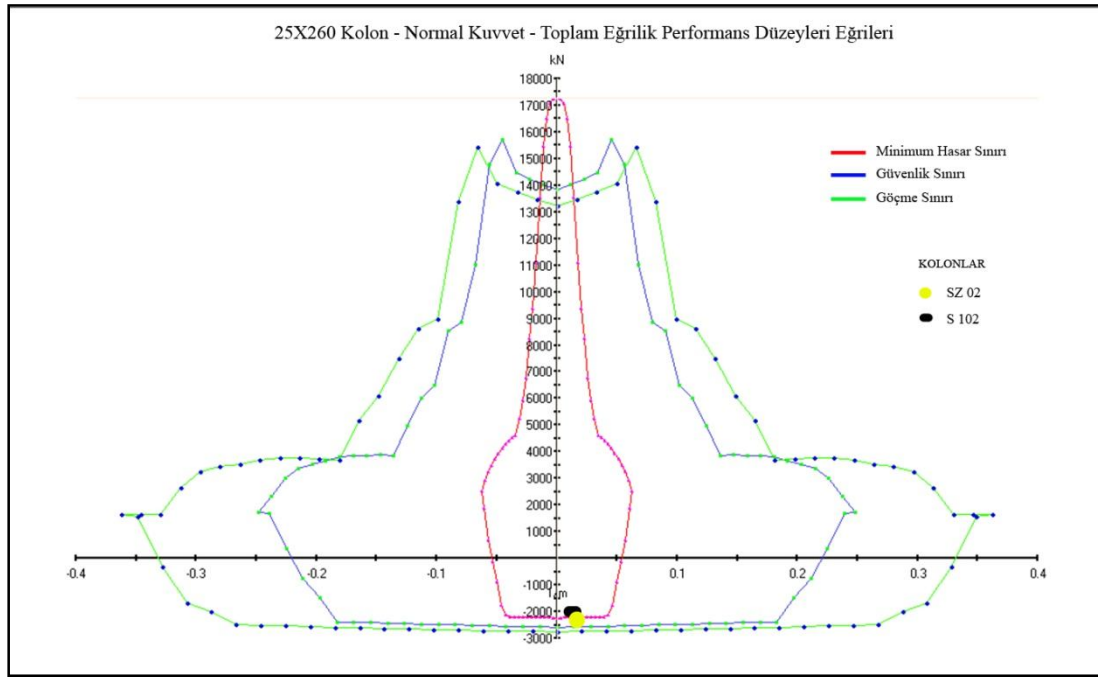
Şekil B.2.a: 100x30 kolon Y-Y yönü performans düzeyi



Şekil B.2.b: 30x100 kolon Y-Y yönü performans düzeyi



Şekil B.2.c: 70x35 kolon Y-Y performans düzeyi



Şekil B.2.d: 25x260 perde Y-Y performans düzeyleri

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Fatih AKIN

Doğum Yeri ve Tarihi: İstanbul, 28.08.1983

Lisans Üniversite: İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği ve Mimarlık

1983 yılında İstanbul’da doğdu. İlk ve orta öğrenimi aynı şehirde tamamladı. 2001 yılında Kadir Has Anadolu Lisesi’nden mezun olup, aynı yıl İTÜ İnşaat Fakültesi, İnşaat mühendisliği bölümünü kazandı. 2004 yılında çift anadal programı kapsamında İTÜ Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü’nde, ikinci üniversite programı kapsamında da A.Ü. İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü’nde okumaya başladı. 2006 yılında İTÜ İnşaat Fakültesini bitirerek inşaat mühendisi unvanını aldı ve mühendislik eğitimine İTÜ FBE Yapı Mühendisliği yüksek lisans programında devam etti. 2008 yılında da İTÜ Mimarlık bölümünü bitirerek mimar ünvanı aldı. Halen AÜ İşletme bölümünde işletme eğitimini sürdürmektedir