

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BETONARME BİR YAPININ PERFORMANSININ DOĞRUSAL VE DOĞRUSAL
OLMAYAN YÖNTEMLER KULLANILARAK BELİRLENMESİ**

BURAK TEMİZ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YAPI PROGRAMI**

**DANIŞMAN
YRD. DOÇ. DR. MURAT SERDAR KIRÇIL**

İSTANBUL, 2012

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BETONARME BİR YAPININ PERFORMANSININ DOĞRUSAL VE DOĞRUSAL
OLMAYAN YÖNTEMLER KULLANILARAK BELİRLENMESİ**

BURAK TEMİZ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YAPI PROGRAMI**

**DANIŞMAN
YRD. DOÇ. DR. MURAT SERDAR KIRÇIL**

İSTANBUL, 2012

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BETONARME BİR YAPININ PERFORMANSININ DOĞRUSAL VE DOĞRUSAL
OLMAYAN YÖNTEMLER KULLANILARAK BELİRLENMESİ**

Burak TEMİZ tarafından hazırlanan tez çalışması 04.07.2012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Yrd. Doç. Dr. Murat Serdar KIRÇIL
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Yrd. Doç. Dr. Murat Serdar KIRÇIL
Yıldız Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Sema Noyan ALACALI
Yıldız Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Beyza TAŞKIN
İstanbul Teknik Üniversitesi

ÖNSÖZ

2007 Deprem Yönetmeliği' ne göre yeni yapı olarak tasarlanmış planda ve düzeyde düzensizlik içermeyen perdeli-çerçeve tipinde taşıyıcı sisteme sahip 5 katlı betonarme bir okul binasının performansının, yönetmelikte tanımlanmış performans değerlendirme yöntemlerinden "Eşdeğer Deprem Yüğü" ve "Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü" yöntemleri ile değerlendirmesi yapılarak iki yöntemin sonuçları karşılaştırılmıştır.

Bu yüksek lisans tez çalışmamda danışmanlığımı üstlenerek, çalışmalarımın yürütülmesi sırasında yönlendirmeleri ile desteğini esirgemeyen, bu araştırmanın var olmasında en önemli paya sahip olan, bana değerli zamanını ayıran, araştırma sürecinin her aşamasında değerli görüşleri ve yapıcı eleştirileri ile çalışmalarına yön veren danışmanım değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Murat Serdar KIRÇIL' a teşekkür ederim.

Hayatımın en önemli dönüm noktalarında daima arkamda olan ve bu çalışmanın ortaya çıkmasında çok büyük katkısı olan, tüm hayatım boyunca maddi ve manevi destekleriyle her zaman yanımda olan, benden hiçbir fedakârlıklarını esirgemeyen, sevgilerini ve anlayışlarını her an görüp hissettiğim annem, babam ve ablama gönül dolusu sevgilerimi sunarım.

Haziran, 2012

Burak TEMİZ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	vii
KISALTMA LİSTESİ	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xii
ÇİZELGE LİSTESİ	xiv
ÖZET	xvi
ABSTRACT	xviii
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	1
1.1 Literatür Özeti	1
1.2 Tezin Amacı	2
1.3 Hipotez	3
BÖLÜM 2	
BETONARME BİR BİNANIN PERFORMANSININ BELİRLENMESİ	4
2.1 Binadan Bilgi Toplanması ve Bina Bilgi Düzeyi.....	4
2.2 Yapı Elemanlarının Hasar Sınırları ve Hasar Bölgeleri.....	5
2.3 Performans Belirlenmesi ve Kullanılan Hesap Yöntemleri	6
2.3.1 Doğrusal Elastik ve Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemleri İçin Genel İlke ve Kurallar	6
2.3.2 Doğrusal Elastik Hesap Yöntemleri.....	9
2.3.2.1 Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi	9
2.3.2.2 Mod Birleştirme Yöntemi.....	9
2.3.2.3 Yapı Elemanlarının Hasar Düzeylerinin Belirlenmesi	10
2.3.2.4 Görelî Kat Ötelemelerinin Kontrolü	14
2.3.3 Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemleri	14
2.3.3.1 Artımsal İtme Analizi ile Performans Değerlendirmesi.....	15
2.3.3.2 Doğrusal Elastik Olmayan Davranışın İdealleştirilmesi	16

2.3.3.3	Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile İtme Analizi	18
2.3.3.4	Artımsal İtme Eğrisinin Modal Kapasite Eğrisine Dönüştürülmesi.....	19
2.3.3.5	Spektral Yerdeğiştirmenin Belirlenmesi.....	20
2.3.3.6	Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi ile İtme Analizi.....	22
2.3.3.7	Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemi	22
2.3.3.8	Birim Şekil Değiştirme İstemlerinin Belirlenmesi.....	23
2.3.3.9	Betonarme Elemanların Kesit Birim Şekildeğiştirme Kapasiteleri.....	23
2.4	Bina Deprem Performansının Belirlenmesi	24
2.4.1	Performansın Belirlenmesinde Esas Alınan Deprem Hareketleri.....	26
2.4.2	Performans Hedefi ve Çok Seviyeli Performans Hedefleri.....	26
BÖLÜM 3		
DOĞRUSAL HESAP YÖNTEMİ İLE YAPILAN SAYISAL İNCELEMELER.....		28
3.1	Bina Genel Özellikleri	28
3.2	Boyutlandırmada Esas Alınan Yüğüler	29
3.3	Taşıyıcı Sistem Modelinin Deprem Performansının Doğrusal Elastik Yöntem ile Değerlendirilmesi	30
3.3.1	Modellemede Yapılan Varsayımlar.....	30
3.3.2	Bina Bilgi Düzeyi.....	30
3.3.3	Çatlamış Kesitlere Ait Eğilme Rijitliklerinin Tanımlanması	31
3.3.4	Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi.....	32
3.3.4.1	Hesap Yönteminin Kullanılabilirliği ve Yapılan Hesaplamalar.....	32
3.3.4.2	Kolonlarda Performans Değerlendirilmesi.....	36
3.3.4.3	Kolonlarda Kırılma Türünün Belirlenmesi	39
3.3.4.4	Kolonlarda Görelİ Kat Ötelemesi Kontrolü.....	40
3.3.4.5	Kirişlerde Performans Değerlendirmesi.....	41
3.3.4.6	Kiriş Kırılma Türünün Belirlenmesi.....	44
3.3.4.7	Kolon – Kiriş Birleşim Bölgesi Kesme Güvenliğinin Belirlenmesi .	46
3.3.4.8	Perdelerde Performans Değerlendirmesi	47
3.3.4.9	Perdelerde Kırılma Türünün Belirlenmesi.....	49
3.3.4.10	Perdelerde Görelİ Kat Ötelemesi Kontrolü	50
3.3.5	Bina Performansının Belirlenmesi	51
3.3.5.1	+X Yönünde Yapılan Analiz Sonucu Performans Değerlendirmesi.....	51
3.3.5.2	+Y Yönünde Yapılan Analiz Sonucu Performans Değerlendirmesi.....	51
BÖLÜM 4		
DOĞRUSAL OLMAYAN HESAP YÖNTEMİ İLE YAPILAN SAYISAL İNCELEMELER.....		53
4.1	Taşıyıcı Sistem Modelinin Deprem Performansının Doğrusal Elastik Olmayan Yöntem ile Değerlendirilmesi	53
4.1.1	Modellemede Yapılan Varsayımlar.....	53
4.1.2	Modelleme Adımları	54
4.1.3	Kiriş ve Kolonlarda Yığılı Plastik Davranışın Tanımlanması.....	54

4.1.3.1	Kirişler İçin Plastik Mafsalların Tanımlanması.....	55
4.1.3.2	Kolonlar ve Perdeler İçin Plastik Mafsalların Tanımlanması.....	57
4.1.4	Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemiyle İtme Analizi.....	59
4.1.4.1	Düşey Yüğü Altında Doğrusal Olmayan Statik Analiz.....	59
4.1.4.2	Hesap Yönteminin Kullanılabilirliği ve Yapılan Hesaplamalar.....	59
4.1.4.3	Kirişler İçin Birim Şekil Değıştirme İstemlerinin Hesaplanması ...	68
4.1.4.4	Kirişlerde Kesme Kapasitesi Kontrolü	71
4.1.4.5	Kolonlar İçin Birim Şekildeğıştirme İstemlerinin Hesaplanması ..	72
4.1.4.6	Perdeler İçin Birim Şekil Değıştirme İstemlerinin Hesaplanması	75
4.1.4.7	Kolonlarda Kesme Kapasitesi Kontrolü	77
4.1.4.8	Perdelerde Kesme Kapasitesi Kontrolü.....	78
4.1.4.9	Kolon – Kiriş Birleşim Bölgesi Kesme Güvenliğinin Belirlenmesi.....	79
4.1.5	Bina Performans Değıerlendirmesi	80
4.1.5.1	+X Yönü İtme Analizi Sonucu Performans Değıerlendirmesi.....	80
4.1.5.2	+Y Yönü İtme Analizi Sonucu Performans Değıerlendirmesi.....	80

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER	82
-------------------------	----

KAYNAKLAR.....	87
----------------	----

EK-A

KİRİŞ DONATILARI	88
------------------------	----

EK-B

KOLON DONATILARI.....	93
-----------------------	----

EK-C

ÇATLAMIŞ KESİTLERE AİT RİJİTLİKLER	95
--	----

EK-D

DOĞRUSAL YÖNTEMLE YAPILMIŞ HESAP SONUÇLARI.....	98
---	----

EK-E

DOĞRUSAL OLMAYAN YÖNTEMLE YAPILMIŞ HESAP SONUÇLARI.....	125
---	-----

ÖZGEÇMİŞ.....	141
---------------	-----

SİMGE LİSTESİ

$A(T)$	Spektral ivme Katsayısı
a_1	Birinci (hakim) moda ait modal ivme
A_c	Kolon veya perdenin brüt enkesit alanı
A_{ch}	Boşluksuz perdenin, bağ kirişli perdede her bir perde parçasının, döşemenin
A_o	Etkin yer ivmesi katsayısı
A_s	Boyuna donatı alanı
A_{s1}	Kolon-kiriş düğüm noktasının bir tarafında, kirişin negatif momentini karşılamak için üste konulan çekme donatısının toplam alanı
A_{s2}	Kolon-kiriş düğüm noktasının A_{s1} ' e göre diğer tarafında, kirişin pozitif momentini karşılamak için alta konulan çekme donatısının toplam alanı
a_{y1}	Birinci moda ait eşdeğer akma ivmesi
$a_1^{(i)}$	(i)' inci itme adımı sonunda elde edilen, birinci moda ait modal ivme
b_j	Gözönüne alınan deprem doğrultusunda, birleşim bölgesine saplanan kirişin kolonla aynı genişlikte olması veya kolonun her iki yanından da taşması durumunda kolon genişliği, aksi durumda kirişin düşey orta ekseninden itibaren kolon kenarlarına olan uzaklıklardan küçük olanının iki katı (Kiriş genişliği ile birleşimin derinliğinin toplamını aşamaz.)
b_w	Kirişin gövde genişliği
C_{R1}	Birinci moda ait spektral yerdeğiştirme oranı
d	Kirişin veya kolonun faydalı yüksekliği
d_i	Binanın i' inci katında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yerdeğiştirme
$d_1^{(i)}$	(i)'inci itme adımı sonunda elde edilen, birinci moda ait modal yerdeğiştirme
$d_1^{(p)}$	Birinci moda ait modal yerdeğiştirme istemi
E_c	Beton elastisite modülü
E_s	Donatı çeliğinin elastisite modülü
$(EI)_e$	Çatlamış kesite ait etkin eğilme rijitliği
$(EI)_o$	Çatlamamış kesite ait eğilme rijitliği
f_{cd}	Betonun tasarım basınç dayanımı
f_{ck}	Betonun karakteristik silindirik basınç dayanımı
f_{cm}	Mevcut beton dayanımı
f_{ctd}	Betonun tasarım çekme dayanımı
f_{ctm}	Mevcut betonun çekme dayanımı

F_i	Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi' nde i ' inci kata etki eden eşdeğer deprem yükü
f_{yk}	Boyuna donatının karakteristik akma dayanımı
f_{ym}	Bilgi düzeyi katsayılarıyla uyumlu mevcut çelik akma dayanımı
f_{ywd}	Enine donatının tasarım akma dayanımı
h	Çalışan doğrultudaki kesit boyu
h_i	Binanın i ' inci katının kat yüksekliği
H_i	Binanın i 'inci katının temel üstünden itibaren ölçülen yüksekliği (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda i ' inci katın zemin kat döşemesi üstünden itibaren ölçülen yüksekliği)
h_{ji}	i ' inci katta j ' inci kolon veya perdenin kat yüksekliği
H_w	Temel üstünden veya zemin kat döşemesinden itibaren ölçülen toplam perde yüksekliği
I	Bina önem katsayısı
l_n	Kolonun kirişler arasında kalan serbest yüksekliği, kirişin kolon veya perde yüzleri arasında kalan serbest açıklığı
l_p	Plastik mafsalsal boyu
l_w	Perdenin veya bağ kirişli perde parçasının plandaki uzunluğu
m	Kütle
M_a	Kolonun sebest yüksekliğinin alt ucunda, kolon kesme kuvvetinin hesabında kullanılan moment
M_A	Artı moment kapasitesi
M_D	Düşey yüklerden oluşan moment
M_E	Deprem yükleri altında oluşan moment
m_i	Binanın i ' inci katındaki kütle
M_K	Bilgi düzeyi katsayıları ile uyumlu malzeme dayanımlarına göre hesaplanan moment kapasitesi
M_p	Kesitin taşıyabileceği maksimum eğilme momenti
M_{pa}	Kolonun serbest yüksekliğinin alt ucunda f_{ck} , f_{yk} ve çeliğin pekleşmesi göz önüne alınarak hesaplanan moment kapasitesi
M_{pi}	Kirişin sol ucu i ' deki kolon yüzünde f_{ck} , f_{yk} ve çeliğin pekleşmesi gözönüne alınarak hesaplanan moment kapasitesi
M_{pj}	Kirişin sağ ucu j ' deki kolon yüzünde f_{ck} , f_{yk} ve çeliğin pekleşmesi gözönüne alınarak hesaplanan moment kapasitesi
M_{ri}	Kirişin sol ucu i ' deki kolon veya perde yüzünde f_{cd} ve f_{yd} ' ye göre hesaplanan pozitif veya negatif taşıma gücü momenti
M_{rj}	Kirişin sağ ucu j ' deki kolon veya perde yüzünde f_{cd} ve f_{yd} ' ye göre hesaplanan pozitif veya negatif taşıma gücü momenti
$M_{\bar{u}}$	Kolonun sebest yüksekliğinin üst ucunda, kolon kesme kuvvetinin hesabında kullanılan moment
$(M_d)_t$	Perdenin taban kesitinde yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan moment
$(M_p)_t$	Perdenin taban kesitinde f_{ck} , f_{yk} ve çeliğin pekleşmesi gözönüne alınarak hesaplanan moment kapasitesi
M_{x1}	x deprem doğrultusunda doğrusal elastik davranış için tanımlanan birinci (hakim) moda ait etkin kütle
n	Hareketli yük katılım katsayısı

N	Eksenel yük
N_A	Artık moment kapasitesine karşılık gelen eksenel kuvvet
N_b	Dengeli şekil değiştirme hasar sınırı durumunda kesitin eksenel yük taşıma gücü
N_D	Deprem hesabında esas alınan toplam kütlelerle uyumlu düşey yükler altında kolonda veya perdede oluşan eksenel kuvvet
N_E	Deprem yükleri altında oluşan eksenel kuvvet
N_K	Kesit moment kapasitesine karşı gelen eksenel kuvvet
R	Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
r	Etki/kapasite oranı
R_a	Deprem yükü azaltma katsayısı
r_s	Etki/kapasite oranının sınır değeri
R_{y1}	Birinci moda ait dayanım azaltma katsayısı
s	Etriye aralığı
$S(T)$	Spektrum katsayısı
$S_{ae}(T_n)$	Elastik spektral ivme
$S_{aR}(T_n)$	n' inci doğal titreşim modu için azaltılmış spektral ivme
S_{di1}	Birinci moda ait doğrusal elastik olmayan spektral yerdeğiştirme
$S_{ae1}^{(1)}$	İtme analizinin ilk adımında birinci moda ait elastik spektral ivme
$S_{de1}^{(1)}$	İtme analizinin ilk adımında birinci moda ait doğrusal elastik spektral yerdeğiştirme
T_A, T_B	Spektrum karakteristik periyodları
$T_1^{(1)}$	Başlangıçtaki ($i=1$) birinci (deprem doğrultusunda hakim) titreşim moduna ait doğal titreşim periyodu
$u_{xN1}^{(i)}$	Binanın tepesinde (N' inci katında) x deprem doğrultusunda (i)' inci itme adımı sonunda elde edilen birinci moda ait yerdeğiştirme
$u_{xN1}^{(p)}$	Binanın tepesinde (N' inci katında) x deprem doğrultusunda tepe yerdeğiştirme istemi
V_c	Kesme kuvveti dayanımına betonun katkısı
V_d	Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan kesme kuvveti
V_{dy}	Kirişin herhangi bir kesitinde düşey yüklerden meydana gelen basit giriş kesme kuvveti
V_e	Kolon, giriş, perdede esas alınan tasarım kesme kuvveti veya boşluklu döşemede her bir döşeme parçasının brüt enkesit alanı
V_{kol}	Düğüm noktasının üstünde ve altında hesaplanan kolon kesme kuvvetlerinin küçük olanı
V_s	Kesme kuvveti dayanımına enine donatının katkısı
V_t	Eşdeğer Deprem Yüğü yöntemi' nde gözönüne alınan deprem doğrultusunda binaya etki eden toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti)
$V_{x1}^{(i)}$	x deprem doğrultusunda (i)'inci itme adımı sonunda elde edilen birinci moda (hakim moda) ait taban kesme kuvveti
W	Binanın hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı
W_i	Binanın i 'inci katının, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı
β_v	Perdede kesme kuvveti için dinamik büyütme katsayısı

ϵ_{cL}	Belirli bir hasar sınırı için beton birim kısalması sınır değeri
ϵ_{cu}	Kesitin en dış lifindeki beton basınç birim şekildeğiştirmesi
ϵ_s	Donatı çeliği birim şekildeğiştirmesi
ϵ_{sL}	Belirli bir hasar sınırı için donatı çeliği birim uzaması sınır değeri
Γ_{x1}	x deprem doğrultusunda birinci moda ait katkı çarpanı
ΔF_N	Binanın N' inci katına (tepesine) etki eden eşdeğer deprem yükü
δ_i	Binanın i' inci katındaki etkin görelî kat ötelemesi
δ_{ji}	i' inci katta j' inci kolon veya perdenin alt ve üst uçları arasındaki yerdeğiştirme farkı
η_{bi}	Burulma düzensizliği katsayısı
θ_p	Plastik dönme istemi
ϕ_p	Plastik eğrilik istemi
ϕ_t	Toplam eğrilik istemi
ϕ_y	Eşdeğer akma eğriliği
Φ_{xN1}	Binanın tepesinde (N'inci katında) x deprem doğrultusunda birinci moda ait mod şekli genliği
γ	Çatlama dayanımına eksenel kuvvet etkisini yansıtan katsayı
λ	Eşdeğer deprem yükü azaltma katsayısı
ρ	Çekme donatısı oranı
ρ'	Basınç donatısı oranı
ρ_b	Dengeli donatı oranı
ρ_{sh}	Perdede yatay gövde donatılarının hacımsal oranı
ω_B	İvme spektrumundaki karakteristik periyoda karşı gelen doğal açısal frekans
ω_t	Toplam boyuna donatı mekanik indeksi
$\omega_1^{(1)}$	Başlangıçtaki (i=1) itme adımımda deprem doğrultusundaki hakim titreşim moduna ait doğal açısal frekans

KISALTMA LİSTESİ

BH	Belirgin Hasar Bölgesi
CG	Can Güvenliği
DBYBHY	Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
GB	Göçme Bölgesi
GÇ	Göçme Sınırı
GÖ	Göçme Öncesi
GV	Güvenlik Sınırı
HK	Hemen Kullanım
İH	İleri Hasar Bölgesi
MH	Minimum Hasar Bölgesi
MN	Minimum Hasar Sınırı
SAP2000	Structural Analysis Program 2000
TS-500	Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları
XTRACT	Cross-sectional X Structural Analysis of Components

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2. 1	Hasar sınırları ve hasar bölgeleri..... 6
Şekil 2. 2	Moment - Eksenel kuvvet etkileşim diyagramı..... 12
Şekil 2. 3	Eğilme momenti - Dönme diyagramı (Pekleşme gözönüne alınmamış)..... 17
Şekil 2. 4	Eğilme momenti - Dönme diyagramı (Pekleşme gözönüne alınmış)..... 18
Şekil 2. 5	İtme eğrisinin modal kapasite eğrisine dönüştürülmesi..... 19
Şekil 2. 6	Spektral yerdeğiştirme - Spektral ivme ($S_{di1}=S_{de1}$) 21
Şekil 2. 7	Spektral yerdeğiştirme - Spektral ivme ($S_{di1}\neq S_{de1}$) 22
Şekil 3. 1	Kat kalıp planı..... 29
Şekil 3. 2	S102 kolonu ve K101 kirişinin yeri (A-A AKSI)..... 31
Şekil 3. 3	X doğrultusundaki (hakim) mod şekli 34
Şekil 3. 4	Y doğrultusundaki (hakim) mod şekli..... 34
Şekil 3. 5	S108 kolonunun yeri ve donatı detayı 36
Şekil 3. 6	S108 Kolonun Eksenel kuvvet - Moment Diyagramı..... 37
Şekil 3. 7	K110 kirişinin plandaki yeri 41
Şekil 3. 8	Kirişlerde düşey yükten oluşan ve moment kapasiteleriyle uyumlu kesme kuvveti 44
Şekil 3. 9	K109-S108-K110 kolon – kiriş birleşim detayı..... 46
Şekil 3. 10	S129 Perdesinin yeri ve donatı detayı..... 47
Şekil 3. 11	S129 perdesinin eksenel kuvvet-moment etkileşim diyagramı..... 48
Şekil 4. 1	Plastik Moment – Plastik Dönme ilişkisi 55
Şekil 4. 2	K110 kirişinin sol mesnet donatı detayı ve plandaki yeri (B-B aksı) 55
Şekil 4. 3	K110 kirişi Moment - Eğrilik ilişkisi (+X) 56
Şekil 4. 4	K110 kirişi Moment - Eğrilik ilişkisi (-X) 56
Şekil 4. 5	S101 kolonuna ait Eksenel kuvvet – Moment etkileşim diyagramı (0°) 57
Şekil 4. 6	S101 kolonuna ait Eksenel kuvvet – Moment etkileşim diyagramı (90°) 57
Şekil 4. 7	S125 kolonuna ait Eksenel kuvvet – Moment etkileşim diyagramı (0°) 58
Şekil 4. 8	S125 kolonuna ait Eksenel kuvvet – Moment etkileşim diyagramı (90°) 58
Şekil 4. 9	+X yönündeki itme eğrisi..... 60
Şekil 4. 10	+Y yönündeki itme eğrisi..... 61
Şekil 4. 11	İtme eğrisinin modal kapasite diyagramına dönüştürülmesi 61
Şekil 4. 12	+X yönündeki Modal Kapasite Diyagramı 63
Şekil 4. 13	+ Y yönünde elde edilen kapasite eğrisi..... 64
Şekil 4. 14	+X yönü modal kapasite – davranış spektrumu..... 65
Şekil 4. 15	+Y yönü modal kapasite – davranış spektrumu 66
Şekil 4. 16	A-A ve D-D aksında oluşan plastik mafsallar..... 67

Şekil 4. 17	B-B ve C-C aksında oluşan plastik mafsallar.....	67
Şekil 4. 18	(1-1 ve 8-8) ve (2-2 ve 7-7) akslarında oluşan plastik mafsallar	68
Şekil 4. 19	(3-3 ve 6-6) ve (4-4 ve 5-5) akslarında oluşan plastik mafsallar	68
Şekil 4. 20	K110 için Moment – Eğrilik diyagramı (+ X).....	69
Şekil 4. 21	K110 için Moment – Eğrilik diyagramı (-X).....	69
Şekil 4. 22	S108 kolonu eksenel kuvvet – moment etkileşim diyagramı	74
Şekil 4. 23	S108' in plandaki yeri ve S108 Donatı detayı.....	74
Şekil 4. 24	S129 perdesinin donatı detayı (Xtract)	76
Şekil 4. 25	S129 perdesi için Moment - Eğrilik diyagramı (+Y ve -Y)	76
Şekil 4. 26	S129 perdesinin hasar bölgesinin belirlenmesi	77
Şekil 4. 27	K109-S108-K110 kolon-kiriş birleşim detayı	79
Şekil 5. 1	Kirişler için doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemlerle yapılan analiz sonucu elde edilen toplam hasar yüzdeleri (+X).....	83
Şekil 5. 2	Kirişler için doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemlerle yapılan analiz sonucu elde edilen toplam hasar yüzdeleri (+Y).....	84
Şekil 5. 3	Kolonlar için doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemlerle yapılan analiz sonucu elde edilen toplam hasar yüzdeleri (+X).....	84
Şekil 5. 4	Kolonlar için doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemlerle yapılan analiz sonucu elde edilen toplam hasar yüzdeleri (+Y).....	85
Şekil 5. 5	Perdeler için doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemlerle yapılan analiz sonucu elde edilen toplam hasar yüzdeleri (+X).....	85
Şekil 5. 6	Perdeler için doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemlerle yapılan analiz sonucu elde edilen toplam hasar yüzdeleri (+Y).....	86

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2. 1	Binalar için bilgi düzeyi katsayıları..... 5
Çizelge 2. 2	Hareketli yük katılım katsayısı..... 7
Çizelge 2. 3	Betonarme kolonlar için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranları (r_s) 13
Çizelge 2. 4	Betonarme kirişler için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranları (r_s) 13
Çizelge 2. 5	Betonarme perdeler için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranları (r_s) 13
Çizelge 2. 6	Görelî kat ötelemesi sınırları 14
Çizelge 2. 7	Bina performans düzeyinin belirlenmesi (Kirişler için sınırlar) 25
Çizelge 2. 8	Bina performans düzeyinin belirlenmesi (Kolonlar için sınırlar) 26
Çizelge 2. 9	Bina performans hedefleri 27
Çizelge 3. 1	Bina kat kütleleri 33
Çizelge 3. 2	Bina periyotları ve kütle katılım oranları..... 33
Çizelge 3. 3	X doğrultusunda Eşdeğer Deprem Yükünün katlara dağılımı 35
Çizelge 3. 4	Y doğrultusunda Eşdeğer Deprem Yükünün katlara dağılımı 35
Çizelge 3. 5	Betonarme kolonlar için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranları (r_s) 38
Çizelge 3. 6	Görelî kat ötelemesi sınırları 40
Çizelge 3. 7	+X deprem yönüne ait görelî kat ötelemesi kontrolü 40
Çizelge 3. 8	+Y deprem yönüne ait görelî kat ötelemesi kontrolü 41
Çizelge 3. 9	Betonarme kirişler için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranları (r_s) 44
Çizelge 3. 10	Betonarme perdeler için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranları (r_s) 49
Çizelge 3. 11	+X deprem yönüne ait görelî kat ötelemesi kontrolü 50
Çizelge 3. 12	+Y deprem yönüne ait görelî kat ötelemesi kontrolü 50
Çizelge 3. 13	Binanın taşıyıcı elemanlarında oluşan hasar oranları (+X yönü)..... 51
Çizelge 3. 14	Binanın taşıyıcı elemanlarında oluşan hasar oranları (+Y yönü) 52
Çizelge 4. 1	Bina periyotları ve etkin kütle oranları..... 60
Çizelge 4. 2	İtme eğrisinin modal kapasite diyagramına dönüştürülmesinde kullanılan değerler (+X) 62
Çizelge 4. 3	İtme eğrisinin modal kapasite diyagramına dönüştürülmesi (+X) 62
Çizelge 4. 4	İtme eğrisinin modal kapasite diyagramına dönüştürülmesinde kullanılan değerler (+Y) 63

Çizelge 4. 5	İtme eğrisinin modal kapasite diyagramına dönüştürülmesi (+Y)	64
Çizelge 4. 6	α ve β katsayılarının beklenen değerleri	72
Çizelge 4. 7	S108 kolonu performans değerlendirmesi.....	75
Çizelge 4. 8	Binanın taşıyıcı elemanlarında oluşan hasar oranları (+X yönü).....	80
Çizelge 4. 9	Binanın taşıyıcı elemanlarında oluşan hasar oranları (+Y yönü).....	81

BETONARME BİR YAPININ PERFORMANSININ DOĞRUSAL VE DOĞRUSAL OLMAYAN YÖNTEMLER KULLANILARAK BELİRLENMESİ

Burak TEMİZ

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Murat Serdar KIRÇIL

Ülkemizin aktif bir deprem kuşağının içinde yer alması, tarihte meydana gelen depremlerden dolayı büyük maddi hasarlar meydana gelmesi ve çok can kaybı olmasından dolayı mevcut yapıların, zaman zaman da yeni yapılacak yapıların deprem performansının değerlendirilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Yapı sistemlerinin deprem etkileri altında yapısal performanslarının belirlenmesinde doğrusal ve doğrusal olmayan hesap yöntemleri kullanılabilir. Doğrusal hesap yöntemleri dayanım esaslı, doğrusal olmayan hesap yöntemleri şekil değiştirme esaslı yöntemler olarak da anılır.

Bu çalışmada, Deprem Yönetmeliği'ne (2007) göre tasarlanmış bir betonarme okul binasının performansının, yönetmelikte tanımlanmış performans değerlendirme yöntemlerinden "Eşdeğer Deprem Yüğü" ve "Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü" yöntemleri ile değerlendirmesi yapılmıştır. Planda ve düşeyde düzensizlik içermeyen okul binası 5 katlı olup, perdeli-çerçeve tipinde bir taşıyıcı sisteme sahiptir.

Yapılan değerlendirme sonucunda, çalışmaya konu binanın Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi kullanılarak yapılan sayısal incelemeler sonucunda Hemen Kullanım Performans Düzeyini sağladığı belirlenmiştir. Bununla beraber Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi kullanılarak yapılan değerlendirme sonucunda binanın hedeflenen Hemen Kullanım Performans Seviyesini sağlamayıp Can Güvenliği Performans Düzeyini sağladığı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi, Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi, Deprem, Performans düzeyi, Hasar Düzeyi

**THE DETERMINATION OF PERFORMANCE OF A REINFORCED CONCRETE
STRUCTURE THROUGH LINEAR AND NONLINEAR METHODS**

Burak TEMİZ

Department of Civil Engineering

MSc. Thesis

Advisor: Assist. Prof. Dr. Murat Serdar KIRÇIL

The requirement for the evaluation of earthquake performance of current structures and structures that will be built in near future become apparent because of the fact that our country is located on an active earthquake region, previous earthquakes caused financial damage and the number of deaths due to earthquakes.

Both linear and nonlinear methods are applicable for the determination of performance of structures under earthquake effects. Linear methods are referred as strength-based methods while nonlinear methods are named as deformation-based methods.

In this study, performance of a reinforced school building which has been designed according to Turkish Seismic Design Code (2007) has been evaluated using both linear and nonlinear methods. The structural system of building has 5 storey frames with shear walls without any structural irregularity.

The examined building satisfies the Immediate Occupancy Performance Level requirements in the case of using of the linear method. However; it is observed that beams can not satisfy the Immediate Occupancy Performance Level requirements in the case of using of the nonlinear method.

Keywords: Earthquake, Performance Level, Damage Level, Linear Analysis, Nonlinear Analysis

1.1 Literatür Özeti

Büyük doğal afetlerden biri olan deprem; yerkabuğunda meydana gelen kırılmalar sonucu açığa çıkan çok büyük enerjinin dalgalar halinde yayılması olayıdır. Ne zaman nerde ve ne büyüklükte ortaya çıkacağı net bir şekilde kestirilemeyen bu doğal felaket bugüne kadar yurdumuzda pek çok maddi ve manevi zararlar, can ve mal kaybına yol açmıştır. Ülkemizde mevcut binaların büyük bir kısmının gerekli dayanıma sahip olmadığı tahmin edilmektedir. Bu sebeple ileride meydana gelecek ve nüfus yoğunluğu fazla olan yerleşim bölgelerini etkileyecek depremlerde deprem zararlarının azaltılabilmesi için mevcut binaların deprem performanslarının belirlenmesi, aynı zamanda da yeni yapılacak binaların tasarımında deprem performansının gözönüne alınması gerekmektedir. Binaların performans değerlendirmesinde doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan olmak üzere iki yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemlerle yapılan çalışmaların sayısı ülkemizde gün geçtikçe artmaktadır.

Uygun ve Celep [1] tarafından yapılan çalışmada yeni tasarımı yapılan bir binanın deprem güvenliği DBYBHY 2007 [2]'deki doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemlerle değerlendirme kuralları çerçevesinde incelenmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Doğrusal olan yöntemin daha tutucu sonuçlar verdiği, uygulama bakımından çözümlemesinin daha basit olduğu, doğrusal olmayan yöntemin daha elverişli ve doğrusal yöntemle paralel sonuçlar verdiği buna karşılık doğrusal olmayan dinamik yöntem sonuçlarının diğer iki yöntemin sonuçlarından uzak olduğu gözlenmiştir.

Çelik [3] tarafından yapılan tez çalışmasında, 1999 Kocaeli depremine maruz kalmış ve hasar görmeden atlatmış yapının doğrusal elastik hesap yöntemlerinden Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi kullanılarak yapının performans değeriendirilmesi yapılmıştır. Söz konusu yapının DBYBHY 2007 [2]' de konutlar için öngörülen Can Güvenliğı performans seviyesini sağlayıp sağlamadığı araştırılmıştır. Yapılan hesapların ve değeriendirmelerin sonucunda yapının özellikle kolonlar bakımından DBYBHY 2007 [2]' ye göre Can Güvenliğı performans düzeyini karşılamadığı belirlenmiştir. Yapının yatay yük taşıma kapasitesinin arttırmak amacıyla, güçlendirme perdeleri eklenerek bir güçlendirme çalışması yapılması uygun görülmüştür.

Yılmaz [4] tarafından yapılan çalışmada, DBYBHY 2007 [2]' de mevcut veya güçlendirilmiş binaların deprem performanslarının belirlenmesi amacıyla önerilen doğrusal elastik hesap yöntemlerinden Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve doğrusal elastik olmayan hesap yöntemlerinden Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi' nin karşılaştırılmasına yönelik olarak sayısal bir inceleme yapılmış ve elde edilen sonuçlar değeriendirilmiştir. Her iki yöntemle yapılan değeriendirmede de Can Güvenliğı performans seviyesinin sağlandığı belirlenmiştir.

Fındık [5] tarafından yapılan çalışmada, DBYBHY 2007 [2]' de mevcut veya güçlendirilmiş binaların deprem performanslarının belirlenmesi amacıyla önerilen doğrusal elastik hesap yöntemlerinden Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve doğrusal elastik olmayan hesap yöntemlerinden Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi' nin karşılaştırılmasına yönelik olarak sayısal bir inceleme yapılmış ve elde edilen sonuçlar değeriendirilmiştir. Doğrusal elastik yöntemle Göçme Öncesi Performans seviyesinin sağlandığı, doğrusal elastik olmayan yöntemle yapılan değeriendirmede Hemen Kullanım performans seviyesinin sağlandığı belirlenmiştir.

1.2 Tezin Amacı

Bu çalışmada, DBYBHY 2007 [2]' ye uygun olarak tasarlanmış 5 katlı okul binasının DBYBHY 2007 [2] Bölüm 7 kapsamında sunulan doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan yöntemlere göre yapı performansının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma doğrusal elastik yöntemlerden Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve doğrusal elastik olmayan yöntemlerden Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi kullanılmıştır.

1.3 Hipotez

Mevcut yapıların değeriendirilmesinde kullanılan doğrusal ve doğrusal olmayan hesap yöntemlerinin vereceğı sonuçlar arasında ortaya çıkacak olası farkların karşılaştırılıp, performans seviyeleri ve taşıyıcı sistem elemanları için sistematik hale getirilip getirilemeyeceğinin araştırılması.

BETONARME BİR BİNANIN PERFORMANSININ BELİRLENMESİ

Deprem performansı kavramı, yer değiştirme ve şekil değiştirmelere bağlı olarak hasar sınır değerleri kullanılarak yapı güvenliğinin belirlenmesi olarak tanımlanır. Bu kavram öncelikli olarak mevcut yapıların taşıyıcı sistem performansının değerlendirilmesi için geliştirilmiştir. Zaman geçtikçe yeni yapıların tasarımında da performans kavramı önem kazanmıştır. Performansa dayalı tasarımın amacı; en özet haliyle, taşıyıcı sistemde ortaya çıkabilecek olası deprem hasarının tahminidir.

2.1 Binadan Bilgi Toplanması ve Bina Bilgi Düzeyi

Deprem güvenliği değerlendirilecek mevcut bir binada yapılacak olan durum saptaması çalışmalarının temel hedefi binayı tanımdır. Binaların incelenmesinden elde edilen mevcut durum bilgilerinin kapsamına göre, her bina türü için bilgi düzeyi ve buna bağlı olarak bilgi düzeyi katsayıları tanımlanmakta ve bu bilgi düzeyleri taşıyıcı eleman kapasitelerinin hesaplanmasında kullanılmaktadır.

Mevcut binaların deprem performanslarının değerlendirilmesinde kullanılmak üzere, taşıyıcı sistem geometrisi, elemanların enkesit özellikleri, malzeme karakteristikleri ve zemin özelliklerine ilişkin bilgiler, binaların projelerinden, ilgili raporlardan, binada yapılacak gözlem ve ölçümler ile binadan alınacak malzeme örneklerine uygulanacak deneylerden elde edilebilir. Binaların incelenmesinden elde edilecek mevcut durum bilgilerinin kapsamına göre; sınırlı, orta ve kapsamlı bilgi düzeyi olmak üzere, yönetmelikte üç bilgi düzeyi tanımlanmış ve bu bilgi düzeyleri için eleman kapasitelerine uygulanacak bilgi düzeyi katsayıları Çizelge 2.1’ de verilmiştir. Yapıdaki belirsizliği temsil eden bilgi düzeyi katsayıları ile kesit kapasitelerinin azaltılması öngörülür.

Çizelge 2.1 Binalar için bilgi düzeyi katsayıları

Bilgi Düzeyi	Bilgi Düzeyi Katsayısı
Sınırlı	0.75
Orta	0.90
Kapsamlı	1.00

Sınırlı bilgi düzeyinde yapının taşıyıcı sistem projeleri mevcut değildir. Gerekli bilgiler yapıda yapılacak ölçümlerle belirlenir. “Deprem Sonrası Hemen Kullanımı Gereken Binalar” ile “İnsanların Uzun Süreli ve Yoğun Olarak Bulunduğu Binalar” için bu bilgi düzeyi kullanılamayacağı DBYBHY 2007 [2]’ de belirtilmiştir.

Orta bilgi düzeyinde yapının taşıyıcı sistem projeleri mevcut ise sınırlı bilgi düzeyinde yapılan ölçümler yapılarak proje bilgileri doğrulanır. Eğer mevcut değil ise, sınırlı bilgi düzeyi için yapılan ölçümlerden daha fazla ölçümler yapılarak gerekli bilgiler elde edilir.

Kapsamlı bilgi düzeyinde ise yapının taşıyıcı sistem projeleri mevcuttur. Proje bilgileri yeterli derecede ölçümler yapılarak doğrulanır.

2.2 Yapı Elemanlarının Hasar Sınırları ve Hasar Bölgeleri

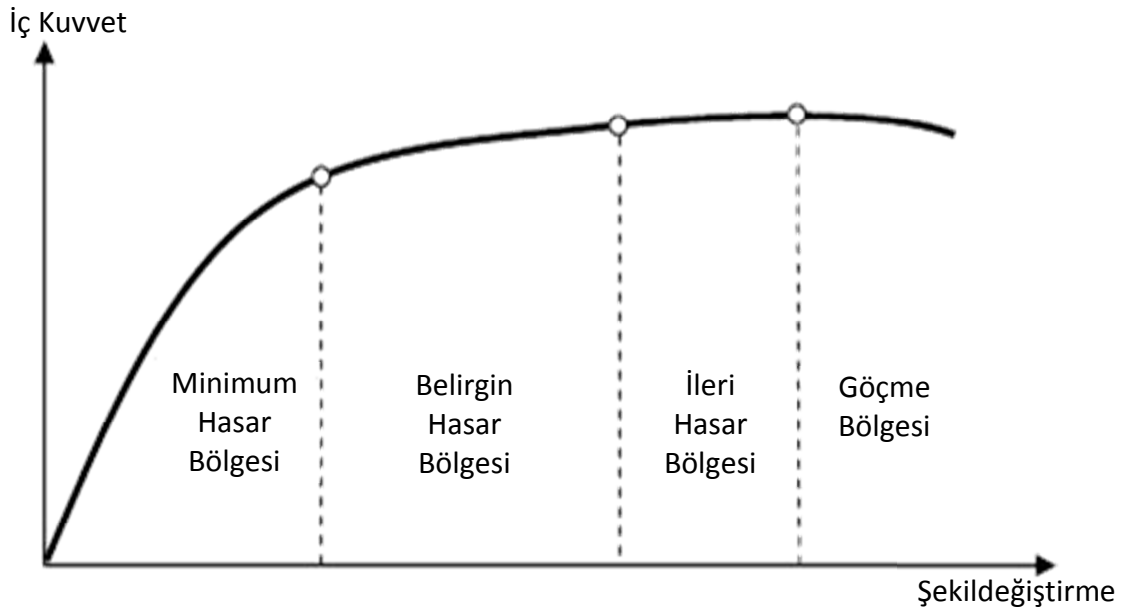
Depremden dolayı yapılarda oluşan hasarlar kiriş, kolon ve perde gibi taşıyıcı elemanlarda ortaya çıkar. Taşıyıcı elemanlar kırılma türlerine göre sünek ve gevrek olmak üzere ikiye ayrılırlar. Bu elemanların sünek sayılabilmeleri için;

- kırılma türlerinin eğilme olması
- eğilme kapasitesiyle uyumlu olarak hesaplanan kesme kuvvetinin, bilgi düzeyiyle uyumlu olarak hesaplanan kesme kapasitesini aşmaması
- ayrıca perdelerin $H_w/I_w < 2$ şartını sağlaması gerekir.

Aksi halde taşıyıcı sistem elemanları gevrek eleman olarak değerlendirilirler.

Sünek elemanlar için kesit düzeyinde üç limit durum tanımlanmıştır. Bunlar Minimum Hasar Sınırı (MN), Güvenlik Sınırı (GV) ve Göçme Sınırı (GC)’dir. Minimum hasar sınırı ilgili kesitte elastik ötesi davranışın başlangıcını, Güvenlik Sınırı kesitin dayanımında azalma olmadan sağlayabileceği elastik ötesi davranışın sınırını, Göçme Sınırı ise kesitin göçme öncesi davranışının sınırını tanımlamaktadır. Gevrek olarak hasar gören

elemanlar için bu sınıflandırma geçerli değildir. Kesit hasar sınırları ve hasar bölgeleri Şekil 2.1' de gösterilmiştir.



Şekil 2.1 Hasar sınırları ve hasar bölgeleri

Şekil 2.1' den de anlaşılacağı gibi hasarı minimum hasar sınırına (MN) ulaşmayan elemanlar "Minimum Hasar Bölgesinde", minimum hasar sınırı (MN) ile güvenlik sınırı (GV) arasında kalan elemanlar "Belirgin Hasar Bölgesinde", güvenlik sınırı (GV) ile göçme sınırı (GÇ) arasında kalan elemanlar "İleri Hasar Bölgesinde", göçme sınırını (GÇ) aşan elemanlar ise "Göçme Bölgesinde" yer almaktadırlar.

2.3 Performans Belirlenmesi ve Kullanılan Hesap Yöntemleri

2.3.1 Doğrusal Elastik ve Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemleri İçin Genel İlke ve Kurallar

Mevcut veya güçlendirilmiş binaların deprem performansının belirlenmesinde kullanılan doğrusal elastik veya doğrusal elastik olmayan hesap yöntemlerinin uygulanmasında, deprem hesabına ilişkin olarak, aşağıdaki ilke ve kurallar gözönünde tutulur.

- Deprem etkilerinin tanımında, yönetmelikte aynı zamanda tasarım için de verilmiş olan 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan depremin elastik (azaltılmamış) ivme spektrumu kullanılır. Ancak çok seviyeli performans değerlendirmesi

gerekli olan binalarda, 50 yılda aşılma olasılıkları %50 ve %2 olan deprem için 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan depremin elastik spektrumunun ordinatları yaklaşık olarak sırası ile yarısı ve 1.5 katı olarak alınır. Buna karşılık bina önem katsayısı uygulanmaz. ($I = 1.0$)

- Binaların deprem performansı, yapıya etkiyen düşey yüklerin ve deprem kuvvetlerinin birleşik etkileri altında değerlendirilir. Hareketli düşey yükler deprem hesabında gözönüne alınan kütleler ile uyumlu olacak şekilde, hareketli yük katılım katsayısı (n) kullanılarak tanımlanır. (Çizelge 2.2)

Çizelge 2.2 Hareketli yük katılım katsayısı

Binanın Kullanım Amacı	n
Depo, antrepo vb.	0.8
Okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema, tiyatro, konser salonu, garaj, lokanta, mağaza, vb.	0.6
Konut, iş yeri, otel, hastane vb.	0.3

- Deprem kuvvetleri binaya her iki doğrultuda ve her iki yönde ayrı ayrı etki ettirilir.
- Binanın taşıyıcı sistem modeli, deprem kuvvetleri ile düşey yüklerin ortak etkileri altında yapı elemanlarında oluşacak iç kuvvet, yerdeğiştirme ve şekildeğiştirmeleri hesaplamak için yeterli doğrulukta hazırlanmalıdır.
- Döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, her katta iki yatay yerdeğiştirme ile düşey eksen etrafında dönme serbestlik dereceleri gözönüne alınır. Kat serbestlik dereceleri her katın kütle merkezinde tanımlanır ve ek dışmerkezlilik uygulanmaz.
- Mevcut binaların taşıyıcı sistemlerindeki belirsizlikler, binadan derlenen bilgilerin kapsamına göre, bilgi düzeyi katsayıları (Çizelge 2.1) aracılığı ile hesap yöntemlerine yansıtılır.
- Kısa kolon olarak tanımlanan kolonlar, taşıyıcı sistem modelinde gerçek serbest boyları ile tanımlanır.

- Bir veya iki eksenli eğilme ve eksenel kuvvet etkisindeki betonarme kesitlerin etkileşim diyagramlarının tanımlanması aşağıda verilen koşullara göre yapılır:
 - Analizde beton ve donatı çeliğinin bilgi düzeyine göre belirlenen mevcut dayanımları esas alınır.
 - Betonun maksimum basınç birim şekildeğiştirmesi 0.003, donatı çeliğinin maksimum birim şekildeğiştirmesi ise 0.01 olarak alınabilir.
 - Etkileşim diyagramları uygun biçimde doğrusallaştırılarak çok doğrulu veya çok düzlemlili diyagramlar olarak modellenenebilir.
- Betonarme sistemlerin eleman boyutlarının tanımında birleşim bölgeleri sonsuz rijit uç bölgeleri olarak gözönüne alınır.
- Eğilme etkisindeki betonarme elemanlarda çatlamış kesite ait etkin eğilme rijitlikleri $(EI)_e$ kullanılır. Daha kesin bir hesap yapılmadıkça, etkin eğilme rijitlikleri için;
 - Kirişlerde: $(EI)_e = 0.40 (EI)_o$
 - Kolon ve perdelerde, $N_D/(A_c f_{cm}) \leq 0.10$ durumunda: $(EI)_e = 0.40 (EI)_o$
$$N_D/(A_c f_{cm}) \geq 0.40 \text{ durumunda: } (EI)_e = 0.80 (EI)_o$$

değerleri kullanılır. N_D 'nin ara değerleri için doğrusal enterpolasyon yapılabilir. N_D , deprem hesabında esas alınan toplam kütlelerle uyumlu yüklerin gözönüne alındığı ve çatlamamış kesitlere ait $(EI)_o$ eğilme rijitliklerinin kullanıldığı bir ön düşey yük hesabı ile belirlenir.
- Betonarme tablalı kirişlerin pozitif ve negatif plastik momentlerinin hesabında tabla betonu ve içindeki donatı hesaba katılabilir.
- Betonarme elemanlarda kenetlenme veya bindirme boyunun yetersiz olması durumunda, kesit kapasite momentinin hesabında ilgili donatının akma gerilmesi kenetlenme veya bindirme boyundaki eksikliği oranında azaltılabilir.
- Zemindeki şekil değıştirmelerin yapı davranışını etkileyebileceğı durumlarda zemin özellikleri analiz modeline yansıtılır.

2.3.2 Doğrusal Elastik Hesap Yöntemleri

Binaların deprem performanslarının belirlenmesi için DBYBHY 2007 [2]' de öngörölmüş olan doğrusal elastik hesap yöntemleri, Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve Mod Birleştirme Yöntemi' dir. Dayanım bazlı olan bu yöntemlerin amacı, verilen bir deprem etkisi altında, deprem yüğü azaltma katsayısının $R_a=1$ değeri için hesaplanan etkiler ile yapı elemanlarının artık kapasiteleri arasındaki etki/kapasite (r) oranlarının hesaplanması ve bu değerlerin ilgili sınır değerler ile karşılaştırılması suretiyle yapı elemanlarının kesit hasar bölgelerinin belirlenmesi ve bunlardan yararlanarak bina düzeyinde performans değerlendirmesi yapılmasıdır.

2.3.2.1 Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi

DBYBHY 2007 [2]' ye göre Eşdeğer Deprem Yüğü yönteminin uygulanabilmesi için aşağıda belirtilmiş olan şartların sağlanması gerekmektedir. Eşdeğer Deprem Yüğü yöntemi;

- ✓ Bodrum üzerinde toplam yüksekliği 25 metreyi ve toplam kat sayısı 8'i aşmayan
- ✓ Ek dışmerkezlik göz önüne alınmaksızın hesaplanan burulma düzensizliği katsayısı $\eta_{bi} < 1.4$ olan binalara uygulanır.

Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü (V_t)' nün hesabında $R_a=1$ alınarak (2.1) eşitliği kullanılır. Eşdeğer deprem yüğü azaltma katsayısı, λ , bodrum hariç bir ve iki katlı binalarda 1.0, diğerlerinde ise 0.85 olarak alınır.

$$V_t = \frac{W * A(T_1)}{R_a(T_1)} * \lambda \quad (2.1)$$

2.3.2.2 Mod Birleştirme Yöntemi

Mod Birleştirme Yöntemi ile hesapta $R_a=1$ alınır, diğer bir deyişle, elastik deprem spektrumları azaltılmadan, aynen kullanılır. Uygulanan deprem doğrultusu ve yönü ile uyumlu eleman iç kuvvetlerinin ve kapasitelerinin hesabında, bu doğrultuda hakim olan modda elde edilen iç kuvvet doğrultuları esas alınır.

$$S_{aR}(T_n) = \frac{S_{ae}(T_n)}{R_a(T_n)} \quad (2.2)$$

2.3.2.3 Yapı Elemanlarının Hasar Düzeylerinin Belirlenmesi

Taşıyıcı elemanların hasar düzeylerinin belirlenebilmesi için öncelikle kırılma türlerine göre sünek mi yoksa gevrek mi olduğunun belirlenmesi gerekmektedir. Kolon, kiriş ve perdelerin sünek eleman olarak sayılabilmeleri için bu elemanların kritik kesitlerinde eğilme kapasitesi ile uyumlu olarak hesaplanan kesme kuvveti V_e' nin, bilgi düzeyi ile uyumlu mevcut malzeme dayanımı değerleri kullanılarak TS-500 [6]' e göre hesaplanan kesme kapasitesi V_r' yi aşmaması gereklidir. V_e' nin hesabında kolonlar için (2.3), kirişler için (2.4), perdeler için (2.5) eşitlikleri kullanılır.

$$V_e = (M_a + M_u)/l_n \quad (2.3)$$

$$V_e = V_{dy} \pm \frac{M_{pi} + M_{pj}}{l_n} \quad (2.4)$$

$$V_e = \beta_v \frac{(M_p)_t}{(M_d)_t} V_d \quad \beta_v = 1 \quad (2.5)$$

Kolon, kiriş ve perdelerde V_e' nin hesabında pekleşmeli taşıma gücü momentleri yerine taşıma gücü momentleri kullanılır. Düşey yükler ile birlikte, elastik deprem yükü azaltma katsayısı $R_a=1$ alınarak depremden hesaplanan toplam kesme kuvvetinin V_e' den küçük olması durumunda ise V_e yerine bu kesme kuvveti kullanılır. Ek koşul olarak perdelerin sünek eleman olarak sayılabilmesi için ayrıca $H_w/l_w > 2.0$ koşulunu sağlaması gerekir. Bu koşulları sağlamayan betonarme elemanlar gevrek olarak hasar gören elemanlar olarak nitelendirilir.

Kırılma türü sünek olan kolon, kiriş ve perdelerin doğrusal elastik hesap yöntemler ile hasar düzeylerinin belirlenmesinde etki/kapasite oranı olarak adlandırılan r değerleri kullanılır.

Etki/kapasite oranı (r) deprem etkisi altında elastik deprem yükü azaltma katsayısı $R_a=1$ alınarak hesaplanan kesit momentinin (M_E), kesit artık moment kapasitesine bölünmesiyle veya deprem yükleri altında oluşan eksenel kuvvetin (N_E), artık moment kapasiteye karşılık gelen eksenel kuvvete (N_A) bölünmesiyle (2.6) eşitliğinden elde edilir.

$$r = \frac{M_E}{M_A} = \frac{N_E}{N_A} \quad (2.6)$$

Kesit artık moment kapasitesi (M_A), kesitin eğilme momenti kapasitesi (M_K) ile düşey yükler altında kesitte hesaplanan momentin (M_D) farkıdır ve (2.7) eşitliği ile hesaplanır.

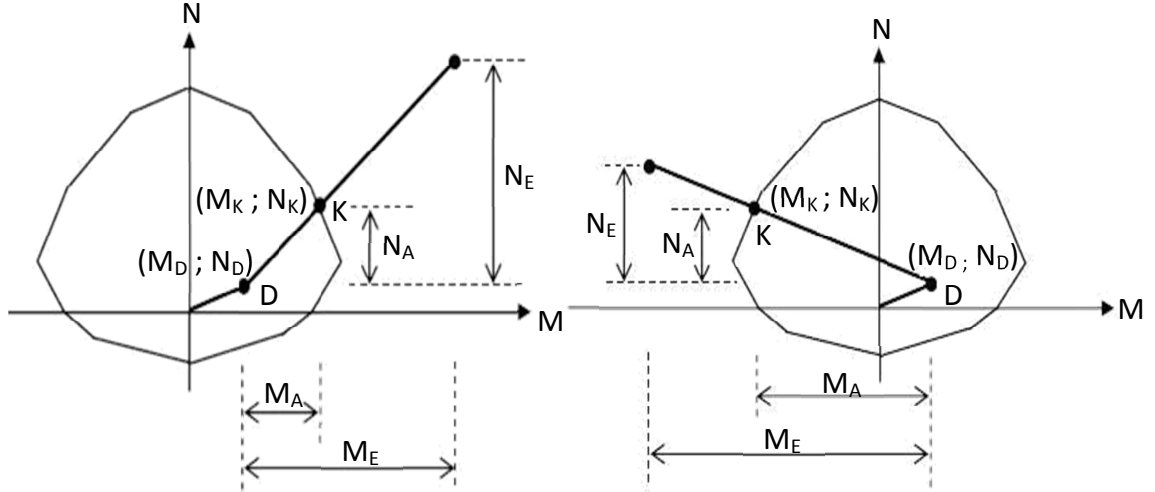
$$M_A = M_K - M_D \quad (2.7)$$

Artık moment kapasitesine karşılık gelen eksenel kuvvet (N_A), kesit moment kapasitesine karşılık gelen eksenel kuvvet ile düşey yüklerden oluşan eksenel kuvvetin farkıdır ve (2.8) eşitliği ile hesaplanır.

$$N_A = N_K - N_D \quad (2.8)$$

Kolon ve perdelerin etki/kapasite oranı (r) doğrudan ve ardışık yaklaşım hesabı olmak üzere iki yolla belirlenebilir.

- a) Düşey yük hesabından elde edilen M_D - N_D ve $R_a=1$ için deprem hesabından elde edilen M_E - N_E değerleri bilindiğinden M_K - N_K değerleri geometrik veya sayısal olarak belirlenip (2.6) ve (2.7) veya (2.8) eşitlikleri kullanılarak etki/kapasite oranı (r) doğrudan belirlenebilir. Kolon kesitinin moment kapasitesine karşılık gelen N_K , hasar sınırlarının belirlendiği Çizelge 2.3' te gözönüne alınacak eksenel kuvvettir.
- b) Etki/kapasite oranının (r) ardışık yaklaşım yöntemiyle hesabında başlangıçta r için bir değer tahmin edilir. Düşey yük hesabından elde edilen M_D - N_D ve $R_a=1$ için deprem hesabından elde edilen M_E - N_E değerleri bilindiğinden (2.6)' dan N_A hesaplanır ve (2.8)' den N_K elde edilir. Buna bağlı olarak M_K moment kapasitesi kesit hesabından elde edilerek (2.7)' den M_A hesaplanır. M_A ve M_E kullanılarak (2.6)' dan yeni r değeri elde edilir ve başa dönülerek yeni r değeriyle işlemler tekrarlanır. Bir önceki adımda elde edilen r değerine yeteri kadar yakın olarak elde edilen son ardışık yaklaşımdaki r değeri, kesitin eğilme ve eksenel kuvvet altındaki etki/kapasite oranı (r) olarak tanımlanır. Son adımdaki M_A ve N_A değerleri (2.7) ve (2.8)' de yerlerine konularak M_K ve N_K hesaplanır. Elde edilen N_K , hasar sınırlarını tanımlayan Çizelge 2.3' te gözönüne alınacak eksenel kuvvettir.



Şekil 2.2 Moment - Eksenel kuvvet etkileşim diyagramı

Şekil 2.2' de ikinci doğrunun etkileşim diyagramının içinde kaldığı durumda (2.6) uygulanamaz ve $r < 1$ ' dir. Bu durumda etki/kapasite oranının hesabına gerek yoktur.

Etki/kapasite oranının hesabında, uygulanan deprem kuvvetinin yönü dikkate alınır. Kiriş mesnetlerinde düşey yükler altında hesaplanan moment etkisi, yeniden dağılım ilkesine göre en fazla %15 oranında azaltılabilir. Sarılma bölgesindeki enine donatının düzeni ve miktarı bakımından DBYBHY 2007 [2]' nin ilgili bölümlerindeki koşulları sağlayan betonarme kolonlar, kirişler ve perdeler "sargılanmış", sağlamayanlar ise "sargılanmamış" eleman sayılır. "Sargılanmış" sayılan elemanlarda sargı donatılarının "özel deprem etriyeleri ve çirozları" olarak düzenlenmiş olması ve donatı aralıklarının yönetmelikte belirtilen koşulları sağlaması gereklidir.

Hesaplanan kolon, kiriş ve perde kesitlerinin etki/kapasite (r) oranları, yönetmelikte verilen ilgili sınır değerler (r_s) ile karşılaştırılarak elemanların hangi hasar bölgesinde olduğu belirlenir.

Kolon, kiriş ve perdeler için etki/kapasite oranlarının sınır değerleri Çizelge 2.3, Çizelge 2.4 ve Çizelge 2.5' te verilmiştir. Çizelge 2.3, Çizelge 2.4 ve Çizelge 2.5' te ara değerler için doğrusal enterpolasyon uygulanacaktır.

Çizelge 2.3 Betonarme kolonlar için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranları
(r_s)

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

Çizelge 2.4 Betonarme kirişler için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranları (r_s)

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

Çizelge 2.5 Betonarme perdeler için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranları
(r_s)

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

Betonarme kolon-kiriş birleşimlerinde hasar düzeyinin belirlenmesi için hesaplanacak olan V_e (2.9) eşitliğine göre hesaplanır. Hesaplanan bu V_e değeri, (2.10) ve (2.11) eşitliklerinde verilmiş olan kesme dayanımlarını aşmaması gerekmektedir. (2.9) eşitliğindeki V_{kol} yerine pekleşme gözönüne alınmadan hesaplanan V_e değeri ve f_{cd} yerine de bilgi düzeyine göre belirlenen mevcut beton dayanımı kullanılır.

$$V_e = 1.25 * f_{yk} * (A_{s1} + A_{s2}) - V_{kol} \quad (2.9)$$

$$V_e \leq 0.60 * b_j * h * f_{cd} \quad (\text{Kuşatılmış Birleşimlerde}) \quad (2.10)$$

$$V_e \leq 0.45 * b_j * h * f_{cd} \quad (\text{Kuşatılmamış Birleşimlerde}) \quad (2.11)$$

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

2.3.2.4 Göreli Kat Ötelemelerinin Kontrolü

Doğrusal elastik yöntemlerle yapılan hesapta her bir deprem doğrultusunda, binanın herhangi bir katındaki kolon veya perdelerin göreli kat ötelemeleri, Çizelge 2.6' da verilmiş olan sınır değerlerini aşmayacaktır.

Çizelge 2.6 Göreli kat ötelemesi sınırları

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

2.3.3 Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemleri

Deprem etkileri altındaki mevcut binaların yapısal performanslarının belirlenmesi ve güçlendirme analizleri için kullanılacak doğrusal elastik olmayan hesap yöntemlerinin amacı, verilen bir deprem için sünek davranışa ilişkin plastik şekil değiştirme istemleri ile gevrek davranışa ilişkin iç kuvvet istemlerinin hesaplanmasıdır. Daha sonra bu istem büyüklükleri, şekil değiştirme ve iç kuvvet kapasiteleri ile karşılaştırılarak, kesit ve bina düzeyinde yapısal performans değerlendirmesi yapılır. DBYBHY 2007 [2] kapsamında yer alan doğrusal elastik olmayan analiz yöntemleri, Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi, Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi ve Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi'dir. İlk iki yöntem, mevcut binaların deprem performanslarının belirlenmesinde ve güçlendirilmesinde artımsal itme analizinin esas alındığı yöntemlerdir. Bu çalışma kapsamında yer alan doğrusal elastik olmayan analiz yöntemlerinden, Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi' ne yer verilmiştir.

2.3.3.1 Artımsal İtme Analizi ile Performans Değerlendirmesi

Artımsal İtme Analizi uygulanarak yapılan doğrusal elastik olmayan performans değerlendirmesinde izlenen yolun adımları aşağıda özetlenmiştir:

(a) 2.3.1’ de belirtilmiş olan genel ilke ve kurallara ek olarak, taşıyıcı sistem elemanlarında doğrusal olmayan davranışın idealleştirilmesine ve analiz modelinin oluşturulmasına yönelik kurallar esas alınır.

(b) Artımsal itme analizinden önce, kütlelerle uyumlu düşey yüklerin gözönüne alındığı doğrusal olmayan statik analiz yapılır. Bu analizin sonuçları, artımsal itme analizinin başlangıç koşulları olarak dikkate alınır.

(c) Artımsal itme analizinin Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü yöntemi kapsamında yapılması durumunda, koordinatları “modal yerdeğiştirme-modal ivme” olarak tanımlanan birinci (hakim) moda ait “modal kapasite diyagramı” elde edilir. Bu diyagram ile birlikte, elastik davranış spektrumu ve farklı aşılma olasılıkları için bu spektrum üzerinde yapılan değişiklikler gözönüne alınarak, birinci (hakim) moda ait modal yerdeğiştirme istemi belirlenir. Son aşamada, modal yerdeğiştirme istemine karşı gelen yerdeğiştirme, plastik şekildeğiştirme (plastik dönmeler) ve iç kuvvet istemleri hesaplanır.

(d) Artımsal itme analizinin artımsal mod birleştirme yöntemi ile yapılması durumunda, gözönüne alınan bütün modlara ait “modal kapasite diyagramları” ile birlikte modal yerdeğiştirme istemleri de elde edilir. Bunlara bağlı olarak taşıyıcı sistemde meydana gelen yerdeğiştirme, plastik şekildeğiştirme (plastik dönmeler) ve iç kuvvet istemleri hesaplanır.

(e) Plastikleşen (sünek) kesitlerde hesaplanmış olan plastik dönme istemlerinden plastik eğrilik istemleri ve son olarak toplam eğrilik istemleri elde edilir. Daha sonra, bunlara bağlı olarak betonarme kesitlerde betonda ve donatı çeliğinde meydana gelen birim şekildeğiştirme istemleri hesaplanır. Bu istem değerleri, kesit düzeyinde çeşitli hasar sınırları için yönetmeliğin ilgili bölümünde tanımlanan birim şekildeğiştirme kapasiteleri ile karşılaştırılarak kesit düzeyinde sünek davranışa ilişkin performans değerlendirmesi yapılır. Analiz sonucunda elde edilen kesme kuvveti istemleri ise,

yönetmelikte tanımlanan kapasitelerle karşılaştırılarak kesit düzeyinde gevrek davranışa ilişkin performans değerlendirmesi yapılır.

2.3.3.2 Doğrusal Elastik Olmayan Davranışın İdealleştirilmesi

DBYBHY 2007 [2]' de, doğrusal elastik olmayan analiz için yığılı plastik davranış modeli gözönüne alınmıştır. Basit eğilme durumunda plastik mafsallara 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. Basit eğilme durumunda plastik mafsalları boyu olarak adlandırılan plastik şekil değiştirme bölgesinin uzunluğu (l_p), çalışan doğrultudaki en kesit yüksekliği (h)' nin yarısına eşit alınmaktadır. Ayrıca $H_w/l_w \leq 2.0$ olan perdelerde, eğilme etkisi altında plastik şekil değiştirmeler gözönüne alınmamaktadır.

$$L_p = 0.5h \quad (2.12)$$

Sadece eksenel kuvvet altında plastik şekil değiştirme yapan elemanların plastik şekil değiştirme bölgelerinin uzunluğu, ilgili elemanın serbest boyuna eşit alınır. Yığılı plastik şekil değiştirmeyi temsil eden plastik kesitin, teorik olarak plastik şekil değiştirme bölgesinin tam ortasına yerleştirilmesi gerekir. Ancak pratik uygulamalarda aşağıda belirtilen yaklaşık idealleştirmeler yapılabilir:

(a) Kolon ve kirişlerde plastik kesitler, kolon-kiriş birleşim bölgesinin hemen dışına, diğer deyişle kolon veya kirişlerin net açıklıklarının uçlarına konulabilir. Ancak, düşey yüklerin etkisinden ötürü kiriş açıklıklarında da plastik mafsalların oluşabileceği gözönüne alınmalıdır.

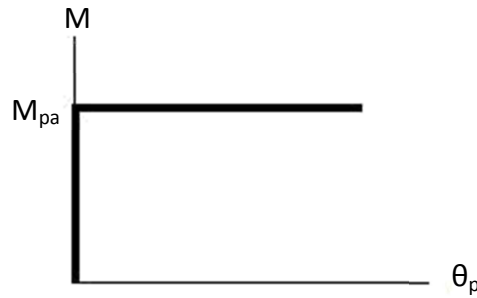
(b) Betonarme perdelerde, plastik kesitlerin her katta perde kesiminin alt ucuna konulmasına izin verilebilir. U, T, L veya kutu kesitli perdeler, bütün kolları birlikte çalışan tek perde olarak idealleştirilmelidir. Binaların bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunması durumunda, bu perdelerden üst katlara doğru devam eden perdelerin plastik kesitleri bodrum üstünden başlamak üzere konulmalıdır.

Bir veya iki eksenli eğilme ve eksenel kuvvet etkisinde plastikleşen betonarme kesitlerin akma yüzeyleri için aşağıdaki koşullara uygun olarak belirlenen etkileşim diyagramları kullanılır.

- Analizde beton ve donatı çeliğinin bilgi düzeyine göre belirlenen mevcut dayanımları esas alınır.
- Betonun maksimum basınç birim şekildeğiştirmesi 0.003, donatı çeliğinin maksimum birim şekildeğiştirmesi ise 0.01 alınabilir.
- Etkileşim diyagramları uygun biçimde doğrusallaştırılarak çok doğrulu veya çok düzlemli diyagramlar olarak modellenenebilir.

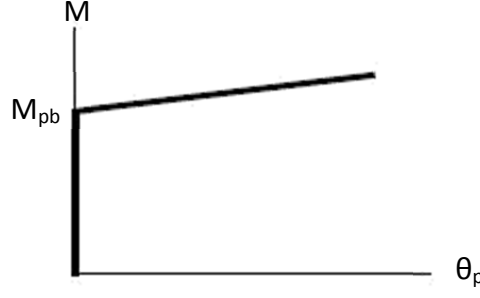
İtme analizi modelinde kullanılacak plastik kesitlerin iç kuvvet – plastik şekildeğiştirme bağıntıları ile ilgili olarak, aşağıdaki idealleştirmeler yapılabilir.

- İç kuvvet-plastik şekildeğiştirme bağıntılarında pekleşme etkisi (plastik dönme artışına bağılı olarak plastik momentin artışı) yaklaşık olarak terk edilebilir. Bu durumda, bir veya iki eksenli eğilme ve eksenel kuvvet etkisindeki kesitlerde plastikleşmeyi izleyen itme adımlarında, iç kuvvetlerin akma yüzeyinin üzerinde kalması koşulu ile plastik şekildeğiştirme vektörünün akma yüzeyine yaklaşık olarak dik olması koşulu gözönüne alınır. (Şekil 2.3)



Şekil 2.3 Eğilme momenti - Dönme diyagramı (Pekleşme gözönüne alınmamış)

- Pekleşme etkisinin gözönüne alınması durumunda, bir veya iki eksenli eğilme ve eksenel kuvvet etkisindeki kesitlerde plastikleşmeyi izleyen itme adımlarında iç kuvvetlerin ve plastik şekildeğiştirme vektörünün sağlaması gereken koşullar, ilgili literatürden alınan uygun bir pekleşme modeline göre tanımlanır. (Şekil 2.4)



Şekil 2.4 Eğilme momenti - Dönme diyagramı (Pekleşme gözönüne alınmış)

2.3.3.3 Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile İtme Analizi

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

Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin kullanılabilmesi için:

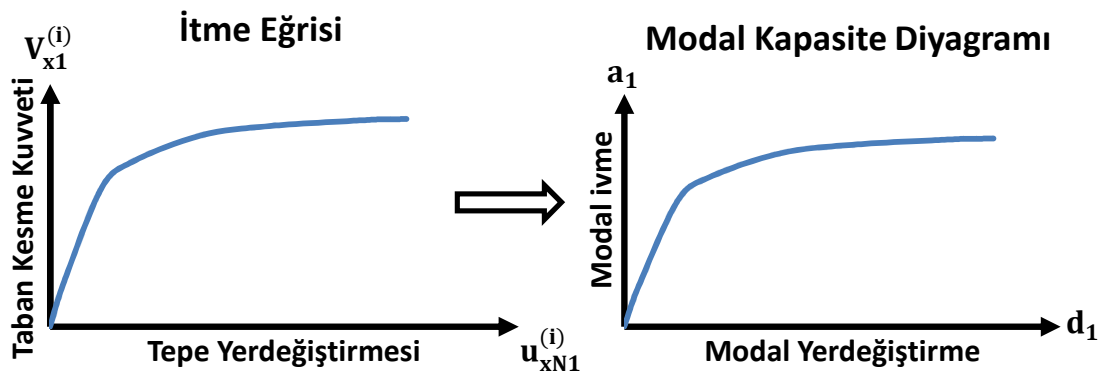
- ✓ Binanın kat sayısının bodrum hariç 8'den fazla olmaması
- ✓ Herhangi bir katta ek dışmerkezlik gözönüne alınmaksızın doğrusal elastik davranışa göre hesaplanan burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} < 1.4$ koşulunu sağlaması
- ✓ Ayrıca gözönüne alınan deprem doğrultusunda, doğrusal elastik davranış esas alınarak hesaplanan birinci (hakim) titreşim moduna ait etkin kütlelerin toplam bina kütlelerine (rijit perdelerle çevrelenen bodrum katlarının kütleleri hariç) oranının en az 0.70 olması gerekir.

Artımsal İtme Analizi sırasında, Eşdeğer Deprem Yüğü dağılımının, taşıyıcı sistemdeki plastik kesit oluşumlarından bağımsız biçimde sabit kaldığı varsayımı yapılabilir. Bu durumda yük dağılımı, analizin başlangıç adımında doğrusal elastik davranış için hesaplanan birinci (deprem doğrultusundaki hakim) doğal titreşim mod şekli genliği ile ilgili kütlelerin çarpımından elde edilen değerle orantılı olacak şekilde tanımlanır. Kat

döşemeleri rijit diyafram olarak idealleştirilen binalarda, birinci (hakim) doğal titreşim mod şeklinin genlikleri olarak her katın kütle merkezindeki birbirine dik iki yatay öteleme ile kütle merkezinden geçen düşey eksen etrafındaki dönme gözönüne alınır.

2.3.3.4 Artımsal İtme Eğrisinin Modal Kapasite Eğrisine Dönüştürülmesi

Sabit yük dağılımına göre yapılan itme analiziyle, koordinatları “tepe yerdeğiştirmesi – taban kesme kuvveti” olan itme eğrisi elde edilir. Tepe yerdeğiştirmesi, binanın en üst katındaki kütle merkezinde, gözönüne alınan x deprem doğrultusunda, her itme adımında hesaplanan yerdeğiştirmedir. Taban kesme kuvveti ise, her adımda eşdeğer deprem yüklerinin x deprem doğrultusundaki toplamıdır. İtme eğrisine uygulanan koordinat dönüşümü ile koordinatları “modal yerdeğiştirme – modal ivme” olan modal kapasite diyagramı Şekil 2.5’ teki gibi elde edilebilir.



Şekil 2.5 İtme Eğrisinin Modal Kapasite Eğrisine Dönüştürülmesi

a) (i)’ inci itme adımında birinci (deprem doğrultusunda hakim) moda ait modal ivme $a_1^{(i)}$ (2.13) eşitliğı ile elde edilir.

$$a_1^{(i)} = \frac{V_{x1}^{(i)}}{M_{x1}} \quad (2.13)$$

b) (i)’ inci itme adımında birinci (deprem doğrultusunda hakim) moda ait modal yer değıştirme $d_1^{(i)}$, nin hesabı için (2.14), (2.15), (2.16) ve (2.17) eşitliklerinden yararlanılabilir.

$$d_1^{(i)} = \frac{u_{xN1}^{(i)}}{\Phi_{xN1} * \Gamma_{x1}} \quad (2.14)$$

$$\Gamma_{x1} = \frac{L_{x1}}{M_1} \quad (2.15)$$

$$L_{x1} = \sum_{i=1}^N m_i \Phi_{xi1} \quad (2.16)$$

$$M_{x1} = \frac{(\sum_{n=1}^N m_n * \Phi_{nj})^2}{\sum_{n=1}^N m_n * \Phi_{nj}^2} \quad (2.17)$$

İtme analizi sonucunda elde edilen modal kapasite diyagramıyla birlikte elastik davranış spektrumu bina için hedeflenen performans düzeylerine göre yapılan değişiklikler gözönüne alınarak, birinci (hakim) moda ait modal yerdeğiştirme istemi hesaplanır. Tanım olarak modal yerdeğiştirme istemi, $d_1^{(p)}$ doğrusal olmayan (nonlinear) spektral yerdeğiştirme S_{di1}' e eşittir.

2.3.3.5 Spektral Yerdeğiştirmenin Belirlenmesi

Doğrusal elastik olmayan spektral yerdeğiştirme itme analizinin ilk adımında, doğrusal elastik davranış esas alınarak hesaplanan birinci (hakim) moda ait $T_1^{(1)}$ başlangıç periyoduna karşı gelen doğrusal elastik spektral yerdeğiştirmeye (S_{de1}) ve spektral yerdeğiştirme oranına (C_{R1}) bağlı olarak (2.18) eşitliğine göre elde edilir.

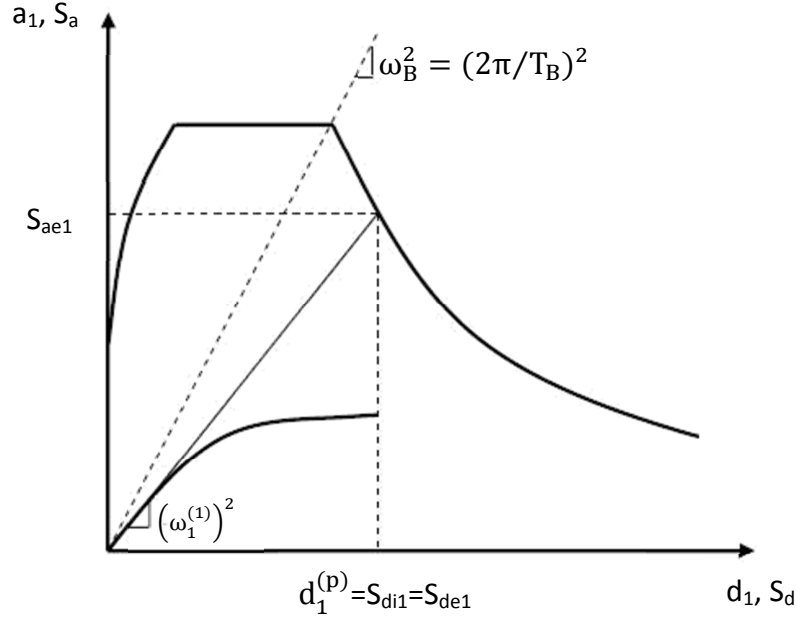
$$S_{di1} = C_{R1} S_{de1} \quad (2.18)$$

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

$$S_{de1} = \frac{S_{ae1}}{(\omega_1^{(1)})^2} \quad (2.19)$$

Spektral yerdeğiştirme oranı iki farklı şekilde belirlenebilir.

- a) $T_1^{(1)}$ başlangıç periyodunun, ivme spektrumundaki karakteristik periyod T_B' ye eşit veya daha uzun olması durumunda $(T_1^{(1)} \geq T_B \text{ veya } (\omega_1^{(1)})^2 \leq \omega_B^2)$, doğrusal elastik olmayan spektral yerdeğiştirme S_{di1} , eşit yerdeğiştirme kuralı uyarınca doğal periyodu yine $T_1^{(1)}$ olan eşlenik doğrusal elastik sisteme ait lineer elastik spektral yerdeğiştirme S_{de1}' e eşit alınır. Bu durumda spektral yerdeğiştirme oranı $C_{R1} = 1$ olur. (Şekil 2.6)



Şekil 2.6 Spektral yerdeğiştirme-Spektral ivme ($S_{di1}=S_{de1}$)

b) $T_1^{(1)}$ başlangıç periyodunun, ivme spektrumundaki karakteristik periyod T_B ' den kısa olması durumunda $(T_1^{(1)} < T_B$ veya $(\omega_1^{(1)})^2 > \omega_B^2$) ise spektral yerdeğiştirme oranı ardışık yaklaşımla hesaplanır.

b₁) İtme analizi sonucunda elde edilen modal kapasite diyagramı yaklaşık olarak iki doğrulu diyagrama dönüştürülür. Bu diyagramın başlangıç doğrusunun eğimi, itme analizinin ilk adımındaki ($i=1$) doğrunun eğimi olan birinci moda ait özdeğere, $(\omega_1^{(1)})^2$, eşit alınır. ($T_1^{(1)} = 2\pi/\omega_1^{(1)}$)

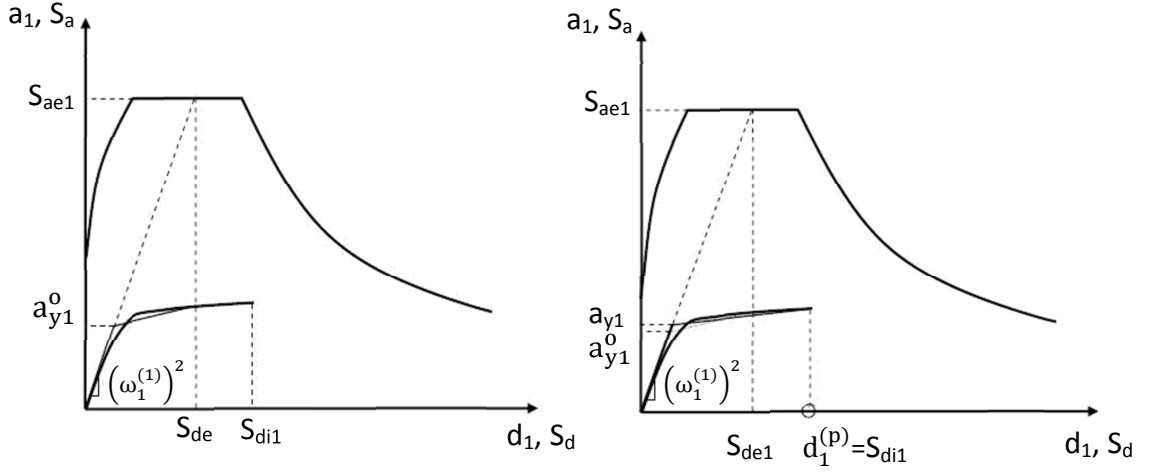
b₂) Ardışık yaklaşımın ilk adımında $C_{R1} = 1$ kabulü yapılarak, eşdeğer akma noktasının koordinatları eşit alanlar kuralı ile belirlenir. Şekil 2.7' de görülen a_{y1}^0 esas alınarak birinci moda ait spektral yerdeğiştirme oranı, C_{R1} , (2.20) ve (2.21) eşitlikleri kullanılarak hesaplanır.

$$C_{R1} = \frac{1 + (R_{y1} - 1) T_B/T_1^{(1)}}{R_{y1}} \geq 1 \quad (2.20)$$

$$R_{y1} = \frac{S_{ae1}}{a_{y1}} \quad (2.21)$$

b₃) (2.20) eşitliğinden bulunan C_{R1} kullanılarak hesaplanan S_{di1} esas alınarak eşdeğer akma noktasının koordinatları Şekil 2.7' de gösterildiği gibi eşit alanlar kuralı ile yeniden belirlenir ve bunlara göre a_{y1} , R_{y1} ve C_{R1} tekrar hesaplanır.

Ardışık iki adımdan elde edilen sonuçların kabul edilebilir ölçüde birbirlerine yaklaştıkları adımda ardışık yaklaşıma son verilir.



Şekil 2.7 Spektral yerdeğiştirme-Spektral ivme ($S_{d1} \neq S_{de1}$)

Son itme adımı $i = p$ için belirlenen modal yerdeğiştirme istemi $d_1^{(p)}$, nin (2.22) eşitliğinde yerine konulması ile, x deprem doğrultusundaki tepe yerdeğiştirmesi istemi $u_{xN1}^{(p)}$ elde edilir.

$$u_{xN1}^{(p)} = \Phi_{xN1} \Gamma_{x1} d_1^{(p)} \quad (2.22)$$

Buna karşı gelen diğer tüm istem büyüklükleri (yerdeğiştirme, şekildeğiştirme ve iç kuvvet istemleri) mevcut itme analizinden elde edilir veya tepe yerdeğiştirmesi istemine ulaşıncaya kadar yapılan yeni bir itme analizi ile hesaplanır.

2.3.3.6 Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi ile İtme Analizi

Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi'nin amacı, taşıyıcı sistemin davranışını temsil eden yeterli sayıda doğal titreşim mod şekli ile orantılı olacak şekilde monotonik olarak adım adım arttırılan ve birbirleri ile uygun biçimde ölçeklendirilen modal yerdeğiştirmeler veya onlarla uyumlu modal deprem yükleri esas alınarak artımsal olarak uygulanmasıdır.

2.3.3.7 Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemi

Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemi' nin amacı, taşıyıcı sistemdeki doğrusal olmayan davranış göz önüne alınarak sistemin hareket denkleminin adım adım entegre edilmesidir. Analiz sırasında her bir zaman artımında

sistemde meydana gelen yerdeğiştirme, plastik şekildeğiştirme ve iç kuvvetler ile bu büyüklüklerin deprem istemine karşı gelen maksimum değerleri hesaplanır. Zaman tanım alanında yapılacak analizde yapay, kaydedilmiş veya benzeştirilmiş yer hareketleri kullanılır.

2.3.3.8 Birim Şekil Değiştirme İstemlerinin Belirlenmesi

Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü, Artımsal Mod Birleştirme veya Zaman Tanım Alanında doğrusal olmayan hesap yöntemlerinden herhangi biriyle yapılmış analiz sonucunda herhangi bir kesitte elde edilen, θ_p , plastik dönme istemine bağlı olarak plastik eğrilik istemi, (2.23) ile hesaplanır.

$$\phi_p = \frac{\theta_p}{L_p} \quad (2.23)$$

Beton modeli ile pekleşmeyi gözönüne alan donatı çeliği modeli kullanılarak eksenel kuvvet altında elde edilen iki doğrulu eğilme momenti eğrilik ilişkisi ile tanımlanan, ϕ_y , eşdeğer akma eğriliği, ϕ_p , plastik eğrilik istemine eklenerek kesitteki, ϕ_t , toplam eğrilik elde edilir.

$$\phi_t = \phi_y + \phi_p \quad (2.24)$$

Betonarme sistemlerde betonun basınç birim şekildeğiştirmesi istemi ile donatı çeliğindeki birim şekildeğiştirme istemi toplam eğrilik istemine göre moment-eğrilik analizi ile hesaplanır.

2.3.3.9 Betonarme Elemanların Kesit Birim Şekildeğiştirme Kapasiteleri

Beton ve donatı çeliğinin birim şekildeğiştirmeleri cinsinden deprem istemleri aşağıda tanımlanan birim şekildeğiştirme kapasiteleri ile karşılaştırılarak, kesit düzeyinde taşıyıcı sistem performansı belirlenir.

- Minimum hasar sınırı (MN) için kesitin en dış lifindeki beton basınç birim şekildeğiştirmesi ile donatı çeliği birim şekil değiştirmesi üst sınırları:

$$(\varepsilon_{cu})_{MN} = 0.0035 \quad ; \quad (\varepsilon_s)_{MN} = 0.01$$

- Güvenlik sınırı (GV) için etriye içindeki bölgenin en dış lifindeki beton basınç birim şekil değiştirmesi ile donatı çeliği birim şekildeğiştirmesi üst sınırları:

$$(\varepsilon_{cg})_{GV} = 0.0035 + 0.01 (\rho_s/\rho_{sm}) \leq 0.0135 \quad ; \quad (\varepsilon_s)_{GV} = 0.04$$

- Kesit göçme sınırı (GÇ) için etriye içindeki bölgenin en dış lifindeki beton basınç birim şekil değiştirmesi ile donatı çeliği birim şekil değiştirmesi üst sınırları:

$$(\varepsilon_{cg})_{GC} = 0.004 + 0.014 (\rho_s/\rho_{sm}) \leq 0.018 \quad ; \quad (\varepsilon_s)_{GC} = 0.06$$

2.4 Bina Deprem Performansının Belirlenmesi

Binaların deprem performansını, uygulanan deprem etkisi altında yapıda oluşması beklenen hasarın düzeyi belirler. Bu hasar düzeyleri, binadaki taşıyıcı elemanlardaki hasarın miktarına, bu hasarın can güvenliği bakımından bir tehlike oluşturup oluşturumamasına, deprem sonrasında binanın kullanılıp kullanılmamasına göre belirlenir. Betonarme binaya doğrusal elastik veya doğrusal elastik olmayan hesap yöntemlerinden herhangi birinin uygulanmasıyla taşıyıcı elemanların hasar bölgelerine karar verilir daha sonra binanın deprem performans seviyesi belirlenir. DBYBHY 2007 [2]' de dört farklı performans düzeyi tanımlanmıştır. Bu performans düzeyleri kirişler için Çizelge 2.7' de kolonlar için ise Çizelge 2.8' de özetlenmiştir.

Hemen Kullanım Performans Düzeyi: Herhangi bir katta, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda kirişlerin en fazla %10'u Belirgin Hasar Bölgesi'ne geçebilir, ancak diğer taşıyıcı elemanlarının tümü Minimum Hasar Bölgesi'nde olması gerekir. Gevrek olarak hasar gören elemanların olması durumunda bu elemanların güçlendirilmeleri şartıyla binaların Hemen Kullanım Performans Düzeyi'nde olduğu kabul edilir.

Can Güvenliği Performans Düzeyi: Gevrek olarak hasar gören elemanların güçlendirilmesi şartıyla aşağıdaki koşulları sağlayan binalar Can Güvenliği Performans Düzeyi'nde olduğu kabul edilir.

- Herhangi bir katta, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda, ikincil (yatay yük taşıyıcı sisteminde yer almayan) kirişler hariç olmak üzere, kirişlerin en fazla %30' u İleri Hasar Bölgesi' ne geçebilir.
- İleri Hasar Bölgesi'ndeki kolonların, her bir katta kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine toplam katkısı %20' nin altında olmalıdır. En üst katta İleri

Hasar Bölgesi'ndeki kolonların kesme kuvvetleri toplamının, o kattaki tüm kolonların kesme kuvvetlerinin toplamına oranı en fazla %40 olabilir.

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

Göçme Öncesi Performans Düzeyi: Gevrek olarak hasar gören tüm elemanların Göçme Bölgesi'nde olduğunun göz önüne alınması şartıyla, aşağıdaki koşulları sağlayan binaların Göçme Öncesi Performans Düzeyi' nde olduğu kabul edilir:

- Herhangi bir katta, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda, ikincil (yatay yük taşıyıcı sisteminde yer almayan) kirişler hariç olmak üzere, kirişlerin en fazla %20' si Göçme Bölgesi'ne geçebilir.
- Diğer taşıyıcı elemanların tümü Minimum Hasar Bölgesi, Belirgin Hasar Bölgesi veya İleri Hasar Bölgesi' ndedir. Ancak, herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden Minimum Hasar Sınırı aşılmış olan kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetlerinin, o kattaki tüm kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranının %30' u aşmaması gerekir.
- Binanın mevcut durumunda kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalıdır.

Göçme Durumu: Bina Göçme Öncesi Performans Düzeyi' ni sağlayamıyorsa binanın Göçme Durumu' nda olduğu kabul edilir ve kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalıdır.

Çizelge 2.7 Bina performans düzeyinin belirlenmesi (Kirişler için sınırlar)

Kirişler için izin verilen en büyük hasar oranları				
Bina performans düzeyi	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme
Hemen Kullanım	%90	%10		
Can Güvenliği	%70		%30	
Göçmenin önlenmesi	%80			%20

Çizelge 2.8 Bina performans düzeyinin belirlenmesi (Kolonlar için sınırlar)

Bina performans düzeyi	Kolonlar için izin verilen en büyük hasar ve kesme kuvveti oranları			
	Minimum hasar bölgesi	Belirgin hasar bölgesi	İleri hasar bölgesi	Göçme
Hemen Kullanım	%100			
Can Güvenliği	Kolon kesme kuvveti oranı >%80 (en üst katta >%60)		Kolon kesme kuvveti oranı <%20 (en üst katta <%40)	
Göçmenin önlenmesi	Kolon kesme kuvveti oranı >%80 (en üst katta >%60)			Kolon kesme kuvveti oranı <%20 (en üst katta <%40)

2.4.1 Performansın Belirlenmesinde Esas Alınan Deprem Hareketleri

Performansa dayalı değerlendirme ve tasarımda gözönüne alınmak üzere, farklı düzeyde üç deprem hareketi tanımlanmıştır. Bu deprem hareketleri genel olarak, 50 yıllık bir süreç içindeki aşılma olasılıkları ile ve benzer depremlerin oluşumu arasındaki zaman aralığı (dönüş periyodu) ile ifade edilirler.

1. 50 yılda aşılma olasılığı % 50 olan yer hareketidir. Dönüş periyodu yaklaşık 72 yıldır. Bu depremin ivme spektrumunun ordinatları 50 yılda aşılma olasılığı % 10 olan depremin ivme spektrumunun ordinatlarının yaklaşık yarısı kadardır.
2. 50 yılda aşılma olasılığı % 10 olan yer hareketidir. Dönüş periyodu yaklaşık 475 yıldır. Bu deprem DBYBHY 2007 [2]' de esas alınmaktadır.
3. 50 yılda aşılma olasılığı % 2 olan yer hareketidir. Dönüş periyodu yaklaşık 2475 yıldır. Bu depremin ivme spektrumunun ordinatları 50 yılda aşılma olasılığı % 10 olan depremin ivme spektrumunun ordinatlarının yaklaşık olarak 1.5 katıdır.

2.4.2 Performans Hedefi ve Çok Seviyeli Performans Hedefleri

Belirli bir deprem hareketi altında, bina için öngörülen yapısal performans düzeyi performans hedefi olarak tanımlanır. Bir bina için birden fazla yer hareketi altında farklı

performans hedefleri öngörülebilir. Buna çok seviyeli performans hedefi denir. Mevcut ve güçlendirilecek binaların deprem performanslarının belirlenmesinde esas alınacak deprem düzeyleri ve bu deprem düzeylerinde binalar için öngörülen minimum performans hedefleri Çizelge 2.9’ da verilmiştir.

Çizelge 2.9 Bina performans hedefleri

Bina Kullanım Amacı ve Türü	Deprem Aşılma Olasılığı		
	50 yılda %50	50 yılda %10	50 yılda %2
Deprem Sonrası Kullanılması 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	-

HK: Hemen Kullanım; CG: Can Güvenliği; GÖ: Göçme Öncesi

DOĞRUSAL HESAP YÖNTEMİ İLE YAPILAN SAYISAL İNCELEMELER

Bu bölümde DBYBHY 2007 [2] ilkelerine göre yeni yapı olarak tasarlanmış, 5 katlı betonarme okul binasının deprem performansı doğrusal elastik hesap yöntemlerinden Eşdeğer Deprem Yüğü yöntemi kullanılarak irdelenmiştir.

3.1 Bina Genel Özellikleri

Bina Bilgileri:

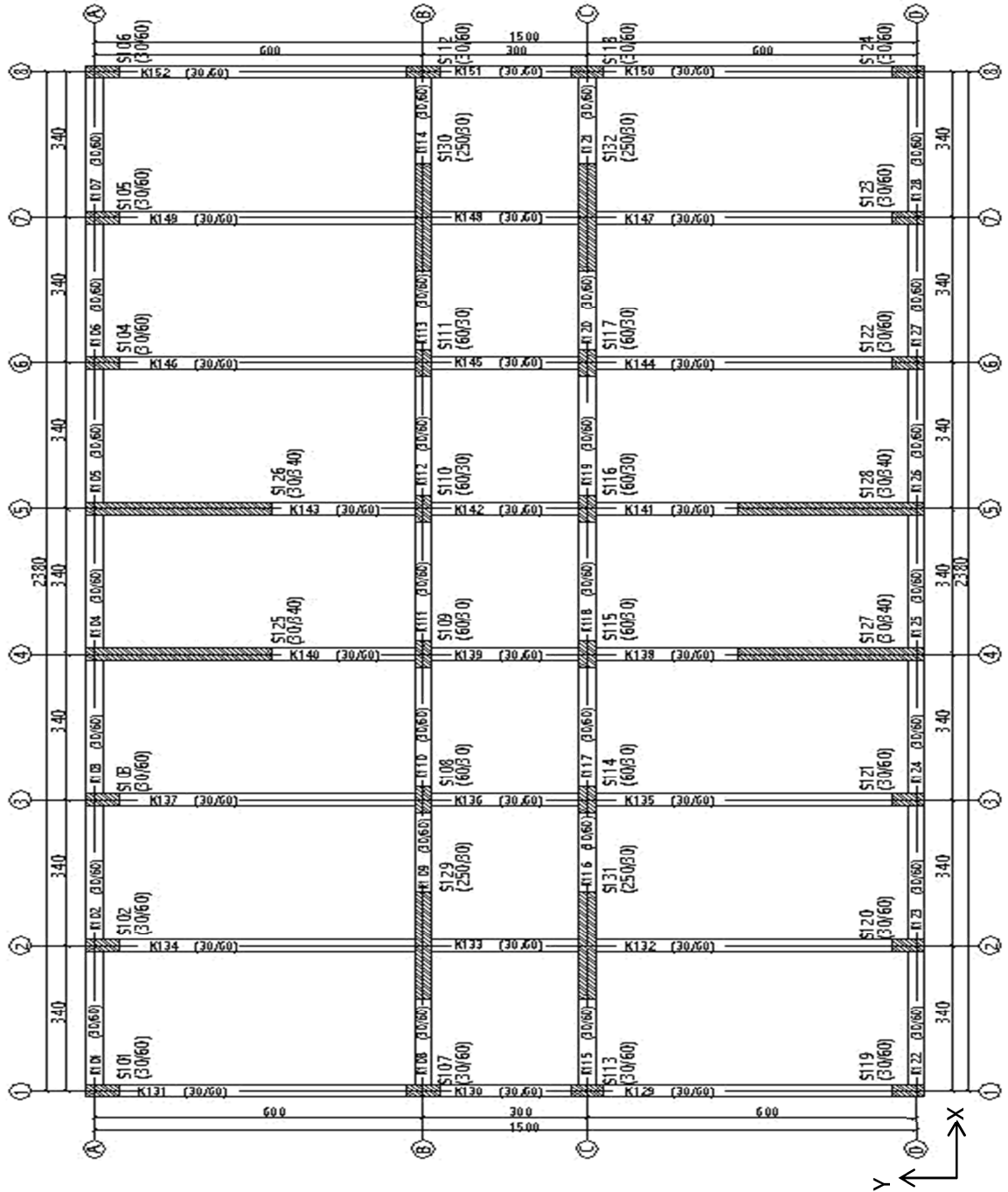
- Kat adedi : 5
- Kat Yüksekliği : 3.4 m
- Toplam bina yüksekliği : 17 m
- Kullanım amacı : Okul
- Deprem bölgesi : 2
- Yerel zemin sınıfı : Z_2

Malzeme Bilgileri:

- Beton : C25
- Donatı çeliği : S420
- Beton elastisite modülü (E_c) : 30000 MPa
- Donatı çeliği elastisite modülü (E_s) : 200000 MPa

3.2 Boyutlandırmada Esas Alınan Yükler

- Betonun birim hacim ağırlığı : 25 kN/m^3
- Dış duvar yükü : 4 kN/m^2
- İç duvar yükü : 7 kN/m^2
- Sıva + Kaplama : 1.50 kN/m^2
- Hareketli yük : 5 kN/m^2



Şekil 3.1 Kat kalıp planı

3.3 Taşıyıcı Sistem Modelinin Deprem Performansının Doğrusal Elastik Yöntem ile Değerlendirilmesi

3.3.1 Modellemede Yapılan Varsayımlar

Taşıyıcı sistem modellerinin oluşturulmasında ve boyutlandırılmasında yapılan başlıca varsayımlar şunlardır:

- Kolon ve kirişler çubuk elemanlar kullanılarak modellenmiştir.
- Perdeler düşeyde ve yatayda dört eşit parçaya bölünerek oluşturulan sonlu elemanlar olarak modellenmiştir.
- Düğüm noktaları rijit olarak alınmış, kolonların temele ankastre olarak mesnetlendikleri varsayılmıştır.
- Her katta döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram davranışı gösterdiği kabul edilmiştir.
- Betonarme elemanlarının bütün kesitlerinde çatlamış kesite ait eğilme rijitlikleri dikkate alınmıştır.

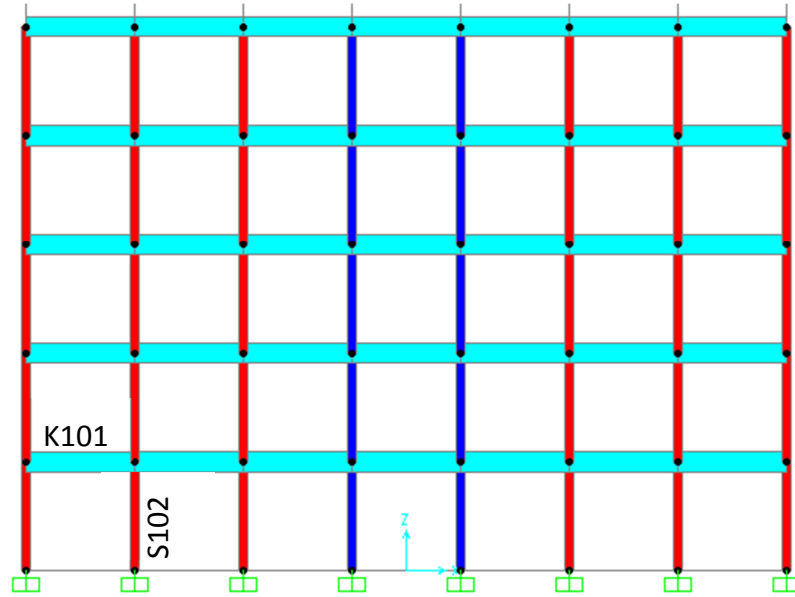
3.3.2 Bina Bilgi Düzeyi

Bu bölümde tasarımı DBYBHY 2007 [2] ilkelerine göre tasarlanmış 5 katlı betonarme okul binasının deprem performansı, doğrusal elastik hesap yöntemlerinden Eşdeğer Deprem Yüğü yöntemi kullanılarak performans düzeyi belirlenmiştir. Bu binanın tasarımında 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem kullanılmıştır. İncelediğimiz betonarme okul binasının DBYBHY 2007 [2]' e göre "Hemen Kullanım" performans düzeyi hedefini sağlaması gerekmektedir.

Binanın yeni yapı olarak DBYBHY 2007 [2] ilkelerine göre tasarlanmış olması nedeni ile projeleri mevcuttur. Malzeme özelliklerinin ve betonarme detaylarının projeye tamamen uyduğu kabul edilmiştir. Bu durumda DBYBHY 2007 [2]' ye göre bina bilgi düzeyi "kapsamlı" olarak belirlenmiş ve bilgi düzeyi katsayısı 1 olarak alınmıştır.

3.3.3 Çatlamış Kesitlere Ait Eğilme Rijitliklerinin Tanımlanması

DBYBHY 2007 [2]' ye göre eğilme etkisindeki betonarme elemanların akma öncesi doğrusal davranışları için çatlamış kesite ait eğilme rijitlikleri kullanılmıştır. Örnek olarak K101 kirişi, S102 kolonu için yapılan hesaplamalar ayrıntılı olarak gösterilmiştir. Diğer elemanlar için yapılmış olan hesaplar Ek-C' de verilmiştir. K101 kirişi ve S102 kolonun yerleri Şekil 3.2' de gösterilmiştir.



Şekil 3.2 S102 kolonu ve K101 kirişinin yeri (A-A AKSI)

➤ K101 kirişi için örnek hesap:

K101 kirişi: $b=30$ cm $h=60$ cm

$I_o=0.0054$ m⁴ , $E= 300000$ MPa

$(EI)_o =162000$ kNm²

DBYBHY 2007 [2]' ye göre $(EI)_e=0.4*(EI)_o \Rightarrow (EI)_e= 0.4*162000=64800$ kNm²

➤ S102 kolonu için örnek hesap:

S102 kolonu: 30x60 cm

$A_c=0.3*0.6=0.18$ m² , $f_{cm}=25$ Mpa

DBYBHY 2007 [2]' ye göre;

Kolon ve perdelerde, $N_D/(A_c f_{cm}) \leq 0.10$ olması durumunda: $0.4(EI)_o$

$N_D/(A_c f_{cm}) \geq 0.40$ olması durumunda: $0.8(EI)_o$

Yapılan analizden elde edilen $N_D = 739.139$ kN

$N_D/(A_c f_{cm}) = 0.16$

$N_D/(A_c f_{cm})$ ' nin ara değeri için yapılan doğrusal enterpolasyon sonucu bulunan eğilme rijitliği $0.48*(EI)_o$ ' dır. Buna göre çatlamış kesitin eğilme rijitliği;

$E = 300000$ Mpa, $I_o = 0.0054$ m⁴

$0.48*(EI)_o = 77760$ kNm² olarak bulunmuştur.

3.3.4 Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi

3.3.4.1 Hesap Yönteminin Kullanılabilirliği ve Yapılan Hesaplamalar

DBYBHY 2007 [2]' ye göre Eşdeğer Deprem Yüğü yönteminin kullanılabilmesi için analizi yapılacak olan binanın aşağıdaki şartları sağlaması gerekmektedir.

- Bina toplam kat sayısının en fazla 8 olması (Bodrum kat hariç)
- Bodrum üzerindeki toplam yüksekliğin 25 m' yi aşmaması
- Ek dış merkezlik gözönüne alınmadan hesaplanan herhangi bir kattaki burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} < 1.4$ olması gerekmektedir.

DBYBHY 2007 [2]' de belirtilmiş olan şartların gözönüne aldığımız bina için sağlanıp sağlanmadığını kontrol ettiğimizde;

- Toplam kat sayısının 5 olması
- Bina yüksekliğinin 17 m olması
- Bina her iki yönde de simetrik olduğu için burulma düzensizliği katsayısı $\eta_{bi} = 1$ olması ve $\eta_{bi} = 1 < 1.4$ olması

Koşullarını sağladığı için Eşdeğer Deprem Yüğü yönteminin kullanılabilir olduğu görülmüştür. Sap2000 programında oluşturulan modelin düşey analizi (G+0.6Q) sonucu elde edilen bina kat kütleleri Çizelge 3.1' de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Bina Kat Kütleleri

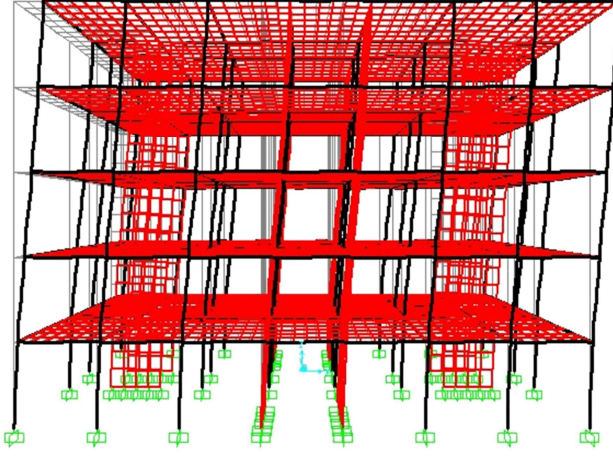
Kat	h_i (m)	H_i (m)	W_i (kN)
5	3.4	17	4597.95
4	3.4	13.6	5706.35
3	3.4	10.2	5706.35
2	3.4	6.8	5706.35
1	3.4	3.4	5706.35
Toplam			27423.35

Sap2000 programında yapılmış olan modal analiz sonucunda elde edilen periyotlar ve kütle katılım oranları Çizelge 3.2’ de verilmiştir.

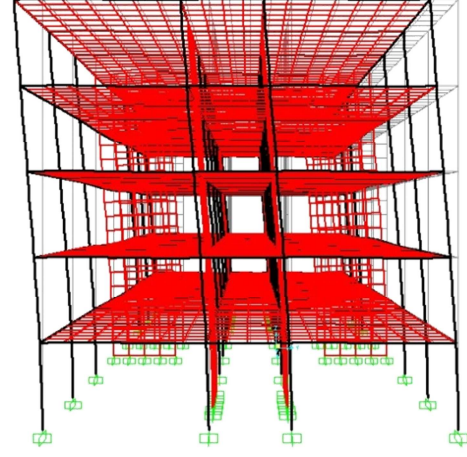
Çizelge 3.2 Bina periyotları ve kütle katılım oranları

Periyotlar ve Kütle Katılım oranları							
Mod	Periyot	X Doğrultusu	Y Doğrultusu	Z Doğrultusu	X Doğ. Toplam	Y Doğ. Toplam	Z Doğ. Toplam
1	1.09228	1.74E-20	1.74E-10	1.41E-20	1.74E-20	1.74E-10	1.41E-20
2	0.851265	0.75174	0	1.46E-09	0.75174	1.74E-10	1.46E-09
3	0.828768	0	0.72006	0	0.75174	0.72006	1.46E-09
4	0.346681	0	6.27E-12	2.77E-17	0.75174	0.72006	1.46E-09
5	0.244772	0.14246	6.06E-17	3.17E-09	0.8942	0.72006	4.63E-09
6	0.2079	2.30E-16	0.17579	4.99E-14	0.8942	0.89586	4.63E-09
7	0.193403	2.27E-15	5.02E-12	1.03E-14	0.8942	0.89586	4.63E-09
8	0.132092	4.98E-18	4.50E-13	3.78E-18	0.8942	0.89586	4.63E-09
9	0.118929	0.05907	5.68E-13	1.21E-08	0.95328	0.89586	1.67E-08
10	0.117588	2.74E-14	0.00022	1.15E-13	0.95328	0.89607	1.67E-08
11	0.11752	1.15E-14	0.000002941	8.38E-13	0.95328	0.89608	1.67E-08
12	0.11626	0.0001	2.17E-15	0.14534	0.95338	0.89608	0.14534
13	0.116246	0.00005798	1.87E-13	0.25954	0.95344	0.89608	0.40488
14	0.110484	4.96E-11	5.05E-14	0.02146	0.95344	0.89608	0.42635
15	0.110426	3.74E-10	2.33E-13	0.00018	0.95344	0.89608	0.42653

Çizelge 3.2’ de görüldüğü gibi, X yönünde kütle oranının en yüksek olduğu mod, %75.1 ile 2. mod ve bu modun periyodu 0.85 saniye, Y yönünde kütle oranının en yüksek olduğu mod % 72 ile 3. mod ve bu modun periyodu ise 0.83 saniyedir. X ve Y doğrultusunda hakim mod şekilleri Şekil 3.3 ve Şekil 3.4’ de verilmiştir.



Şekil 3.3 X doğrultusundaki (hakim) mod şekli



Şekil 3.4 Y doğrultusundaki mod şekli

Buna göre yapının her iki yönü için bulmuş olduğumuz periyotlar ve yapının toplam kütlesi ile toplam eşdeğer deprem yükü;

Spektrum karakteristik periyodu $T_B = 0,40 < T_x$ ve $T_B = 0,40 < T_y$ olduğundan;

$$S(T_{1x}) = 2.5 * \left(\frac{T_B}{T_{1x}} \right)^{0.8} = 2.5 * \left(\frac{0.4}{0.85126} \right)^{0.8} = 1.366$$

$$S(T_{1y}) = 2.5 * \left(\frac{T_B}{T_{1y}} \right)^{0.8} = 2.5 * \left(\frac{0.4}{0.82877} \right)^{0.8} = 1.396$$

olarak bulunmuştur.

Gözönüne alınan deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen Toplam Eşdeğer Deprem Yükü (V_t) hesaplanmıştır. DBYBHY 2007 [2] gereği eşdeğer deprem yükünün hesabında $R_a=1$ ve $I=1$ alınmıştır. Ayrıca incelediğimiz binanın kat sayısı 2' den fazla olduğu için DBYBHY 2007 [2]' ye göre $\lambda= 0.85$ ile çarpılmıştır. Her iki doğrultuda Taban Kesme Kuvvetleri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$V_{tx} = W * A_0 * I * \frac{S(T_{1x})}{R_a} * \lambda = 27423.35 * 0.4 * 1 * \frac{1.366}{1} * 0.85 = 12736.5$$

$$V_{ty} = W * A_0 * I * \frac{S(T_{1y})}{R_a} * \lambda = 27423.35 * 0.4 * 1 * \frac{1.396}{1} * 0.85 = 13016.2$$

DBYBHY 2007 [2]' ye göre $V_t \geq 0.1 * A_0 * I * W$ koşulu sağlanmalıdır.

$$V_{tx} = 12736.5 \geq 0.1 * 0.4 * 1 * 27423.35 = 1096.9 \text{ (Sağlanmıştır.)}$$

$$V_{ty} = 13016.218 \geq 0.1 * 0.4 * 1 * 27423.35 = 1096.9 \text{ (Sağlanmıştır.)}$$

Binanın N' inci katına etkiyen ek eşdeğer deprem yükü DBYBHY 2007 [2]' ye göre şu şekilde hesaplanır.

$$X \text{ doğrultusunda } \Delta F_{Nx} = 0.0075 * N * V_{tx} = 0.0075 * 5 * 12736.5 = 477.62$$

$$Y \text{ doğrultusunda } \Delta F_{Ny} = 0.0075 * N * V_{ty} = 0.0075 * 5 * 13016.218 = 488.11$$

olarak elde edilmiştir.

Toplam eşdeğer yükünün X ve Y doğrultusu için katlara göre dağılımı Çizelge 3.3. ve Çizelge 3.4' te verilmiştir.

X doğrultusu için;

Çizelge 3.3 X doğrultusunda Eşdeğer Deprem Yükünün katlara dağılımı

Kat	h_i	H_i	W_i	$W_i * H_i$	$\frac{W_i * H_i}{\sum W_i * H_i}$	ΔF_{Nx}	$(V_{tx} - \Delta F_{Nx}) \frac{W_i * H_i}{\sum W_i * H_i}$	F_{ix}
5	3.4	17	4597.95	78165.15	0.2872	477.618	3520.514	3998.133
4	3.4	13.6	5706.35	77606.36	0.2851		3495.347	3495.347
3	3.4	10.2	5706.35	58204.77	0.2138		2621.510	2621.510
2	3.4	6.8	5706.35	38803.18	0.1426		1747.673	1747.673
1	3.4	3.4	5706.35	19401.59	0.0713		873.837	873.837
Toplam			27423.35	272181.05				

$$\lambda = 0.85, V_{tx} = 12736.5$$

Y doğrultusu için;

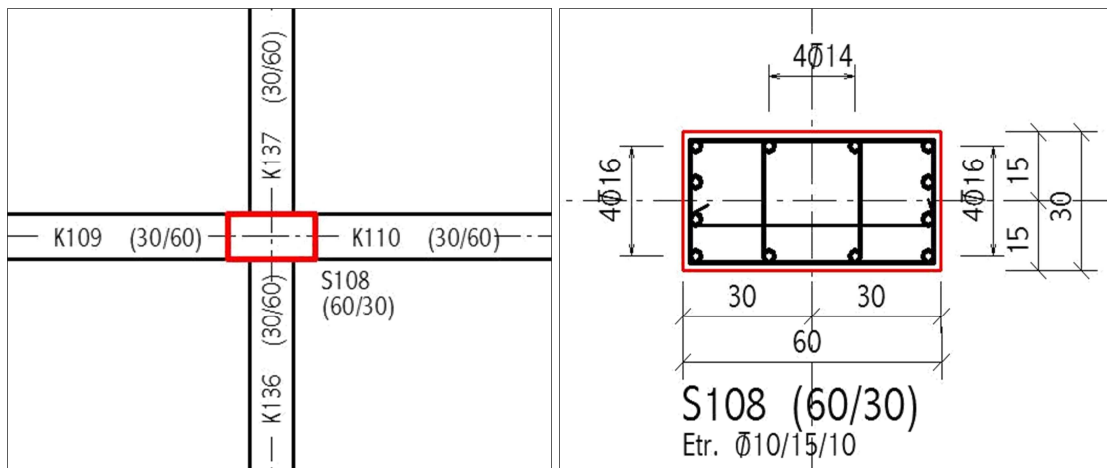
Çizelge 3.4 Y doğrultusunda Eşdeğer Deprem Yükünün katlara dağılımı

Kat	h_i	H_i	W_i	$W_i * H_i$	$\frac{W_i * H_i}{\sum W_i * H_i}$	ΔF_{Ny}	$(V_{ty} - \Delta F_{Ny}) \frac{W_i * H_i}{\sum W_i * H_i}$	F_{iy}
5	3.4	17	4597.95	78165.15	0.2872	488.108	3597.832	4085.940
4	3.4	13.6	5706.35	77606.36	0.2851		3572.111	3572.111
3	3.4	10.2	5706.35	58204.77	0.2138		2679.084	2679.084
2	3.4	6.8	5706.35	38803.18	0.1426		1786.056	1786.056
1	3.4	3.4	5706.35	19401.59	0.0713		893.028	893.028
Toplam			27423.35	272181.05				

$$\lambda = 0.85, V_{ty} = 13016.218$$

Her iki deprem yönü için bulunan kat kesme kuvvetleri ek dış merkezlik uygulanmadan her bir katın ağırlık merkezine uygulanmıştır.

3.3.4.2 Kolonlarda Performans Değerlendirilmesi



Şekil 3.5 S108 kolonunun yeri ve donatı detayı

Mevcut bina 2007 deprem yönetmeliğine göre tasarlandığı için kolonların kirişlerden daha güçlü olma koşulu sağlanmıştır. Buna göre S108 kolonunun üst ucundaki düğüm noktasında kirişler kolonlardan önce kapasite momentlerine ulaşacaklardır. S108 kolonunun üst ucunda düğüm noktasına bağlanan kirişlerin eğilme kapasiteleri toplamı, kolonlarda deprem yüklerinden oluşan eğilme momentleri oranında kolonlara dağıtılmıştır. Düğüm noktasına birleşen kirişlerin uçlarında deprem yönü ile uyumlu eğilme kapasiteleri;

S108 kolonunun üst ucunda deprem yüklemesinden oluşan moment:

$$M_{E,\text{üst}} = -315.435 \text{ kNm}$$

S208 kolonunun alt ucunda deprem yüklemesinden oluşan moment:

$$M_{E,alt} = 587.884 \text{ kNm}$$

Kiriş eğilme kapasiteleri;

K109 kirişi sağ uç: $M_{ri} = -167.023 \text{ kNm}$

K110 kirişi sol uç: $M_{rj} = 167.023 \text{ kNm}$

$$\Sigma M_r = M_{r_i} + M_{r_j} = 167.023 + 167.023 = 334.046 \text{ kNm}$$

S108 kolonunun üst ucundaki kritik kesitte oluşan moment deprem yüklemesinden gelen momentler oranında dağıtılmıştır.

$$M_u = \frac{\sum M_r * M_{E,\text{üst}}}{M_{E,\text{üst}} + M_{E,\text{alt}}} = \frac{334.046 * 315.435}{315.435 + 587.884} = 116.647 \text{ kNm}$$

S108 kolonunun alt ucundaki kritik kesitte eğilme kapasitesi hesabı DBYBHY 2007 [2]'ye göre hesaplanmıştır. Kesitin Şekil 3.6' da görülen M_K moment kapasitesi ve buna karşılık gelen normal kuvvet N_K aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

S108 kolonunun alt ve üst ucunda depremden meydana gelen moment ve normal kuvvet değerleri;

$$M_{E,\text{alt}} = 389.234 \text{ kNm} \quad N_{E,\text{alt}} = -1212.759 \text{ kN}$$

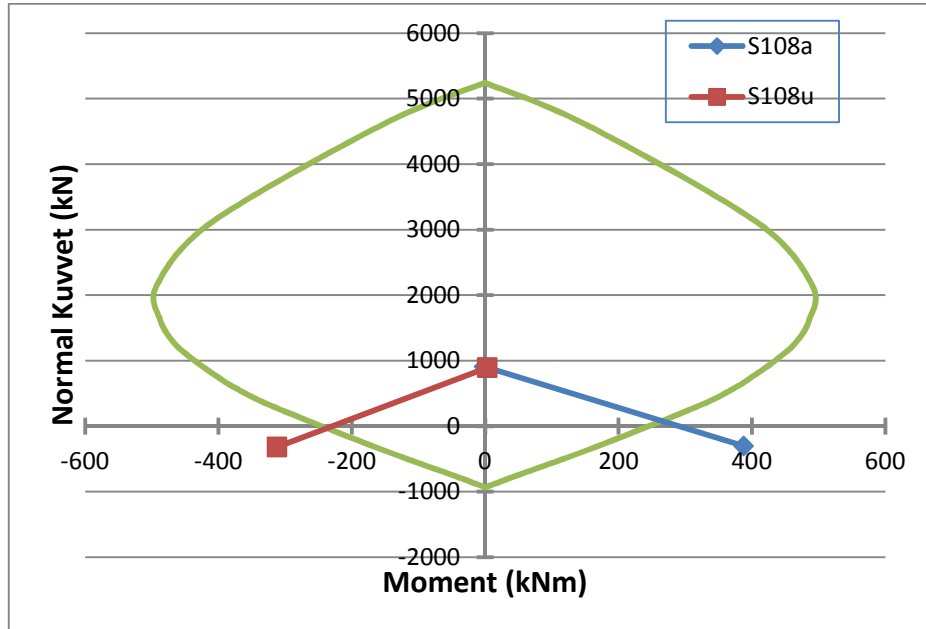
$$M_{E,\text{üst}} = -315.435 \text{ kNm} \quad N_{E,\text{üst}} = -1212.759 \text{ kN}$$

S108 kolonunun alt ve üst ucunda düşey yüklemekten meydana gelen moment ve normal kuvvet değerleri;

$$M_{D,\text{alt}} = -1.668 \text{ kNm} \quad N_{D,\text{alt}} = 909.66 \text{ kN}$$

$$M_{D,\text{üst}} = 3.429 \text{ kNm} \quad N_{D,\text{üst}} = 894.36 \text{ kN}$$

Kolonun alt ve üst ucunda etki/kapasite oranları aşağıdaki grafik yardımıyla hesaplanmıştır.



Şeki 3.6 S108 Kolonun Eksenel kuvvet - Moment Diyagramı

$$M_{K,\text{alt}} = 273.31 \text{ kNm} \quad N_{K,\text{alt}} = 53.2 \text{ kN}$$

$$M_{K,\text{üst}} = -244.37 \text{ kNm} \quad N_{K,\text{üst}} = -58.72 \text{ kN}$$

$$M_A = M_K - M_D$$

$$M_{A,alt} = 273.31 - (-1.668) = 274.978 \text{ kNm}$$

$$M_{A,üst} = -244.37 - 3.429 = -247.799 \text{ kNm}$$

$$r = M_E / M_A$$

$$r_{alt} = 389.234 / 274.978 = 1.415$$

$$r_{üst} = -315.435 / -247.799 = 1.273$$

Kolonun hasar sınırının belirlenebilmesi için bulunan r değerlerinin DBYBHY 2007 [2]'de verilmiş olan betonarme kolonlar için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranları (r_s) değerleriyle karşılaştırılmıştır. r_s değerlerinin belirlenebilmesi için kolona ait

$\frac{N_K}{A_c \cdot f_{cm}}$ değeri ile $\frac{V_e}{b_w \cdot d \cdot f_{cm}}$ değerinin bulunması gerekmektedir.

Çizelge 3.5 Betonarme kolonlar için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranları (r_s)

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

Buna göre;

S108 kolonunun alt ucu için,

$$\frac{N_K}{A_c \cdot f_{cm}} = \frac{53.2 \cdot 1000}{300 \cdot 600 \cdot 25} = 0.012$$

$$\frac{V_e}{b_w \cdot d \cdot f_{cm}} = \frac{139.271 \cdot 1000}{300 \cdot 575 \cdot 1.8} = 0.449$$

Çizelge 3.5' e göre;

$\frac{V_e}{b_w * d * f_{cm}} = 0.449 \leq 0.65$ ve $\frac{N_k}{A_c * f_{cm}} = 0.012$ olarak bulunduğu için tablodan $r_{MN}=3$ olarak belirlenmiştir. S108 kolonunun alt ucu için bulunan $r_{alt}=1.415 < r_{MN}=3$ olduğu için kesit Minimum Hasar Bölgesi' ndedir.

S108 kolonunun üst ucu için,

$$\frac{N_k}{A_c * f_{cm}} = \frac{-58.72 * 1000}{300 * 600 * 25} = -0.013$$

$$\frac{V_e}{b_w * d * f_{cm}} = \frac{139.271 * 1000}{300 * 575 * 1.8} = 0.449$$

Çizelge 3.5' e göre;

$\frac{V_e}{b_w * d * f_{cm}} = 0.449 \leq 0.65$ ve $\frac{N_k}{A_c * f_{cm}} = -0.013$ olarak bulunduğu için tablodan $r_{MN}=3$ olarak belirlenmiştir. S108 kolonunun üst ucu için bulunan $r_{üst}=1.273 < r_{MN}=3$ olduğu için kesit Minimum Hasar Bölgesi' ndedir.

3.3.4.3 Kolonlarda Kırılma Türünün Belirlenmesi

DBYBHY 2007 [2]' ye göre kolonlarda kırılma türünün belirlenebilmesi için kolon kritik kesitlerinde eğilme kapasitesiyle uyumlu kesme kuvveti V_e hesaplanmış ve kesme kuvveti kapasitesi V_r ile karşılaştırılmıştır. S108 kolonu için kesme kuvveti, V_e , (3.1) eşitliğine göre bulunmuştur.

$$V_e = \frac{M_a + M_u}{l_n} \quad (3.1)$$

S108 kolonunun alt ucundaki M_a momenti M_k momentine eşittir. Buna göre;

$$V_e = \frac{273.31 + 116.647}{2.8} = 139.271$$

olarak bulunmuştur.

DBYBHY 2007 [2]' ye göre düşey yükler ile birlikte $R_a=1$ alınarak hesaplanan deprem yüklemesi sonucunda elde edilen kesme kuvvetinin V_e' den küçük olması durumu kontrol edilmelidir. Buna göre S108 kolonunda;

$$V(R_a=1)= 205.757 \text{ kN}$$

$V_e=139.270 < V(R_a=1)= 205.757 \text{ kN}$ olduğu için gözönüne alınan $V_e=139.270 \text{ kN}'$ dur.

Kesitin kırılma türünün “sünek” ya da “gevrek” olduğunu belirlemek için elde edilen V_e değerinin kolonun kesme kuvveti kapasitesiyle “ V_r ” karşılaştırılması gerekmektedir. $V_e \leq V_r$ olması durumunda kırılma türü sünek aksi halde kırılma türü gevrek.

$$V_{cr} = 0.65 * f_{ctd} * b_w * d * \left(1 + \gamma \frac{N_d}{A_c}\right)$$

$$= 0.65 * 0.35 * \sqrt{25} * 300 * 570 * \left(1 + 0.07 * \frac{1212.759 * 1000}{300 * 600}\right)$$

$$= 286.25 \text{ kN}$$

$$V_c = 0.8 * V_{cr} = 0.8 * 286.25 = 229 \text{ kN}$$

$$V_w = \frac{A_{sw}}{s} * f_{ywd} * d = \frac{314}{100} * 420 * (600 - 30) = 751716 \text{ N} = 751.716 \text{ kN}$$

$$V_{r,alt} = V_{r,üst} = V_c + V_w = 229 + 751.716 = 980.716 \text{ kN}$$

$V_r = 980.716 \text{ kN} > V_e = 139.270 \text{ kN}$ olduğu için kesitin kırılma türünün “sünek” olduğu belirlenmiştir.

3.3.4.4 Kolonlarda Görelî Kat Ötelemesi Kontrolü

Binanın her iki doğrultuda simetrik olması ve her katta döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları nedeniyle herhangi bir katta hesaplanan görelî kat ötelemesi o kattaki bütün kolonların görelî kat ötelemelerine eşit olacaktır. Dolayısıyla aşağıdaki tablolarda binanın her iki deprem doğrultusu için bütün kolonlara ait görelî kat ötelemeleri Çizelge 3.6’ da verilmiş olan sınır değerlere göre karşılaştırılmıştır.

Çizelge 3.6 Görelî kat ötelemesi sınırları

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

Çizelge 3.7 +X deprem yönüne ait görelî kat ötelemesi kontrolü

Kat	hi	di,max (m)	$\delta_{i,max}$ (m)	$\delta_{i,max}/h_i$	MN	Hasar Bölgesi
5	3.4	0.09967	0.01831	0.005385	<0.01	Minimum Hasar Bölgesi
4	3.4	0.08136	0.02249	0.006615	<0.01	Minimum Hasar Bölgesi
3	3.4	0.05887	0.02500	0.007353	<0.01	Minimum Hasar Bölgesi
2	3.4	0.03387	0.02232	0.006565	<0.01	Minimum Hasar Bölgesi
1	3.4	0.01155	0.01155	0.003397	<0.01	Minimum Hasar Bölgesi

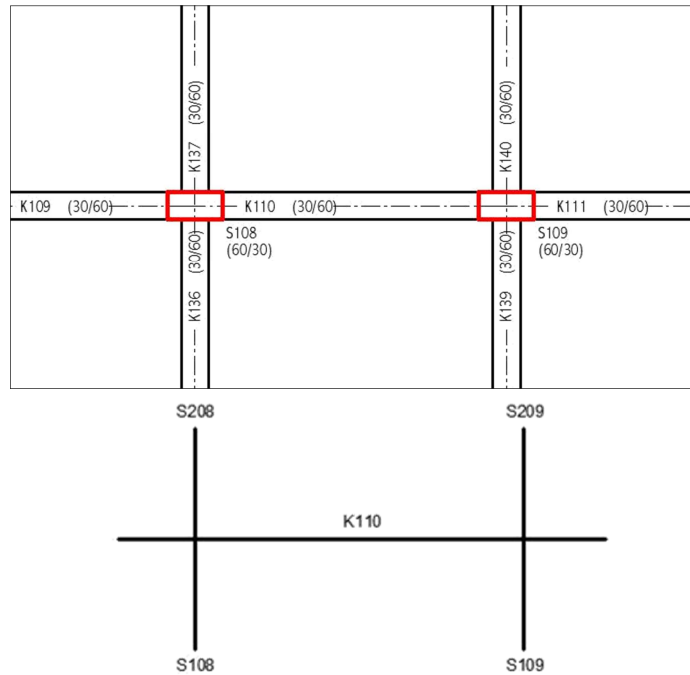
Çizelge 3.8 +Y deprem yönüne ait görelî kat ötelemesi kontrolü

Kat	hi	di,max (m)	δi,max (m)	δi,max/hi	MN	Hasar Bölgesi
5	3.4	0.09928	0.02226	0.006547	<0.01	Minimum Hasar Bölgesi
4	3.4	0.07702	0.02396	0.007047	<0.01	Minimum Hasar Bölgesi
3	3.4	0.05306	0.02378	0.006994	<0.01	Minimum Hasar Bölgesi
2	3.4	0.02928	0.01968	0.005788	<0.01	Minimum Hasar Bölgesi
1	3.4	0.00960	0.00960	0.002824	<0.01	Minimum Hasar Bölgesi

+ X ve + Y yönleri için yapılmış olan görelî kat ötelemesi kontrolü Çizelge 3.7 ve Çizelge 3.8’ de görüldüğü gibidir. Sonuç olarak S108 kolonunun performansı 3.3.4.2’ de yapılan değerlendirmeye göre Minimum Hasar Bölgesi içinde kalmaktadır. Ayrıca yapılan görelî kat ötelemesi kontrolüne göre de Minimum Hasar Bölgesi içinde kaldığı belirlenmiştir. Böylece S108 kolonunun Minimum Hasar Bölgesi içinde kaldığı sonucuna ulaşılmıştır.

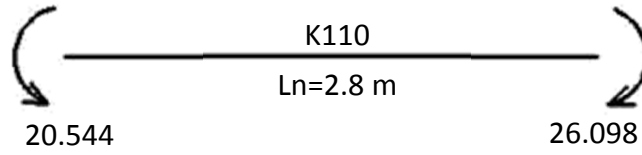
3.3.4.5 Kirişlerde Performans Değerlendirmesi

B-B aksı üzerinde bulunan K110 kirişine ait “etki/kapasite” oranına bağılı olarak kesit performansının +X yönünde alınan deprem durumuna göre belirlenmesi açıklanmıştır. Düşey yüklerden oluşan eğilme momenti, mevcut donatı ve malzeme özellikleri ile belirlenen kiriş eğilme kapasiteleri ve kesit artık moment kapasiteleri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

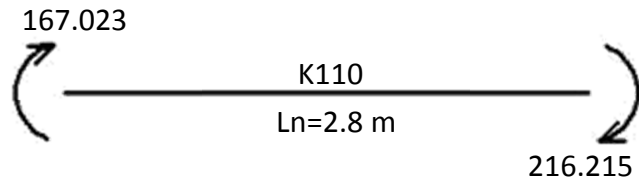


Şekil 3.7 K110 kirişinin plandaki yeri

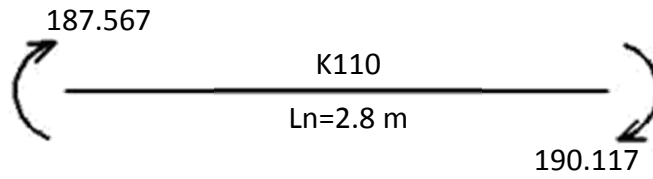
G+0.6Q Yüklemesi Sonucundaki Kiriş Eğilme Momentleri (M_D)



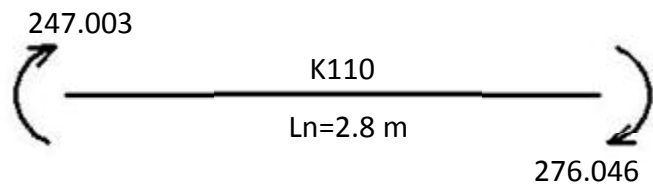
+X Deprem Yönünde Kiriş Eğilme Kapasiteleri (M_K)



+X Deprem Yönünde Kiriş Artık Momentleri (M_A)



+X Deprem Yüklemesinde Oluşan Momentler (M_E)



Kirişin sol ve sağ ucundaki düşey yüklemeden gelen momentler (M_D):

$$M_{D,i} = -20.544 \text{ kNm}$$

$$M_{D,j} = -26.098 \text{ kNm}$$

Kirişin sağ ve sol ucundaki moment kapasiteleri;

$$M_{K,i} = 167.023 \text{ kNm}$$

$$M_{K,j} = -216.215 \text{ kNm}$$

Kirişin sağ ve sol ucundaki artık moment kapasiteleri;

$$M_{A,i} = M_{K,i} - M_{D,i} = 167.023 - (-20.544) = 187.567 \text{ kNm}$$

$$M_{A,j} = M_{K,j} - M_{D,j} = -216.215 - (-26.098) = -190.117 \text{ kNm}$$

Kirişin sağ ve sol ucunda +X deprem yüklemesinden oluşan momentler;

$$M_{E,i} = 247.003 \text{ kNm}$$

$$M_{E,j} = -276.045 \text{ kNm}$$

Kirişin sağ ve sol ucundaki “etki/kapasite” oranları:

$$r_i = M_{E,i} / M_{A,i} = 247.003 / 187.567 = 1.317$$

$$r_j = M_{E,j} / M_{A,j} = -276.045 / -190.117 = 1.452$$

Kirişin sağ ve sol ucu için hesaplanan kesme kuvvetleri:

$$V_{e,i} = -99.399 \text{ kN}$$

$$V_{e,j} = 174.343 \text{ kN}$$

Kirişin sağ ve sol ucu için hesaplanan kesme kuvveti düzeyi:

$$\frac{V_{e,i}}{b_w * d * f_{ctm}} = \frac{-99.399 * 1000}{300 * 560 * 1.8} = -0.328 \text{ (sağ uç)}$$

$$\frac{V_{e,j}}{b_w * d * f_{ctm}} = \frac{174.343 * 1000}{300 * 560 * 1.8} = 0.576 \text{ (sol uç)}$$

Kirişin sağ ve sol ucu için hesaplanan boyuna donatı boyutsuz parametresi:

$$\frac{\rho - \rho'}{\rho_b} = -0.0059 \text{ (sağ uç)}$$

$$\frac{\rho - \rho'}{\rho_b} = 0.0946 \text{ (sol uç)}$$

Kirişin hasar sınırının belirlenebilmesi için bulunan r değerlerinin DBYBHY 2007 [2]' de verilmiş olan betonarme kirişler için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranları (r_s) değerleriyle karşılaştırılmıştır.

Çizelge 3.9 Betonarme kirişler için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranları (r_s)

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

Tabloya göre K110 kirişinin sağ ucu için bulunan hasar sınır değeri $r_{MN}=3'$ tür. Buna göre

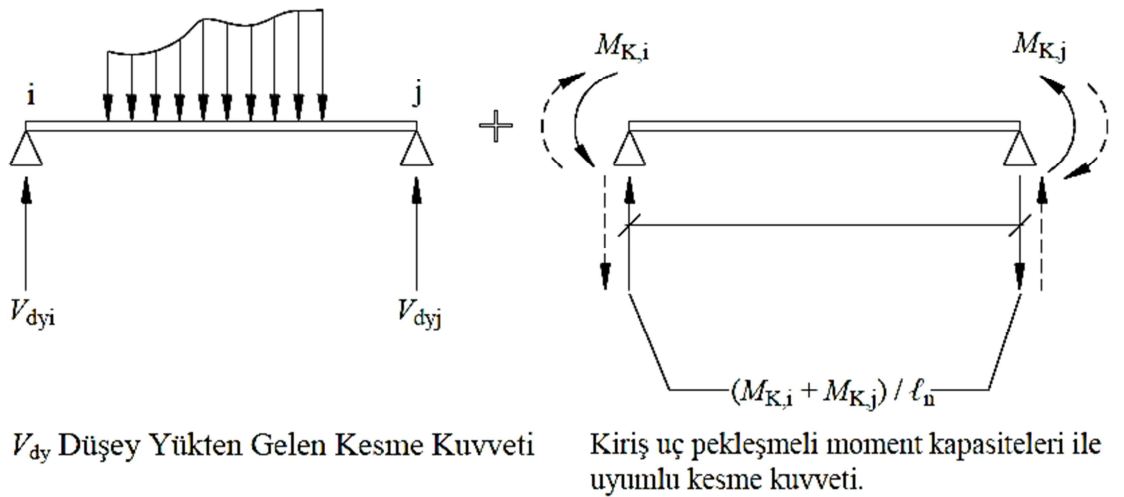
$r_i = 1.317 < r_{MN}=3$ Minimum Hasar Bölgesin' de

K110 kirişinin sol ucu için bulunan hasar sınırı $r_{MN}=3'$ tür

$r_j = 1.452 < r_{MN}=3$ Minimum Hasar Bölgesin' de

Kirişin sağ ve sol ucu Minimum Hasar Bölgesinde çıktığı için kesitin Minimum Hasar Bölgesinde olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

3.3.4.6 Kiriş Kırılma Türünün Belirlenmesi



Şekil 3.8 Kirişlerde Düşey yükten oluşan ve moment kapasiteleriyle uyumlu kesme kuvveti [7]

+X deprem yönünde K110 kirişi için V_e (3.2) eşitliğine göre hesaplanmıştır:

$$M_{K,i} = 167.023 \text{ kNm}$$

$$M_{K,j} = -216.215 \text{ kNm}$$

$$V_{dyi} = 37.472 \text{ kN}$$

$$V_{dyj} = 37.472 \text{ kN}$$

$$V_e = V_{di,j} \pm \frac{M_{K,i} + M_{K,j}}{l_n} \quad (3.2)$$

K110 kirişinin sol ucu için;

$$V_{e,i} = 37.472 - \frac{167.023 + 216.215}{2.8} = -99.399 \text{ kN}$$

K110 kirişinin sağ ucu için;

$$V_{e,j} = 37.472 + \frac{167.023 + 216.215}{2.8} = 174.343 \text{ kN}$$

Düşey yüklerle birlikte $R_a=1$ alınarak hesaplanan deprem yüklemesine göre;

$$V_{(R_a=1)e,i} = 131.266 \text{ kN}$$

$$V_{(R_a=1)e,j} = 190.641 \text{ kN bulunmuştur.}$$

DBYBHY 2007 [2]' ye göre düşey yüklerle birlikte $R_a=1$ alınarak depremden hesaplanan toplam kesme kuvvetinin V_e' den küçük olması durumunda V_e yerine bu kesme kuvveti kullanılır. Bu yüzden,

$$V_{e,i} = -99.399 < V_{(R_a=1)e,i} = 131.266 \text{ kN olduğu için } V_{e,i} = -99.399 \text{ kN kullanılacaktır.}$$

$$V_{e,j} = 174.343 \text{ kN} < V_{(R_a=1)e,j} = 190.641 \text{ kN olduğu için } V_{e,j} = 174.343 \text{ kN kullanılacaktır.}$$

DBYBHY 2007 [2]' ye göre bulunan V_e değerinin $V_e \leq 0.22 \cdot b_w \cdot d \cdot f_{cd}$ koşulunu sağlaması gerekmektedir. Aksi halde kesit boyutları gereği kadar büyütülerek deprem hesabı tekrarlanacaktır.

$$V_{e,i} = -99.399 < 0.22 \cdot 300 \cdot 560 \cdot 16.67 / 1000 = 616.123 \text{ kN}$$

$$V_{e,j} = 174.343 < 0.22 \cdot 300 \cdot 560 \cdot 16.67 / 1000 = 616.123 \text{ kN olarak hesaplanarak koşulun sağlandığı görülmüştür.}$$

Kesitin kırılma türünün “sünek” ya da “gevrek” olduğunu belirlemek için elde edilen V_e değerinin kirişin kesme kuvveti kapasitesiyle “ V_r ” karşılaştırılması gerekmektedir. $V_e \leq V_r$ olması durumunda kırılma türü sünek aksi halde kırılma türü gevrek.

Kesitin kesme kuvveti kapasitesi:

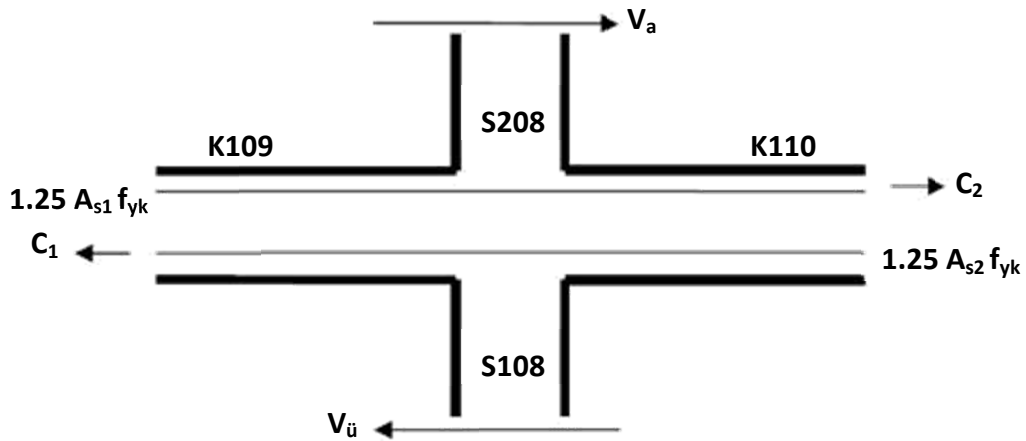
$$V_{r,i} = V_{r,j} = 393.697 \text{ kN}$$

Kırılma türü:

$$V_{e,i} = -99.399 < V_{r,i} = 393.697 \text{ kN}$$

$V_{e,j} = 174.343 < V_{r,j} = 393.697 \text{ kN}$ koşullarını sağladığı için K110 kirişinin kırılma türü sünek olduğu belirlenmiştir.

3.3.4.7 Kolon – Kiriş Birleşim Bölgesi Kesme Güvenliğinin Belirlenmesi



Şekil 3.9 K109-S108- K110 kolon – kiriş birleşim detayı

DBYBHY 2007 [2]' ye göre birleşim bölgesindeki kesme kuvveti, V_e , (3.3) eşitliğine göre hesaplanmıştır.

$$V_e = 1.25 * f_{yk} * (A_{s1} + A_{s2}) - V_{kol} \quad (3.3)$$

Kirişin kolona tek bir taraftan bağlanıp diğer taraftan devam etmediği durumlar da $A_{s2}=0$ alınmıştır. Ayrıca $V_{kol}=\min(V_a, V_u)$ olarak alınmıştır. Buna göre;

$$A_{s1} = 741.416 \text{ mm}^2, \quad A_{s2} = 766.548 \text{ mm}^2$$

$$V_{kol} = \min(V_u, V_a) = \min(139.271, 202.546) = 139.271 \text{ kN}$$

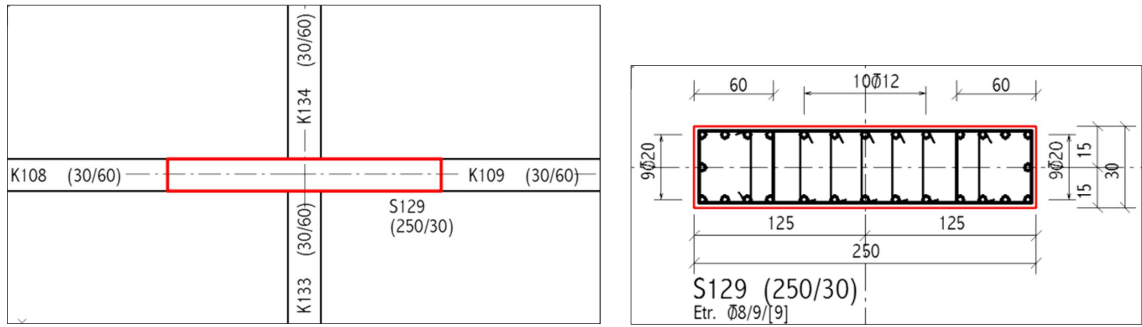
$$V_e = 1.25 * 420 * (741.416 + 766.548) - 139.271 * 1000 = 652410.1 \text{ N} = 652.41 \text{ kN}$$

DBYBHY 2007 [2]' ye göre kuşatılmamış birleşimlerde $V_e \leq 0.45 * b_j * h * f_{cd}$ şartı sağlanmalıdır. Buna göre;

$$V_e = 652.41 \text{ kN} \leq 0.45 * 300 * 600 * \frac{16.67}{1000} = 1350 \text{ kN}$$

Şart sağlandığı için kolon-kiriş birleşim bölgesi kesme güvenliği bakımından yeterlidir.

3.3.4.8 Perdelerde Performans Değerlendirmesi



Şekil 3.10 S129 Perdesinin yeri ve donatı detayı

S129 perdesinin +X deprem yönü için etki/kapasite oranları DBYBHY 2007 [2] uyarınca Bilgilendirme Eki 7A' ya göre yapılmıştır.

Perdenin alt ucunda depremden meydana gelen moment ve normal kuvvet değerleri:

$$M_{E,alt} = -12576.3 \text{ kNm} \quad N_{E,alt} = -610.083 \text{ kN}$$

Perdenin alt ucunda düşey yüklemeden meydana gelen moment ve normal kuvvet değerleri:

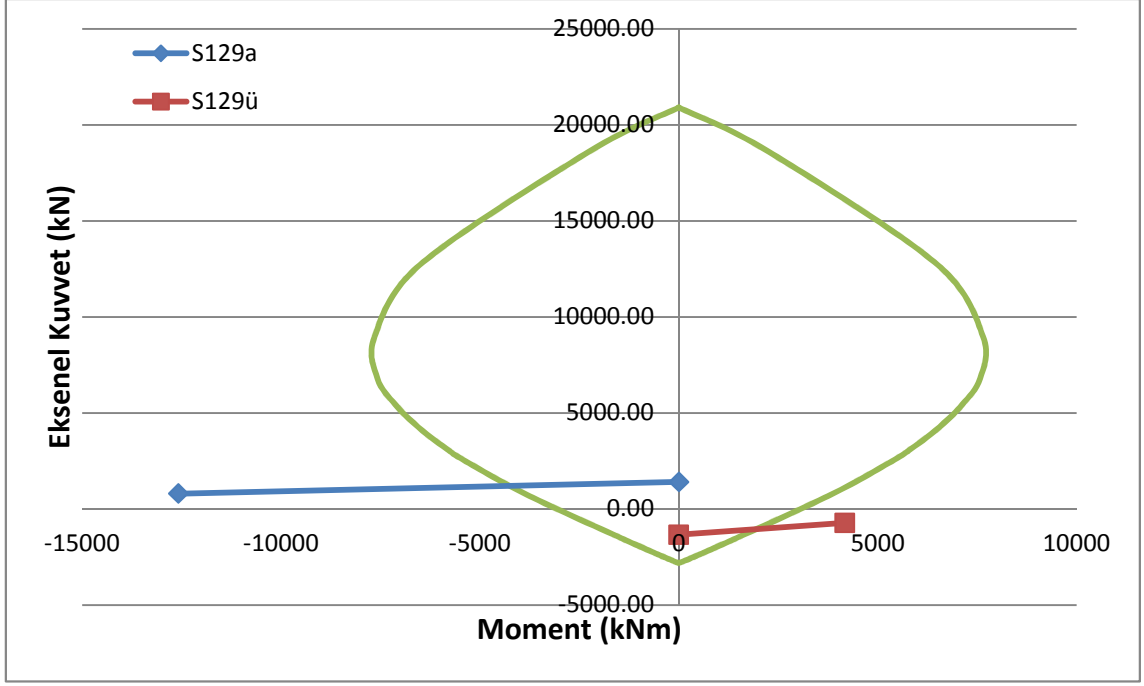
$$M_{D,alt} = 0.3184 \text{ kNm} \quad N_{D,alt} = 1405.607 \text{ kN}$$

Perdenin üst ucunda depremden meydana gelen moment ve normal kuvvet değerleri:

$$M_{E,üst} = 4176.465 \text{ kNm} \quad N_{E,üst} = 610.083 \text{ kN}$$

Perdenin üst ucunda düşey yüklemeden meydana gelen moment ve normal kuvvet değerleri:

$$M_{D,üst} = -2.111 \text{ kNm} \quad N_{D,üst} = -1341.86 \text{ kN}$$



Şekil 3.11 S129 perdesinin eksenel kuvvet-moment etkileşim diyagramı

Şekil 3.11' e göre S129 perdesinin alt ucunda hesaplanan moment kapasitesi " M_k "

$$M_{k,alt} = -4305.31 \text{ kNm} \quad N_{k,alt} = 1254.57 \text{ kN}$$

S129 perdesinin üst ucunda hesaplanan;

$$M_{k,üst} = 1962.95 \text{ kNm} \quad N_{k,üst} = -1060.72 \text{ kN}$$

Artık moment kapasitelerinin hesaplanması " M_a "

$$M_{a,alt} = M_{k,alt} - M_{D,alt} = -4305.31 - 0.3184 = -4305.63 \text{ kNm}$$

$$M_{a,üst} = M_{k,üst} - M_{D,üst} = 1962.95 - (-2.11) = 1965.06 \text{ kNm}$$

Etki/Kapasite oranlarının belirlenmesi " r "

$$r_{alt} = M_{E,alt} / M_{a,alt} = -12576.3 / -4305.63 = 2.92$$

$$r_{üst} = M_{E,üst} / M_{a,üst} = 4176.465 / 1965.06 = 2.13$$

S129 perdesi için yukarıda hesaplanan etki/kapasite oranları DBYBHY 2007 [2]' de verilen sınır değerler ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca S129 perdesinde $H_w/l_w > 2$ oranının DBYBHY 2007 [2] gereğince kontrol edilmesi gerekmektedir.

Çizelge 3.10 Betonarme perdeler için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranları (rs)

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

S129 perdesinde $H_w/l_w > 2$ oranının kontrolü;

$H_w/l_w = 17/2.5 = 6.8 > 2$ şartı sağlandığından dolayı Çizelge 3.10' da verilmiş olan sınır değerleri kullanılabilir.

S129 perdesinin;

alt ucu için $r_{alt} = 2.92 < r_{MN} = 3$ ve

üst ucu için $r_{üst} = 2.13 < r_{MN} = 3$ olduğu için kesit Minimum Hasar Bölgesi' ndedir.

3.3.4.9 Perdelerde Kırılma Türünün Belirlenmesi

Perdelerde kırılma türünün belirlenmesi için perde kritik kesitinde eğilme kapasitesi ile uyumlu kesme kuvveti " V_e " (3.4) eşitliğine göre hesaplanıp kesme kuvveti kapasitesi " V_r " ile karşılaştırılmıştır. DBYBHY 2007 [2]' ye göre $\beta_v=1$ alınmıştır.

$$V_e = \beta_v \frac{(M_p)_t}{(M_d)_t} V_d \quad (3.4)$$

$$(M_p)_t = 4474.528 \text{ kNm}$$

$$(M_d)_t = 12576 \text{ kNm}$$

$$V_d = 2471.07 \text{ kN}$$

Bu verilere göre kesme kuvveti:

$$V_e = \frac{4474.528}{12576} * 2471.07 = 879.204 \text{ kN}$$

olarak bulunmuştur.

DBYBHY 2007 [2]'ye göre düşey yükler ile birlikte $R_a=1$ alınarak hesaplanan deprem yüklemesi sonucunda elde edilen kesme kuvvetinin V_e' den küçük olması durumu kontrol edilmiştir. Buna göre;

$V(R_a=1) = 2471.07 \text{ kN} > V_e = 879.204 \text{ kN}$ olduğu için $V_e = 879.204 \text{ kN}$ alınmıştır.

Kesitin mevcut malzeme dayanımlarına göre hesaplanan kesme kuvveti kapasitesi V_r (3.5) eşitliğinden 1604.171 kN olarak hesaplanmıştır.

$$V_r = A_{ch} (0.65 * f_{ctd} + \rho_{sh} * f_{ywd}) \quad (3.5)$$

$$V_r = 0.3 * 2.5 * (0.65 * 1200 + 0.003723 * 365000) = 1604.171 \text{ kN}$$

$V_r = 1604.171 \text{ kN} > V_e = 879.204 \text{ kN}$ olduğu için kesitin kırılma türü sünektir.

3.3.4.10 Perdelerde Görelî Kat Ötelemesi Kontrolü

Binanın herhangi bir katındaki perdelerin görelî kat ötelemeleri DBYBHY 2007 [2]' de verilen sınır değerler ile karşılaştırılmalıdır. +X ve +Y deprem yönleri için görelî kat ötelemeleri tablolarla sunulmaktadır.

Çizelge 3.11 +X deprem yönüne ait görelî kat ötelemesi kontrolü

Kat	hi	di,max (m)	δi,max (m)	δi,max/hi	MN	Hasar Bölgesi
5	3.4	0.09967	0.01831	0.005385	<0.01	Minimum Hasar Bölgesi
4	3.4	0.08136	0.02249	0.006615	<0.01	Minimum Hasar Bölgesi
3	3.4	0.05887	0.025	0.007353	<0.01	Minimum Hasar Bölgesi
2	3.4	0.03387	0.02232	0.006565	<0.01	Minimum Hasar Bölgesi
1	3.4	0.01155	0.01155	0.003397	<0.01	Minimum Hasar Bölgesi

Çizelge 3.12 +Y deprem yönüne ait görelî kat ötelemesi kontrolü

Kat	hi	di,max (m)	δi,max (m)	δi,max/hi	MN	Hasar Bölgesi
5	3.4	0.09928	0.02226	0.006547	<0.01	Minimum Hasar Bölgesi
4	3.4	0.07702	0.02396	0.007047	<0.01	Minimum Hasar Bölgesi
3	3.4	0.05306	0.02378	0.006994	<0.01	Minimum Hasar Bölgesi
2	3.4	0.02928	0.01968	0.005788	<0.01	Minimum Hasar Bölgesi
1	3.4	0.0096	0.0096	0.002824	<0.01	Minimum Hasar Bölgesi

+X deprem yönü için performansını değerlendirdiğimiz S129 perdesinin görelî kat ötelemesi, Minimum Hasar Sınırı (MN) için verilen sınır değer 0.01' in altında olması ve 3.3.4.8' e göre yapılmış olan performans değerlendirmesi sonucunda Minimum Hasar Bölgesi' nde olduğu belirlenmiş olması nedeniyle kesitin Minimum Hasar Bölgesi' nde olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

3.3.5 Bina Performansının Belirlenmesi

3.3.5.1 +X Yönünde Yapılan Analiz Sonucu Performans Değerlendirmesi

Kirişler, kolonlar ve perdelerde kesit hasar durumları şöyledir;

- Tüm kat kiriş elemanlarının hiç biri ileri hasar bölgesine geçmemiştir. Kiriş kesitleri Minimum Hasar Bölgesi ile Belirgin Hasar Bölgesi içinde kalmaktadır.
- Her katta Minimum Hasar Bölgesi ve Belirgin Hasar Bölgesi içinde kalan elemanların oranları aşağıdaki Çizelge 3.13' te verilmiştir.

Çizelge 3.13 Binanın taşıyıcı elemanlarında oluşan hasar oranları (+X yönü)

+X yönü								
Kat	Eleman	Toplam Eleman Adedi	Minimum Hasar Bölgesindeki Eleman Adedi	Belirgin Hasar Bölgesindeki Eleman Adedi	İleri Hasar Bölgesindeki Eleman Adedi	MH	BH	İH
						%	%	%
1	Kolonlar	24	24	-	-	100	-	-
	Perdeler	8	8	-	-	100	-	-
	Kirişler	28	26	2	-	92.86	7.14	-
2	Kolonlar	24	24	-	-	100	-	-
	Perdeler	8	8	-	-	100	-	-
	Kirişler	28	26	2	-	92.86	7.14	-
3	Kolonlar	24	24	-	-	100	-	-
	Perdeler	8	8	-	-	100	-	-
	Kirişler	28	26	2	-	92.86	7.14	-
4	Kolonlar	24	24	-	-	100	-	-
	Perdeler	8	8	-	-	100	-	-
	Kirişler	28	28	-	-	100	-	-
5	Kolonlar	24	24	-	-	100	-	-
	Perdeler	8	8	-	-	100	-	-
	Kirişler	28	28	-	-	100	-	-

3.3.5.2 +Y Yönünde Yapılan Analiz Sonucu Performans Değerlendirmesi

Kirişler, kolonlar ve perdelerde kesit hasar durumları şöyledir;

- Tüm kat kiriş elemanlarının hiçbirisi İleri Hasar Bölgesine geçmemiştir. Kiriş kesitleri Minimum Hasar Bölgesi ile Belirgin Hasar Bölgesi içinde kalmaktadır.
- Her katta Minimum Hasar Bölgesi ve Belirgin Hasar Bölgesi içinde kalan elemanların oranları Çizelge 3.14' te verilmiştir.

Çizelge 3.14 Binanın taşıyıcı elemanlarında oluşan hasar oranları (+Y yönü)

+Y yönü								
Kat	Eleman	Toplam Eleman Adedi	Minimum Hasar Bölgesindeki Eleman Adedi	Belirgin Hasar Bölgesindeki Eleman Adedi	İleri Hasar Bölgesindeki Eleman Adedi	MH	BH	İH
						%	%	%
1	Kolonlar	24	24	-	-	100	-	-
	Perdeler	8	8	-	-	100	-	-
	Kirişler	24	24	-	-	100	-	-
2	Kolonlar	24	24	-	-	100	-	-
	Perdeler	8	8	-	-	100	-	-
	Kirişler	24	22	2	-	91.67	8.33	-
3	Kolonlar	24	24	-	-	100	-	-
	Perdeler	8	8	-	-	100	-	-
	Kirişler	24	22	2	-	91.67	8.33	-
4	Kolonlar	24	24	-	-	100	-	-
	Perdeler	8	8	-	-	100	-	-
	Kirişler	24	24	-	-	100	-	-
5	Kolonlar	24	24	-	-	100	-	-
	Perdeler	8	8	-	-	100	-	-
	Kirişler	24	24	-	-	100	-	-

DOĞRUSAL OLMAYAN HESAP YÖNTEMİ İLE YAPILAN SAYISAL İNCELEMELER

Bu bölümde DBYBHY 2007 [2] ilkelerine göre yeni yapı olarak tasarlanmış, 5 katlı betonarme okul binasının deprem performansı doğrusal elastik olmayan hesap yöntemlerinden Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü yöntemi kullanılarak irdelenmiştir.

4.1 Taşıyıcı Sistem Modelinin Deprem Performansının Doğrusal Elastik Olmayan Yöntem ile Değerlendirilmesi

Bölüm 3' te kalıp planı verilmiş olan bina tipinin aynısı Bölüm 4' te de kullanılmıştır. (Şekil 3.1)

4.1.1 Modellemede Yapılan Varsayımlar

Taşıyıcı sistem modellerinin oluşturulmasında ve boyutlandırılmasında yapılan başlıca varsayımlar şunlardır.

- Kolon, perde ve kirişler çubuk elemanlar kullanılarak modellenmiştir.
- Düğüm noktaları rijit olarak alınmış, kolonların ve perdelerin temele ankastre olarak mesnetlendikleri varsayılmıştır.
- Her katta döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram davranışı gösterdiği kabul edilmiştir.
- Betonarme elemanlarının bütün kesitlerinde çatlamış kesite ait eğilme rijitlikleri dikkate alınmıştır.

- Kolon ve perdeler için tanımlanmış olan plastik mafsallarda pekleşme etkisinin göz önüne alınmadığı model, kirişlerde ise pekleşme etkisinin göz önüne alındığı model uygulanmıştır.
- Artımsal eşdeğer deprem yükleri her katta rijit diyaframlara ait kütle merkezlerine uygulanmıştır.

4.1.2 Modelleme Adımları

- Proje verileri ve yapılmış olan varsayımlara göre modellenen yapı sisteminin, 2007 Deprem Yönetmeliğinde belirtilen kapsamlar esas alınarak analizi yapılmış, taşıyıcı sistem elemanlarında oluşan iç kuvvetler ve yapının hakim periyotları belirlenmiştir.
- Elde edilen iç kuvvetler ile belirlenen çatlamış kesit rijitlikleri belirlenmiştir.
- Yapının doğrusal olmayan davranışı sebebiyle oluşacak plastik mafsalları temsil etmek üzere moment-eğrilik ve akma yüzeyleri, Xtract kesit analiz programı yardımıyla belirlenmiştir.
- Yapıya itme analizinde uygulanacak yatay yükün bina üzerindeki dağılımı kat kütle merkezine girilmiş ve yapı bina yüksekliğinin yaklaşık %3.5 'i (60 cm) kadar itilmiştir.
- Elde edilen modal kapasite diyagramının teğeti, deprem talep eğrisi ile kesiştirilerek hedef deplasman değeri belirlenmiştir.
- Bina son olarak, belirlenmiş olan hedef deplasman değerine kadar tekrar itilmiş ve çıkan sonuçlara göre kesitlerin hasar seviyeleri belirlenmiştir.

4.1.3 Kiriş ve Kolonlarda Yığılı Plastik Davranışın Tanımlanması

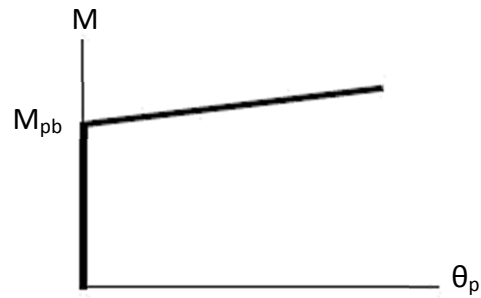
Kiriş, kolon ve perdeler için eleman uçlarında tanımlanacak olan plastik kesitlerin akma yüzeylerinin modellenmesinde DBYBHY 2007 [2]' ye göre mevcut malzeme dayanımları ve maksimum birim şekil değiştirme değerleri

Beton için: $f_{cm} = 25 \text{ Mpa}$, $\epsilon_c = 0.003$

Çelik için: $f_{ym} = 420 \text{ Mpa}$, $\epsilon_s = 0.01$ olarak dikkate alınmıştır.

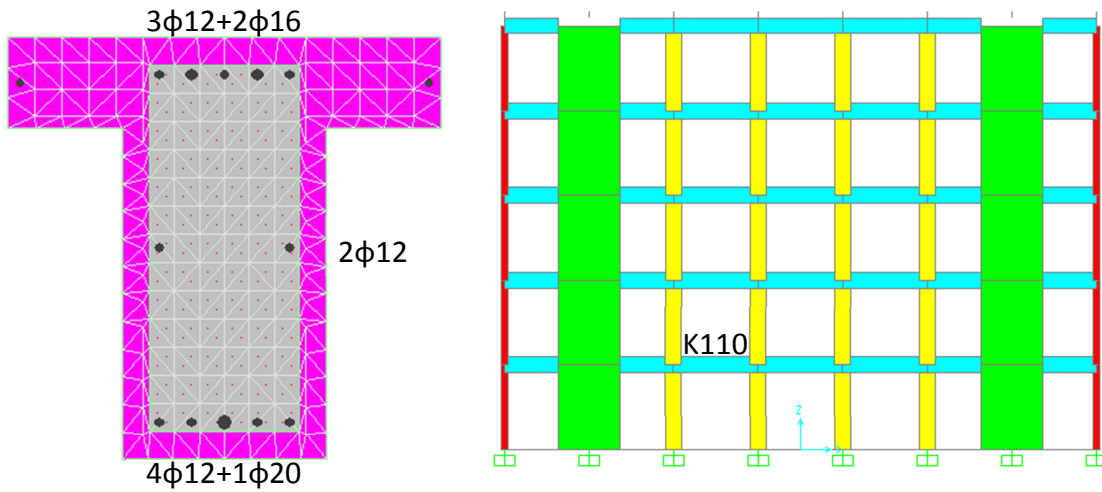
4.1.3.1 Kirişler İçin Plastik Mafsalların Tanımlanması

Kirişler için iç kuvvet-plastik şekil değiştirme bağıntıları tanımlamak amacıyla Xtract programında bir eksenli eğilme analizi yapıp kesitlere ait plastik moment değerleri hesaplanmıştır. DBYBHY 2007 [2]'ye dayanarak pekleşme etkisi göz önüne alınmış ve iç kuvvet-plastik şekil değiştirme bağıntısı Şekil 4.1' de gösterildiği gibi dikkate alınmıştır.



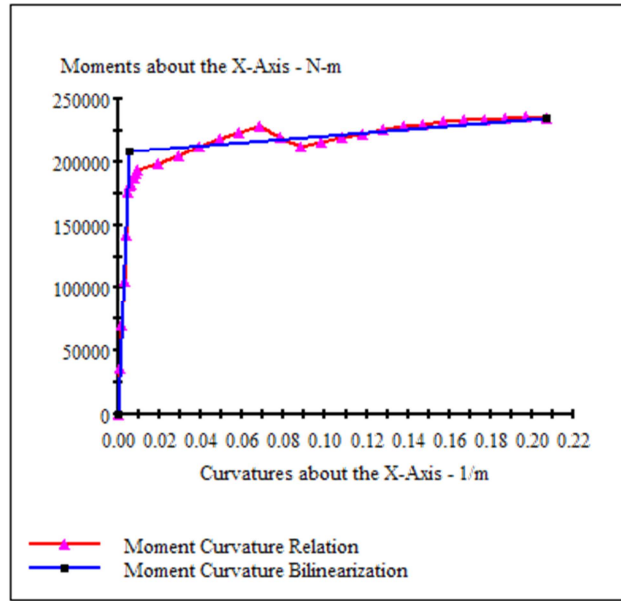
Şekil 4.1 Plastik Moment – Plastik Dönme ilişkisi

K110 kirişinin sol mesnet donatıları ile K110 kirişinin binadaki yeri Şekil 4.2' de gösterilmiştir.

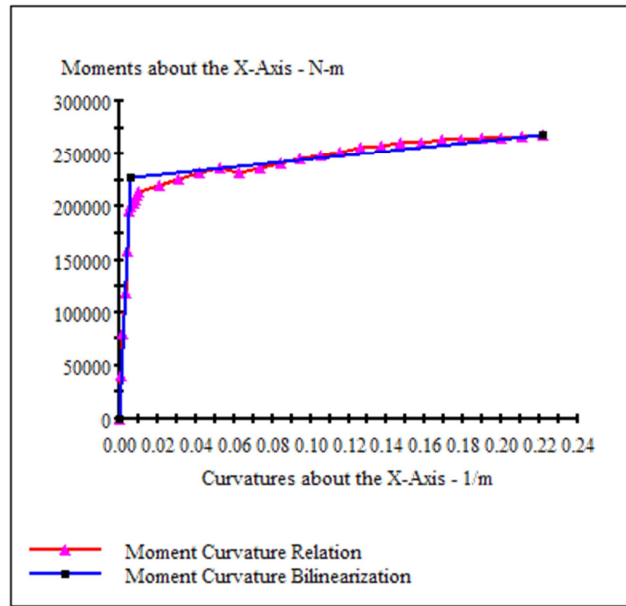


Şekil 4.2 K110 kirişinin sol mesnet donatı detayı ve plandaki yeri (B-B aksı)

K110 kirişinin sol ucu için Xtract programında yapılmış olan analiz sonuçları aşağıda gösterilmektedir.



Şekil 4.3 K110 Kirişi Moment - Eğrilik ilişkisi (+X)



Şekil 4.4 K110 kirişi Moment - Eğrilik ilişkisi (-X)

Yapılan idealizasyon sonucu;

Pozitif eğilme momenti ve eğriliği:

$$M_u = 234.4 \text{ kNm} , M_y = 208.8 \text{ kNm} , \phi_y = 0.00548 \text{ rad/m}$$

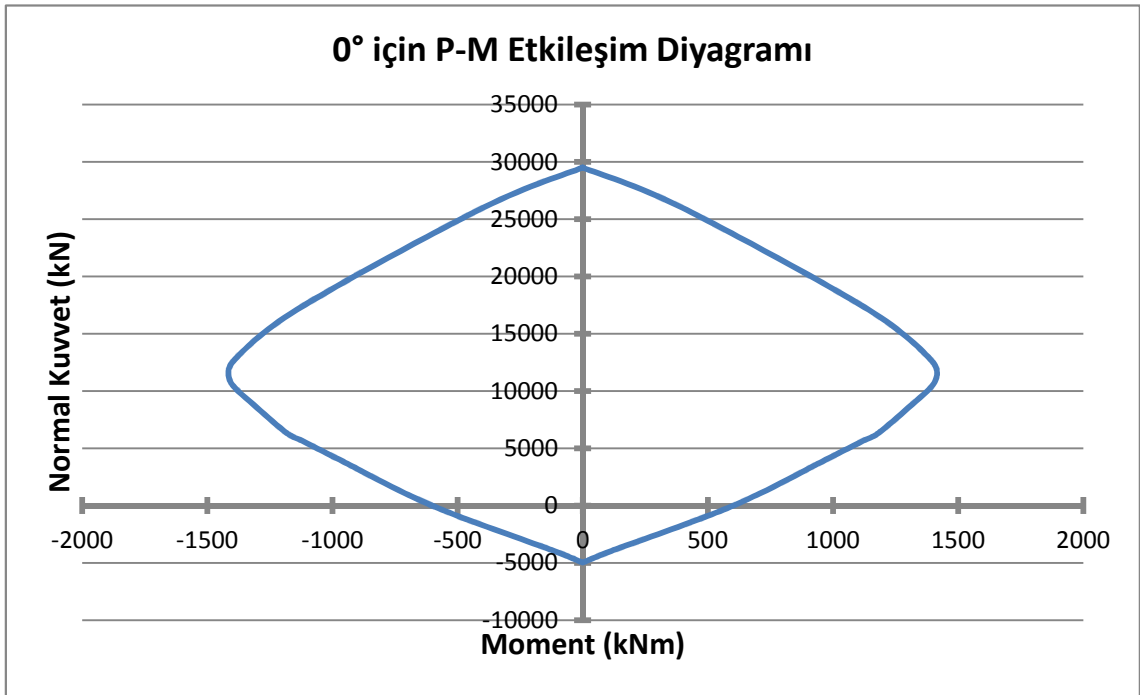
Negatif eğilme momenti ve eğriliği:

$$M_u = 267.8 \text{ kNm} , M_y = 227.9 \text{ kNm} , \phi_y = 0.00593 \text{ rad/m} \text{ elde edilmiştir.}$$

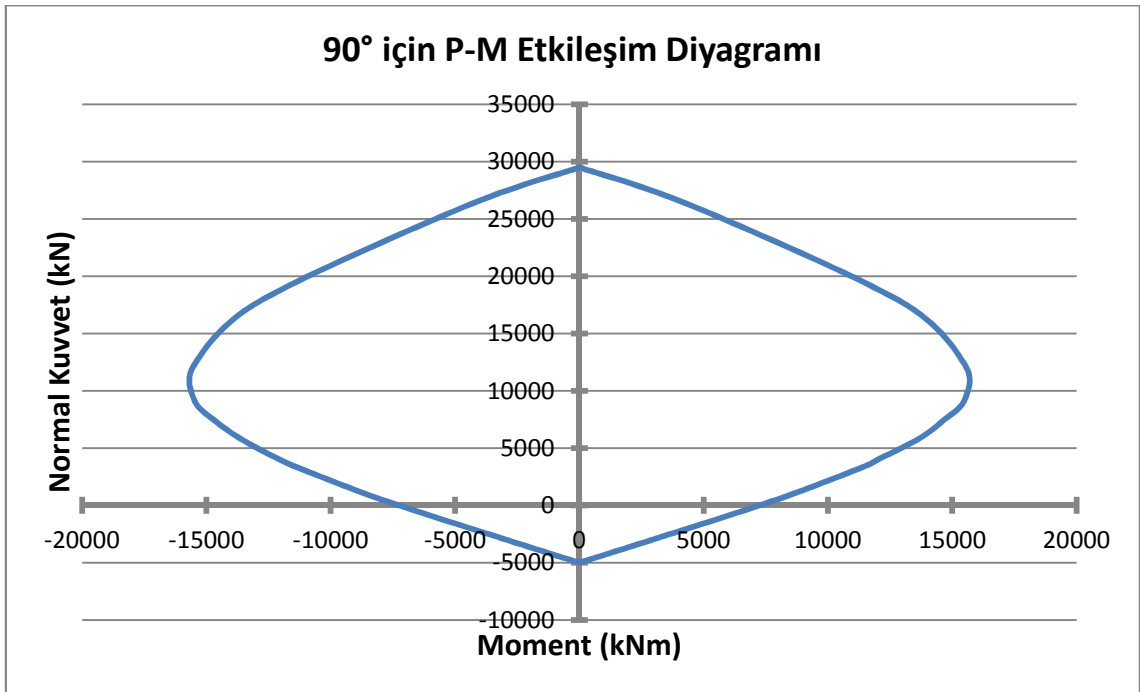
DBYBHY 2007 [2]' ye göre kolonlar ve perdeler için etkileşim diyagramları (akma yüzeyleri) oluşturulmuştur. Bu diyagramların yaklaşık üç boyutlu olarak oluşturulabilmesi için Xtract programına modellenen kesitin yatay eksene göre 0° , yatay eksene göre 45° ve yatay eksene göre 90° açı yapan eksenler etrafındaki momentler için etkileşim diyagramları hazırlanmıştır. S101 (30x60 cm) kolonunun Xtract' ta yapılan analiz sonucunda elde edilen etkileşim diyagramları Şekil 4.5 ve Şekil 4.6' da verilmiştir.



S125 (30X340 cm) perdesi için elde edilen diyagramlar Şekil 4.7 ve Şekil 4.8' de verilmiştir.



Şekil 4.7 S125 kolonuna ait Eksenel kuvvet – Moment etkileşim diyagramı (0°)



Şekil 4.8 S125 kolonuna ait Eksenel kuvvet – Moment etkileşim diyagramı (90°)

4.1.4 Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemiyle İtme Analizi

4.1.4.1 Düşey Yüğü Altında Doğrusal Olmayan Statik Analiz

DBYBHY 2007 [2]' ye göre artımsal itme analizinden önce, kütlelerle uyumlu düşey yüğülerin göz önüne alındığı doğrusal olmayan statik analiz yapılmıştır. Bu analizin sonuçları, artımsal itme analizinin başlangıç koşullarını oluşturmaktadır. Doğrusal olmayan statik analiz hesabında düşey yüğüler aşağıdaki gibi alınmıştır.

Düşey yüğü kombinasyonu: $G+nQ = G + 0.6Q$

4.1.4.2 Hesap Yönteminin Kullanılabilirliği ve Yapılan Hesaplamalar

DBYBHY 2007 [2]' ye göre Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü yönteminin kullanılabilmesi için analizi yapılacak olan binanın aşağıdaki şartları sağlaması gerekmektedir.

- Bina toplam kat sayısının en fazla 8 olması (Bodrum kat hariç)
- Ek dış merkezlik gözönüne alınmadan hesaplanan herhangi bir kattaki burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} < 1.4$ olması
- Gözönüne alınan deprem doğrultusunda, doğrusal elastik davranış esas alınarak hesaplanan hakim titreşim moduna ait etkin kütlelerin toplam bina kütlelerine oranının en az 0.70 olması zorunludur. (Rijit perdelerle çevrili bodrum katlarının kütleleri hariç)

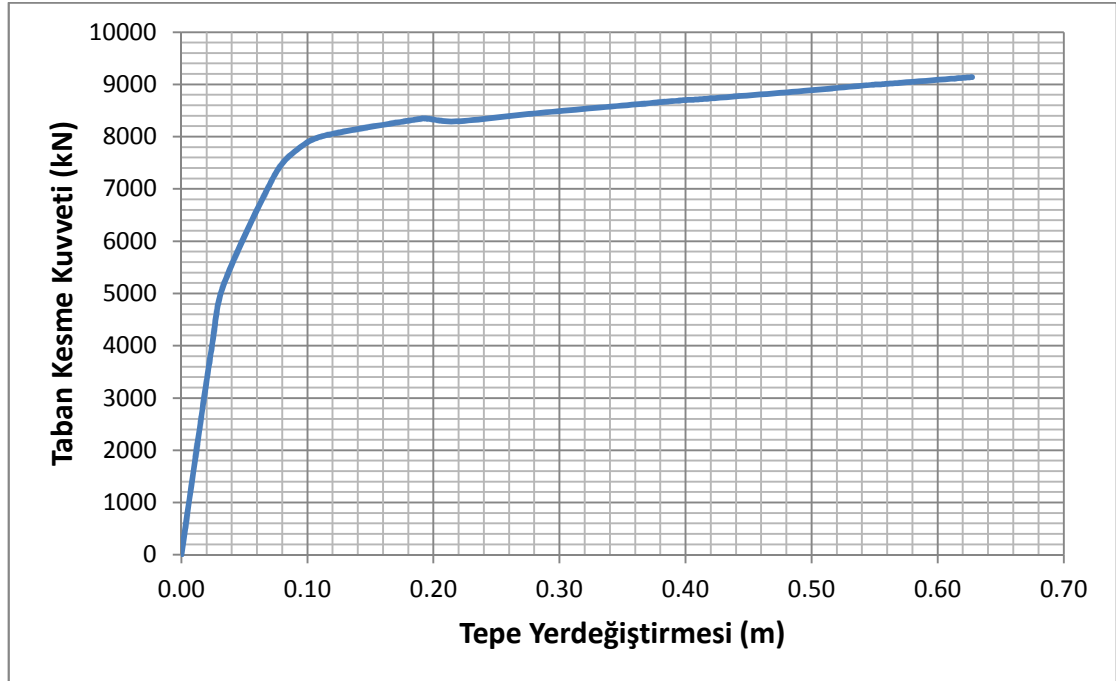
DBYBHY 2007 [2]' de belirtilmiş olan şartların gözönüne aldığımız bina için sağlanıp sağlanmadığını kontrol ettiğimizde;

- Toplam kat sayısının 5 olması
- Bina her iki yönde de simetrik olduğu için burulma düzensizliği katsayısı $\eta_{bi}=1$ olması ve $\eta_{bi}=1 < 1.4$ olması koşulunu sağlaması
- Yapılan analiz sonucu elde edilen Çizelge 4.1' de belirtilen etkin kütle oranlarının X yönünde $0.75 > 0.70$ ve Y yönünde $0.72 > 0.70$ olmasından dolayı Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü yönteminin kullanılabilir olduğunu göstermektedir.

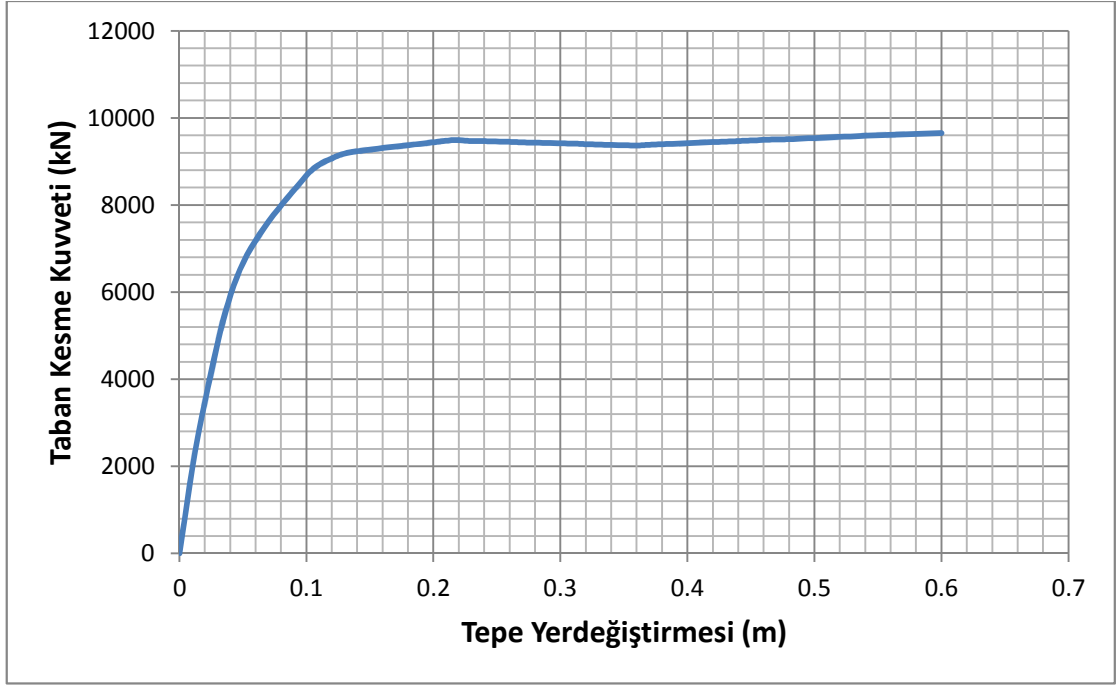
Çizelge 4.1 Bina periyotları ve etkin kütle oranları

Mod	Periyod	Etkin Kütle Oranı		
		X doğrultusu	Y doğrultusu	Z doğrultusu
1	1.09	1.741E-20	1.738E-10	1.412E-20
2	0.85	0.75	0	0
3	0.83	0	0.72	0

Artımsal itme analizi sırasında, eşdeğer deprem yükü dağılımının, taşıyıcı sistemdeki plastik kesit oluşumlarından bağımsız biçimde sabit kaldığı varsayımı yapılmıştır. (DBYBHY 2007 [2]). itme analizinde uygulanacak yatay yükün bina üzerindeki dağılımı kat kütle merkezine girilmiş ve yapı bina yüksekliğinin yaklaşık %3.5' i (60 cm) kadar itilmiştir. Buna göre, her iki doğrultuda birinci doğal titreşim modu ile orantılı olarak katlara gelen yükler altında yapılan itme analizinden elde edilen itme eğrileri Şekil 4.9 ve Şekil 4.10' da verilmiştir.

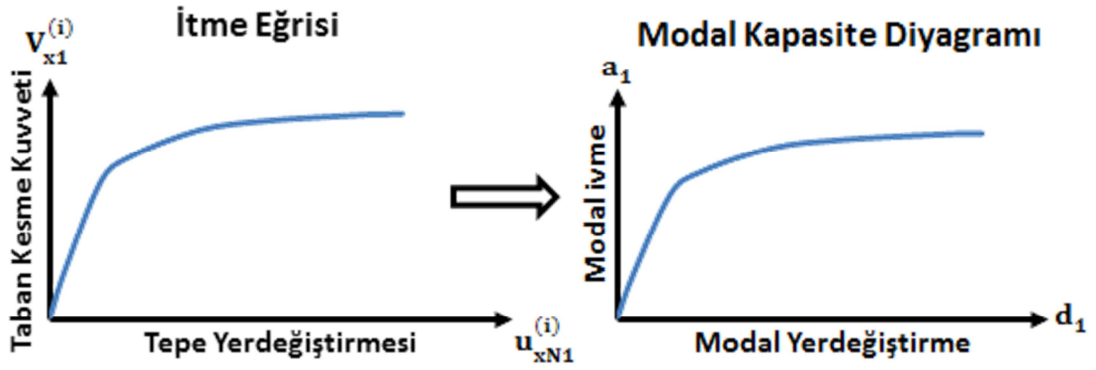


Şekil 4.9 +X yönündeki itme eğrisi



Şekil 4.10 +Y yönündeki itme eğrisi

Her iki doğrultuda da elde edilen itme eğrileri (4.1), (4.2), (4.3) ve (4.4) eşitlikleri kullanılarak kapasite eğrilerine dönüştürülmüştür.



Şekil 4.11 İtme eğrisinin modal kapasite diyagramına dönüştürülmesi

$$a_1^{(i)} = \frac{V_{x1}^{(i)}}{M_{x1}} \quad (4.1)$$

$$d_1^{(i)} = \frac{u_{xN1}^{(i)}}{\phi_{xN1} * \Gamma_{x1}} \quad (4.2)$$

$$M_{x1} = \frac{(\sum_{n=1}^N m_n * \phi_{nj})^2}{\sum_{n=1}^N m_n * \phi_{nj}^2} \quad (4.3)$$

$$\Gamma_{x1} = \frac{\sum_{n=1}^N m_n * \phi_{nj}}{\sum_{n=1}^N m_n * \phi_{nj}^2} \quad (4.4)$$

Çizelge 4.2 İtme eğrisinin Modal kapasite eğrisine dönüştürülmesinde kullanılan değerler (+X)

X YÖNÜ	KAT	Φ_1	W_i	m_i	$m_i \times \Phi_1$	$m_i \times \Phi_1^2$
	5	0.02522	4597.95	468.7003	11.8206	0.2981
	4	0.0211	5706.35	581.6871	12.2736	0.2590
	3	0.0156	5706.35	581.6871	9.0743	0.1416
	2	0.00914	5706.35	581.6871	5.3166	0.0486
	1	0.00313	5706.35	581.6871	1.8207	0.0057
			toplam=	2795.4485	40.3058	0.7529

$$M_{x1}=2157.62$$

$$\Gamma_{x1}=53.5312$$

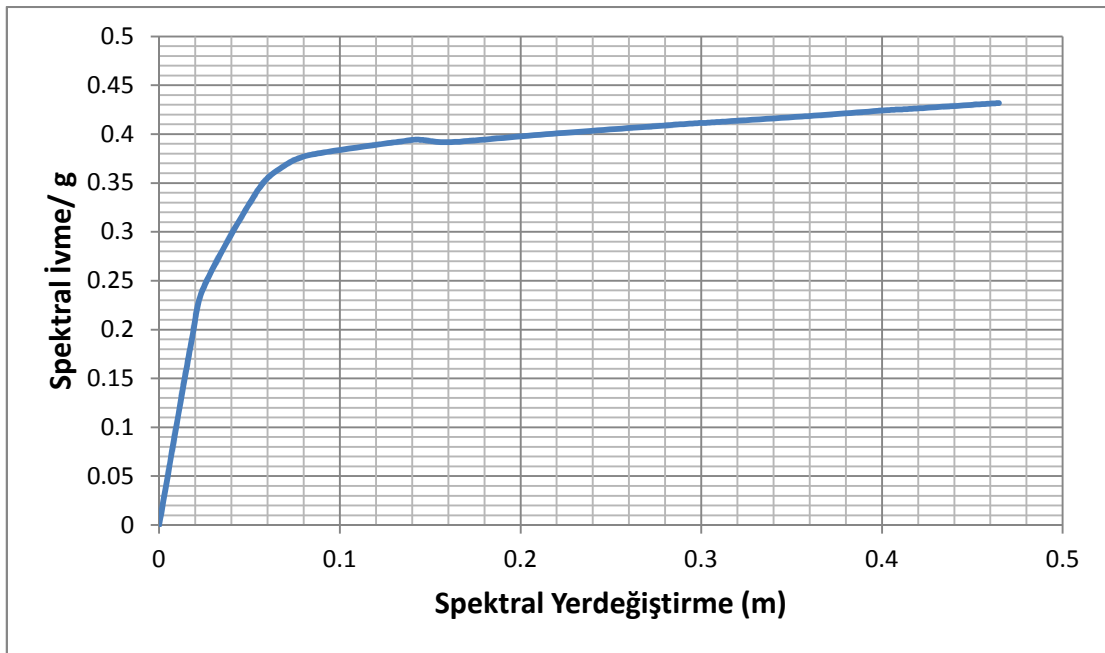
Etkin kütle oranı= 0.77 > 0.70 olarak elde edilmiştir.

Sap2000 programında yapılmış olan + X yönündeki itme analizi sonuçları ve itme analizi eğrisinin kapasite diyagramına dönüştürülmesinde kullanılacak olan değerler Çizelge 4.3' te verilmiştir.

Çizelge 4.3 İtme eğrisinin modal kapasite diyagramına dönüştürülmesi (+X)

	Deplasman (m)	Taban Kesme Kuvveti (kN)	d_i	a_i	a_i/g
0	0	0	0	0	0
1	0.023829	3926.293	0.01765	1.819733	0.185498
2	0.033458	5157.888	0.024783	2.390545	0.243685
3	0.074005	7263.442	0.054816	3.366414	0.343161
4	0.091818	7749.455	0.068010	3.591668	0.366123
5	0.113195	8017.076	0.083845	3.715703	0.378767
6	0.191794	8349.566	0.142064	3.869804	0.394475
7	0.194964	8340.231	0.144412	3.865477	0.394034
8	0.194967	8340.243	0.144414	3.865483	0.394035
9	0.194967	8340.244	0.144414	3.865483	0.394035
10	0.195924	8343.923	0.145123	3.867188	0.394209
11	0.218156	8292.417	0.161590	3.843317	0.391775
12	0.284706	8454.611	0.210884	3.918489	0.399438
13	0.35755	8610.719	0.264841	3.990841	0.406814
14	0.401933	8704.381	0.297716	4.034251	0.411239
15	0.408507	8710.809	0.302585	4.03723	0.411542
16	0.484766	8856.756	0.359071	4.104873	0.418438
17	0.549306	8994.790	0.406876	4.168848	0.424959
18	0.556181	9003.402	0.411969	4.17284	0.425366
19	0.624601	9133.634	0.462648	4.233199	0.431519
20	0.627378	9138.235	0.464705	4.235331	0.431736

+ X yönü için elde edilen kapasite diyagramı aşağıdaki Şekil 4.12' de verilmiştir.



Şekil 4.12 + X yönündeki Modal Kapasite Diyagramı

+ Y yönü için yapılan itme analizi sonucu;

Çizelge 4.4 İtme Eğrisinin modal kapasite eğrisine dönüştürülmesinde kullanılan değerler (+Y)

Y YÖNÜ	KAT	Φ_1	W_i	m_i	$m_i \times \Phi_1$	$m_i \times \Phi_1^2$
	5	0.02644	4597.95	468.7003	12.3924	0.3277
	4	0.02102	5706.35	581.6871	12.2271	0.2570
	3	0.0148	5706.35	581.6871	8.6090	0.1274
	2	0.00828	5706.35	581.6871	4.8164	0.0399
	1	0.0027	5706.35	581.6871	1.5706	0.0042
Toplam=				2795.4485	39.6154	0.7562

$$M_{y1}=2075.345$$

$$\Gamma_{y1}=52.3873$$

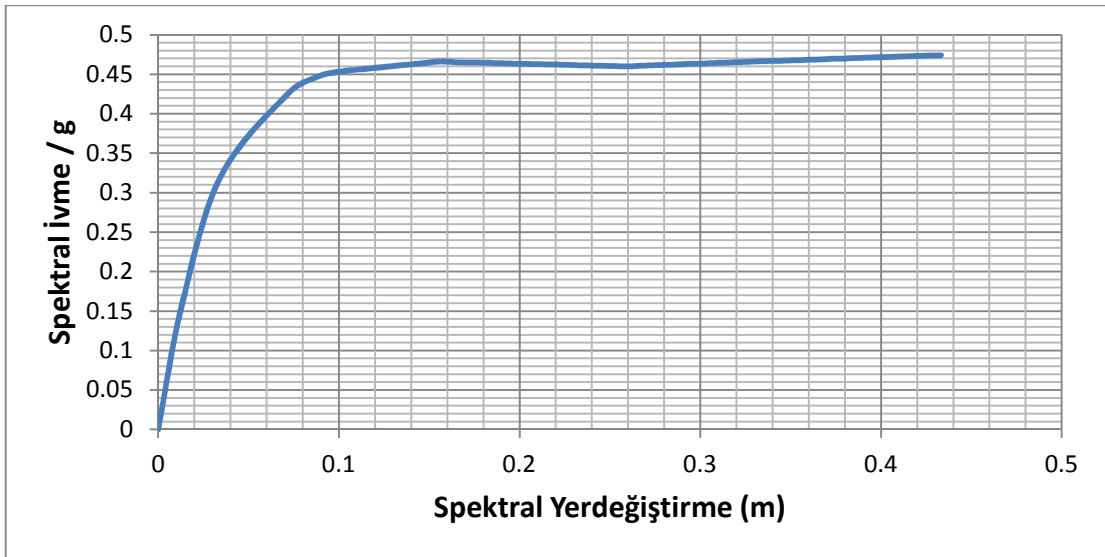
Etkin kütle oranı= 0.74 > 0.70 olarak elde edilmiştir.

Sap2000 programında yapılmış olan + Y yönündeki itme analizi sonuçları ve itme analizi eğrisinin kapasite diyagramına dönüştürülmesinde kullanılacak olan değerler Çizelge 4.5' te verilmiştir.

Çizelge 4.5 İtme eğrisinin modal kapasite diyagramına dönüştürülmesi (+Y)

	Deplasman (m)	Taban Kesme Kuvveti (kN)	d_i	a_i	a_i/g
0	0	0	0	0	0
1	0.017856	3161.333	0.012891	1.523281	0.155278
2	0.04768	6513.771	0.034423	3.138645	0.319943
3	0.099643	8663.387	0.071938	4.174432	0.425528
4	0.121342	9086.319	0.087604	4.378221	0.446302
5	0.137641	9224.798	0.099371	4.444947	0.453104
6	0.203503	9450.553	0.146921	4.553727	0.464192
7	0.216134	9492.03	0.15604	4.573712	0.46623
8	0.229692	9469.441	0.165828	4.562828	0.46512
9	0.237356	9467.258	0.171361	4.561776	0.465013
10	0.260928	9449.55	0.188379	4.553243	0.464143
11	0.271873	9436.532	0.196281	4.546971	0.463504
12	0.311914	9408.537	0.225189	4.533481	0.462129
13	0.321691	9394.983	0.232248	4.52695	0.461463
14	0.35876	9366.279	0.25901	4.513119	0.460053
15	0.366477	9376.113	0.264581	4.517858	0.460536
16	0.369202	9381.695	0.266549	4.520547	0.46081
17	0.438709	9465.771	0.31673	4.561059	0.46494
18	0.440851	9470.05	0.318276	4.563121	0.46515
19	0.452871	9483.979	0.326954	4.569833	0.465834
20	0.467759	9503.77	0.337703	4.579369	0.466806
21	0.474002	9504.894	0.34221	4.579911	0.466861
22	0.541321	9589.855	0.390811	4.620849	0.471035
23	0.6	9650.536	0.433175	4.650088	0.474015

+Y için elde edilen kapasite diyagramı aşağıdaki Şekil 4.13' te verilmiştir.



Şekil 4.13 + Y yönünde elde edilen kapasite eğrisi

Her iki doğrultu için modal yer değıştirme istemleri aşağıdaki bağıntılara göre hesaplanmıştır.

Doğrusal elastik olmayan (nonlinear) spektral yerdeğıştirme, 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 yerdeğıştirme S_{de1} ' e bağılı olarak (4.5) eşitliğı ile elde edilir.

$$S_{di1} = C_{R1} * S_{de1} \quad (4.5)$$

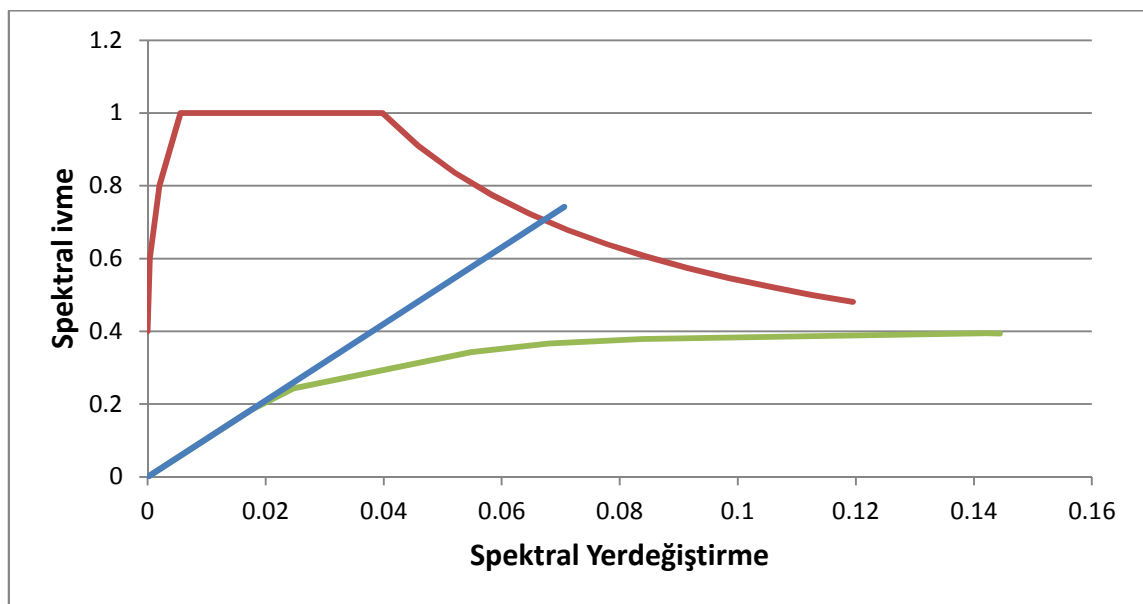
Doğrusal elastik (linear) spektral yerdeğıştirme S_{de1} , itme analizinin ilk adımında birinci moda ait elastik spektral ivme S_{ae1} ' den (4.6) eşitliğıyle hesaplanır.

$$S_{de1} = \frac{S_{ae1}}{(\omega_1^{(1)})^2} \quad (4.6)$$

$T_1^{(1)}$ başlangıç periyodunun, ivme spektrumundaki karakteristik periyod T_B ' ye eşit veya daha uzun olması durumunda doğrusal olmayan spektral yerdeğıştirme S_{di1} , eşit yerdeğıştirme kuralı uyarınca doğal periyodu yine $T_1^{(1)}$ olan eşlenik doğrusal elastik sisteme ait linear elastik spektral yerdeğıştirme S_{de1} ' e eşit alınacaktır. Buna göre spektral yerdeğıştirme oranı $C_{R1} = 1$ ' dir. (DBYBHY 2007 [2])

+ X yönünde yapılmış olan itme analizi sonucu;

+X yönündeki hakim periyod: $T_1^{(1)} = 0.85 > T_B = 0.4$ olduğı için $C_{R1} = 1$ ' dir.



Şekil 4.14 +X yönü modal kapasite – davranış spektrumu

Elastik istem spektrumunu, +X yönünde elde edilmiş olan modal kapasite spektrumunun başlangıç teğetinin kestiği nokta doğrusal elastik spektral yerdeğiştirmeyi vermektedir. (Şekil 4.14)

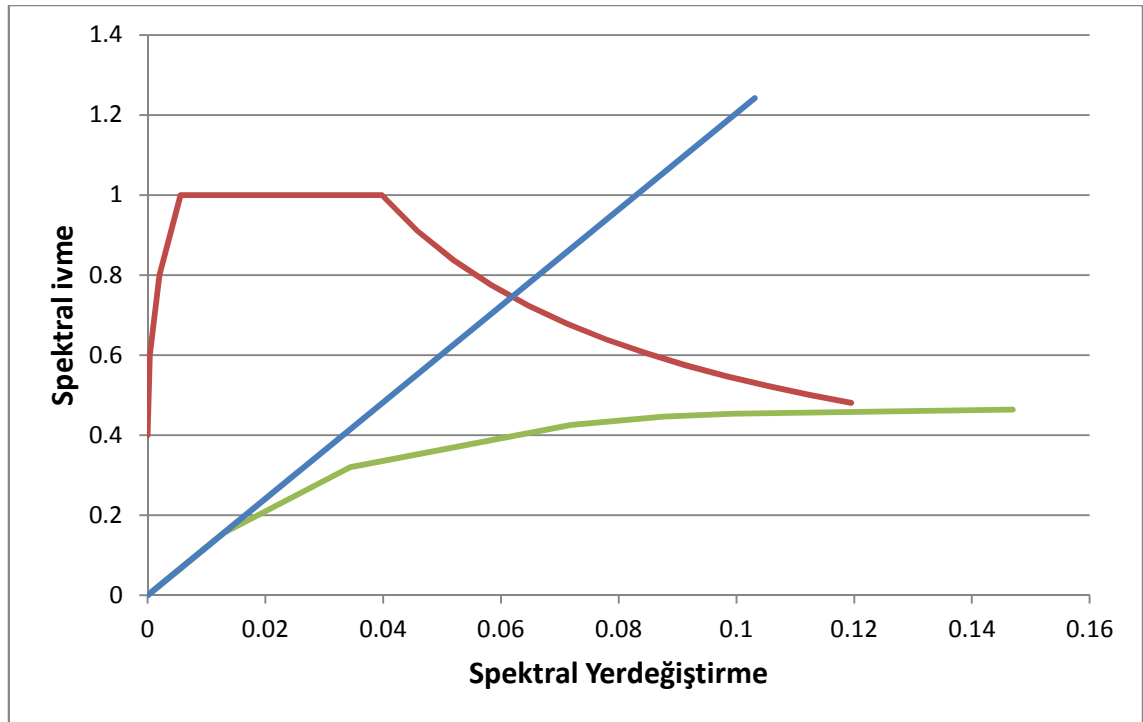
Şekil 4.14’ tende görülebileceği gibi $S_{de1}=d_1= 0.0672$ olarak bulunmuştur.

+Y yönünde yapılmış olan itme analizi sonucu;

+Y yönündeki hakim periyod: $T_1^{(1)} = 0.83 > T_B = 0.4$ olduğu için $C_{R1}=1$ ’ dir.

Elastik istem spektrumunu, +Y yönünde elde edilmiş olan modal kapasite spektrumunun başlangıç teğetinin kestiği nokta doğrusal elastik spektral yerdeğiştirmeyi vermektedir. (Şekil 4.15)

$S_{de1}=d_1= 0.062$ olarak bulunmuştur.



Şekil 4.15 +Y yönü modal kapasite – davranış spektrumu

Her iki deprem yönü için spektral yerdeğiştirmeler belirlendikten sonra yine her iki yönde tepe yerdeğiştirmesi istemleri hesaplanmıştır. Bulunan bu tepe yerdeğiştirmesi istemlerine göre itme analizi tekrarlanmıştır.

- +X yönündeki tepe yerdeğiştirmesi istemi (4.7) eşiliği ile hesaplanmıştır.

$$u_{xN1}^{(p)} = \Phi_{xN1} * \Gamma_{x1} * d_1^{(p)} \quad (4.7)$$

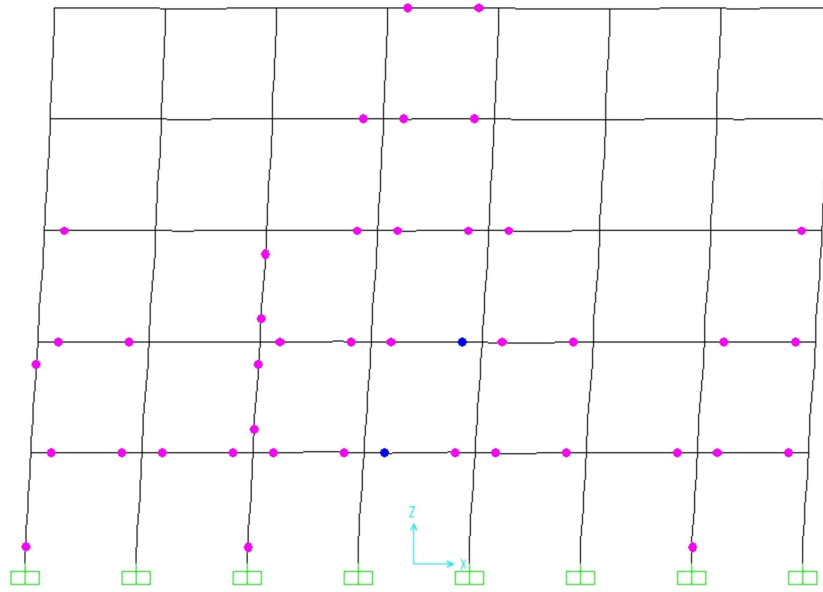
$$u_{xN1}^{(p)} = 0.02522 * 53.5312 * 0.0672 = 0.0907$$

- +Y yönündeki tepe yerdeğiştirme istemi (4.8) eşitliği ile hesaplanmıştır.

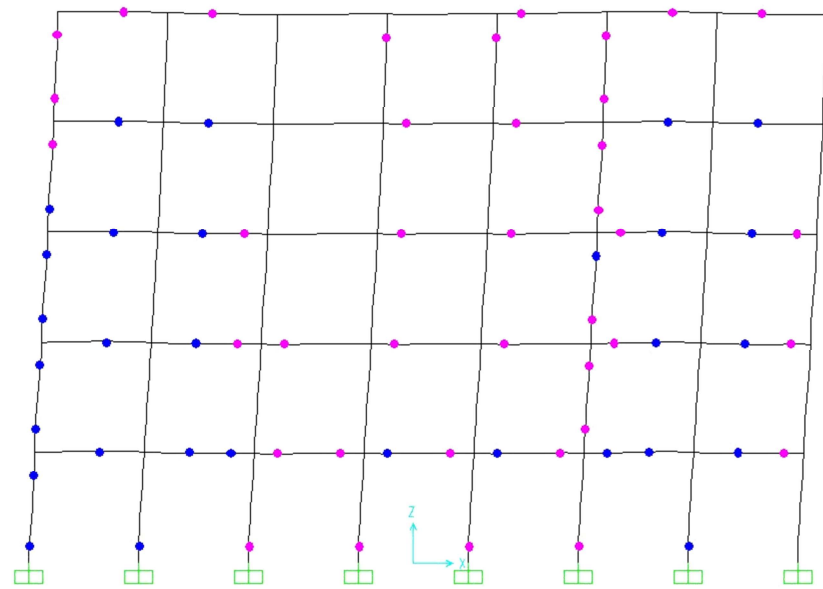
$$u_{yN1}^{(p)} = \phi_{yN1} * \Gamma_{y1} * d_1^{(p)} \quad (4.8)$$

$$u_{yN1}^{(p)} = 0.02644 * 52.3873 * 0.0618 = 0.0856$$

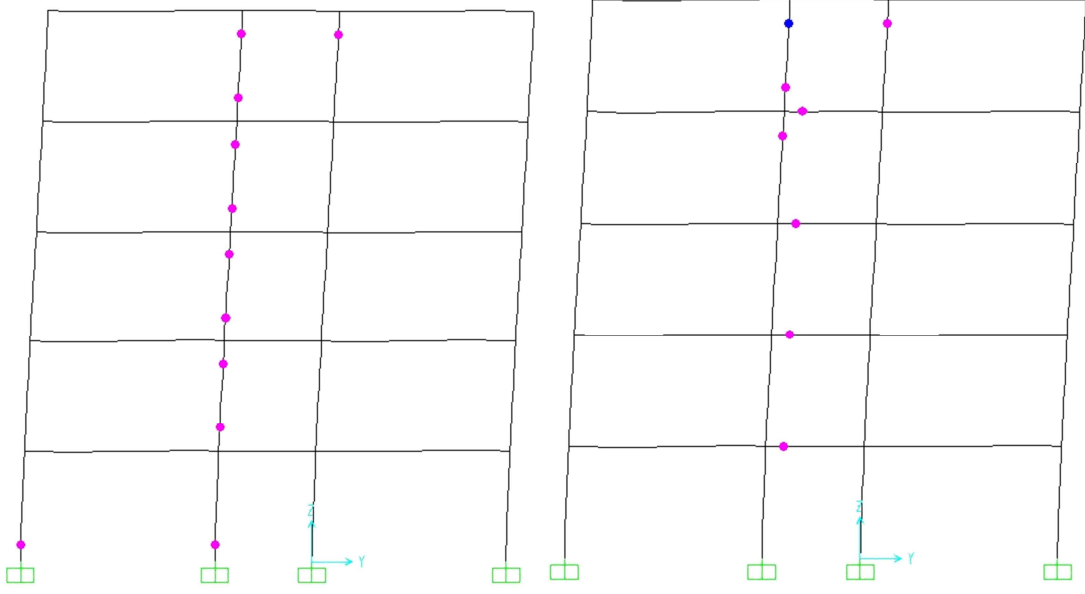
Tepe yerdeğiştirme istemlerine göre yapılmış olan itme analizinin sonucunda elde edilen plastik mafsallar Şekil 4.16 ve Şekil 4.17' de gösterilmiştir.



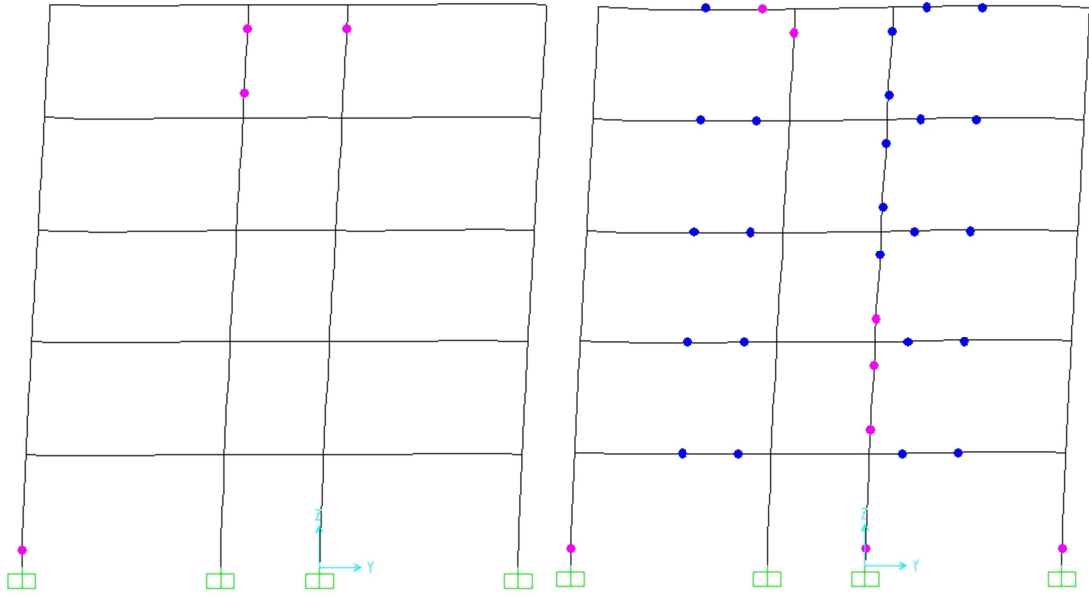
Şekil 4.16 A-A ve D-D aksında oluşan plastik mafsallar



Şekil 4.17 B-B ve C-C aksında oluşan plastik mafsallar



Şekil 4.18 (1-1 ve 8-8) ve (2-2 ve 7-7) akslarında oluşan plastik mafsallar



Şekil 4.19 (3-3 ve 6-6) ve (4-4 ve 5-5) akslarında oluşan plastik mafsallar

4.1.4.3 Kirişler İçin Birim Şekil Değiştirme İstemlerinin Hesaplanması

Her iki doğrultuda yapılan itme analizi sonucunda kirişlerde oluşan plastik mafsallara ait plastik dönme istemleri ve bunlara karşılık gelen plastik eğrilik istemleri (4.9) eşitliğiyle hesaplanmıştır.

$$\phi_p = \frac{\theta_p}{L_p} \quad (4.9)$$

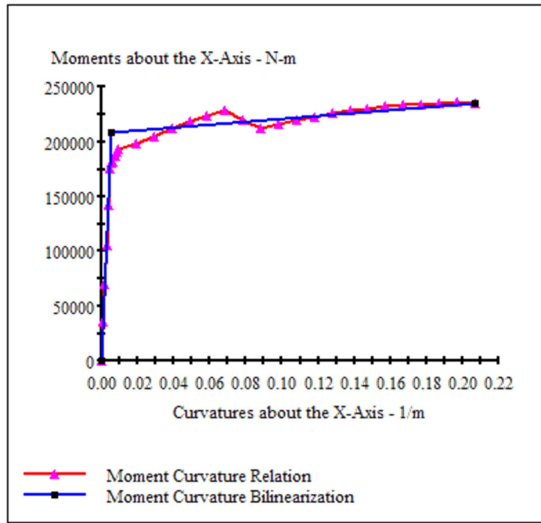
Analizi yapılan binada bütün kirişler 60 cm yüksekliğinde olduğu için L_p boyu $0.60/2=0.30$ m olarak alınmıştır. Kesitte eşdeğer akma eğriliği kesit analizi sonucu elde edilen iki doğrulu moment-eğrilik ilişkisi yardımıyla bulunmuştur. Buradan toplam eğrilik (4.10) eşitliği yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\phi_t = \phi_p + \phi_y \quad (4.10)$$

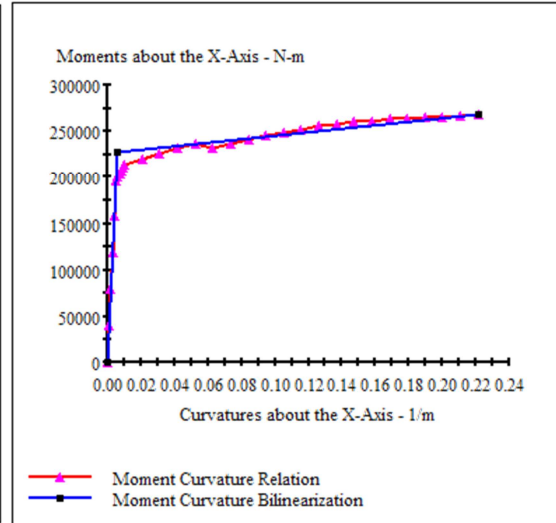
Kesite ait kesit analizinden elde edilen moment-eğrilik ilişkisine gidilerek toplam eğrilik istemine karşı gelen beton ve donatıya ait birim şekildeğiştirmeler elde edilmiştir. Elde edilen birim şekildeğiştirmeler daha sonra birim şekildeğiştirme kapasiteleri ile karşılaştırılarak hasar durumu belirlenmiştir.

K110 kirişi için birim şekildeğiştirme istemlerinin ve hasar durumlarının belirlenmesi aşağıdaki gibidir.

K110 için Xtract programında yapılmış olan analiz sonuçları aşağıda gösterilmektedir.



Şekil 4.20 K110 için Moment - Eğrilik diyagramı (+X)



Şekil 4.21 K110 için Moment - Eğrilik diyagramı (-X)

Yapılan idealizasyon sonucu;

Pozitif eğilme momenti ve eğriliği:

$$M_u = 234.4 \text{ kNm} , M_y = 208.8 \text{ kNm} , \phi_y = 0.00548 \text{ rad/m}$$

Negatif eğilme momenti ve eğriliği:

$$M_u = 267.8 \text{ kNm} , M_y = 227.9 \text{ kNm} , \phi_y = 0.00593 \text{ rad/m} \text{ elde edilmiştir.}$$

K110 kirişinin sol ucunda oluşan plastik mafsallık için toplam eğrilik hesabı;

Sap2000 programında +X yönünde yapılmış olan itme analizi sonucu elde edilen

Plastik dönme istemi: $\theta_p = 0.002596$

Plastik eğrilik istemi: $\phi_p = \theta_p / L_p = 0.002596/0.3 = 0.008653 \text{ rad/m}$

Akma eğriliği: $\phi_y = 0.00548 \text{ rad/m}$

Toplam eğrilik istemi: $\phi_t = 0.008653 + 0.00548 = 0.01413 \text{ rad/m}$

Moment-eğrilik ilişkisinden bu değere karşılık gelen beton basıç birim şekil değiştirme istemi ile donatı birim şekil değiştirme istemi;

$$\epsilon_c = 0.00112$$

$$\epsilon_s = 0.006423$$

DBYBHY 2007 [2]' ye göre yapılan değerlendirmede:

$$\epsilon_c = 0.00112 < (\epsilon_c)_{MN} = 0.0035$$

$$\epsilon_s = 0.006423 < (\epsilon_s)_{MN} = 0.01$$

şartlarını sağladığı için kesitin sol ucu Minimum Hasar Bölgesinde (MN) kalmıştır.

K110 kirişinin sağ ucunda oluşan plastik mafsallık için toplam eğrilik hesabı;

Sap2000 programında +X yönünde yapılmış olan itme analizi sonucu elde edilen

Plastik dönme istemi: $\theta_p = -0.001781$

Plastik eğrilik istemi: $\phi_p = \theta_p / L_p = -0.001781/0.3 = -0.00594$

Akma eğriliği: $\phi_y = -0.00596 \text{ rad/m}$

Toplam eğrilik istemi: $\phi_t = -0.00594 + (-0.00596) = -0.0119 \text{ rad/m}$

Moment-eğrilik ilişkisinden bu değere karşılık gelen beton basıç birim şekil değiştirme istemi ile donatı birim şekil değiştirme istemi;

$$\epsilon_c = 0.00054$$

$$\epsilon_s = 0.005809$$

DBYBHY 2007 [2]' ye göre yapılan değerlendirmede:

$$\epsilon_c = 0.00054 < (\epsilon_c)_{MN} = 0.0035$$

$$\epsilon_s = 0.005809 < (\epsilon_s)_{MN} = 0.01$$

şartlarını sağladığı için kesitin sağ ucu Minimum Hasar Bölgesinde (MN) kalmıştır.

K110 kirişinin sağ ve sol ucu için yapılmış olan değerlendirme sonucunda her iki uç Minimum Hasar Bölgesinde kaldığı için K110 kirişinin Minimum Hasar Bölgesinde olduğu belirlenmiştir.

4.1.4.4 Kirişlerde Kesme Kapasitesi Kontrolü

Kesme kuvveti kapasitesi hesabında betonun ve çeliğin katkısı aşağıdaki gibi dikkate alınmıştır. K110 kirişi için kesme kapasitesi kontrolü:

Betonun katkısı:

$$f_{ctm} = 0.35 * \sqrt{f_{cm}} \quad (4.11)$$

$$V_c = 0.8 * 0.65 * f_{ctm} * b_w * d \quad (4.12)$$

$$V_c = 0.8 * 0.65 * 0.35 * \sqrt{25} * 300 * 560 = 152880 \text{ N} = 152.88 \text{ kN}$$

Enine donatı katkısı:

$$V_s = A_s * f_{ys} * \left(\frac{d}{s}\right) \quad (4.13)$$

$$V_s = \left(\frac{\pi * 8^2}{4}\right) * 2 * 420 * \left(\frac{600 - 40}{100}\right) = 236448.83 \text{ N} = 236.449 \text{ kN}$$

Kesme kuvveti istemi:

K110 kirişinin sol ucu için: 129.889 kN

K110 kirişinin sağ ucu için: 213.474 kN

$$V_r = V_c + V_s \quad (4.14)$$

$$V_r = 152.88 + 236.449 = 389.33 \text{ kN} > V_{sol} = 129.889 \text{ kN}$$

$$V_r = 152.88 + 236.449 = 389.33 \text{ kN} > V_{sağ} = 213.474 \text{ kN}$$

Elde edilen bu değerlere göre kesit kesme kapasitesi açısından yeterlidir.

4.1.4.5 Kolonlar İçin Birim Şekildeğiştirme İstemlerinin Hesaplanması

Aydemir Vd. [8]'nin dikdörtgen ve dairesel kolonlar üzerine yapmış olduğu çalışmada belirli bir hasar seviyesi için tanımlı beton ve donatı sınır birim şekil değıştirmelerine göre belirlenen kolon hasar sınır eğriliklerinin, başta eksenel yük düzeyi olmak üzere çeşitli tasarım değışkenlerine göre değışimleri irdelenmiş olup, moment eğrilik analizi sonuçlarına yakın sonuçlar veren ve pratik amaçlar için kullanılabilecek bir bağıntı önerilmiştir. Bu bağıntı (4.15) eşitliğinde verilmiştir. İncelenen binanın kolonlarının hasar seviyelerinin belirlenmesi için bu yöntem kullanılmıştır. Buna göre herhangi bir hasar seviyesi için sınır dönme değeri (4.15) yardımıyla belirlenmiştir.

$$\phi_L * h = \text{Min} \left[\frac{\epsilon_{cL}}{\alpha_0 + \alpha_1 * n} ; \frac{\epsilon_{sL}}{\frac{d}{h} - (\beta_0 + \beta_1 * n)} \right] \leq \frac{\epsilon_{cL} + \epsilon_{sL}}{d_0} * h \quad (4.15)$$

(4.15) eşitliğinde α ve β katsayılarının beklenen değeri Çizelge 4.6' da verilmiştir.

Çizelge 4.6 α ve β katsayılarının beklenen değeri

N > N _b durumunda Katsayılar				
Koşul	Kesit Tipi	Hasar Sınırı	Katsayılar	
			α ₀	α ₁
0≤n≤0.8	Dikdörtgen	MN	0.09+0.25ω _t	1.01-0.73ω _t
		GV	0.06+0.24ω _t	0.93-0.75ω _t
		GÇ	0.07+0.24ω _t	0.95-0.79ω _t
	Dairesel	MN	0.18+0.23ω _t	0.86-0.64ω _t
		GV	0.14+0.20ω _t	0.77-0.57ω _t
		GÇ	0.14+0.21ω _t	0.78-0.59ω _t
N ≤ N _b durumunda Katsayılar				
Koşul	Kesit Tipi	Hasar Sınırı	Katsayılar	
			β ₀	β ₁
0≤n≤0.8	Dikdörtgen	MN	0.10+0.24ω _t	0.63
		GV	0.09+0.25ω _t	0.77
		GÇ	0.09+0.26ω _t	0.75
	Dairesel	MN	0.13+0.38ω _t	0.77
		GV	0.13+0.35ω _t	0.66
		GÇ	0.13+0.38ω _t	0.66

Yazarlar bu yöntemle yapılacak kesit hasar değerlendirmesinde maksimum hata oranın Minimum Hasar Sınırı için %20, Güvenlik Sınırı ve Göçme Sınırı için de %30 olduğunu ifade etmişlerdir.

Dengeli durumda, kesitteki birim şekil değiştirme dağılımı ve tarafsız eksen derinliği kolaylıkla belirlenebilmektedir. Dengeli durumdan belirlenecek eksenel yük taşıma gücünün (N_b) altındaki eksenel yük değerlerinde ($N < N_b$), şekil değiştirme dağılımı donatı çeliği birim şekil değiştirmesi sınır değerine göre belirlenmektedir ve beton için tanımlanan limit değere ulaşamamaktadır. Bu durum donatı kontrollü hasar sınır durumu olarak tanımlanmıştır.

Dengeli eksenel yükün üzerindeki eksenel yük seviyelerinde ise ($N > N_b$), kesitteki şekil değiştirme dağılımı beton birim şekil değiştirme sınırına göre belirlenmektedir ve donatı çeliği için tanımlanan sınır değere ulaşamamaktadır. Bu durum ise beton kontrollü hasar sınır durumu olarak tanımlanmıştır. Kesitteki şekil değiştirme dağılımında hangi malzemenin sınır değere ulaştığı, dengeli durumundaki tarafsız eksen derinliği kullanılarak da belirlenebilir.

Donatı kontrollü hasar durumu için ($N < N_b$) durumunda; her bir hasar sınırı için izin verilen toplam dönme miktarı Çizelge 4.6' da ilgili hasar sınırı için verilmiş olan β_0 ve β_1 değerleri kullanılarak (4.16) eşitliği ile belirlenir. İlgili kesitteki toplam dönme talebinin, herhangi bir kesit hasar sınırına ilişkin (4.16) eşitliğinden hesaplanan toplam dönme değerinden büyük olması, o kesit için, ilgili hasar seviyesinin aşıldığı anlamına gelir.

$$\phi_L * h = \left[\frac{\epsilon_{sL}}{\frac{d}{h} - (\beta_0 + \beta_1 * n)} \right] \quad (4.16)$$

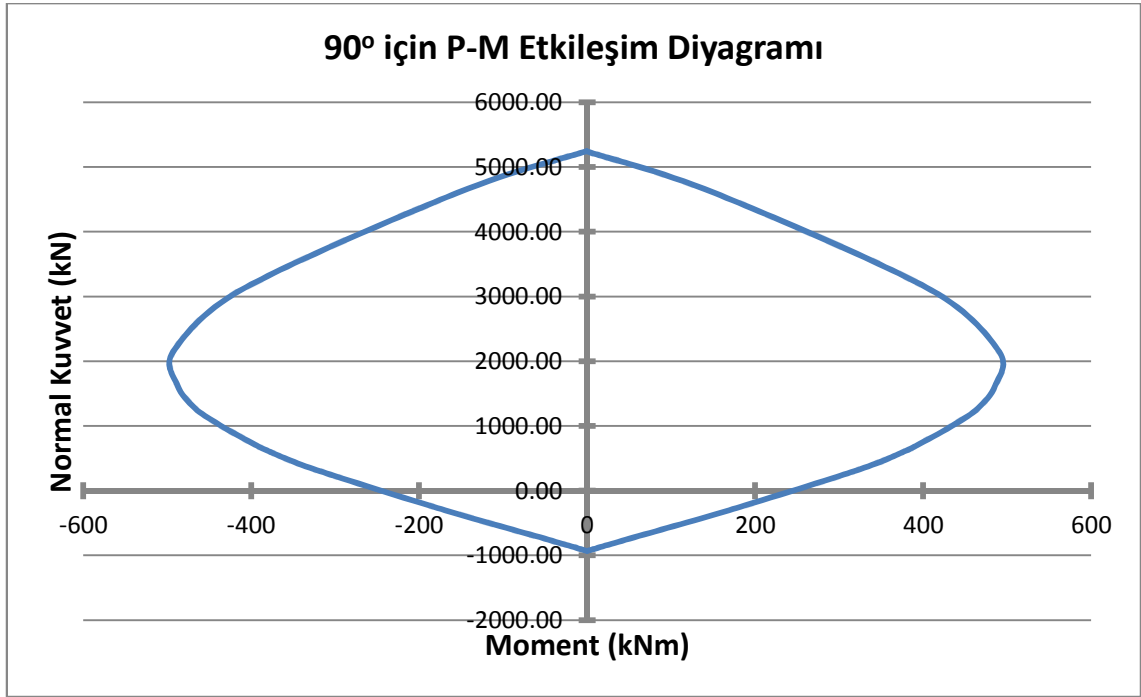
Beton kontrollü hasar sınır durumunda ($N > N_b$) dikkate alınan kesitin hasar durumunun tespiti için Çizelge 4.6' da verilmiş olan hasar durumuna ait α_0 ve α_1 değerleri kullanılır. İlgili kesitteki toplam dönme talebinin, herhangi bir kesit hasar sınırına ilişkin (4.17) eşitliğinden hesaplanan toplam dönme değerinden büyük olması, o kesit için, ilgili hasar seviyesinin aşıldığı anlamına gelir.

$$\phi_L * h = \left[\frac{\epsilon_{cL}}{\alpha_0 + \alpha_1 * n} \right] \quad (4.17)$$

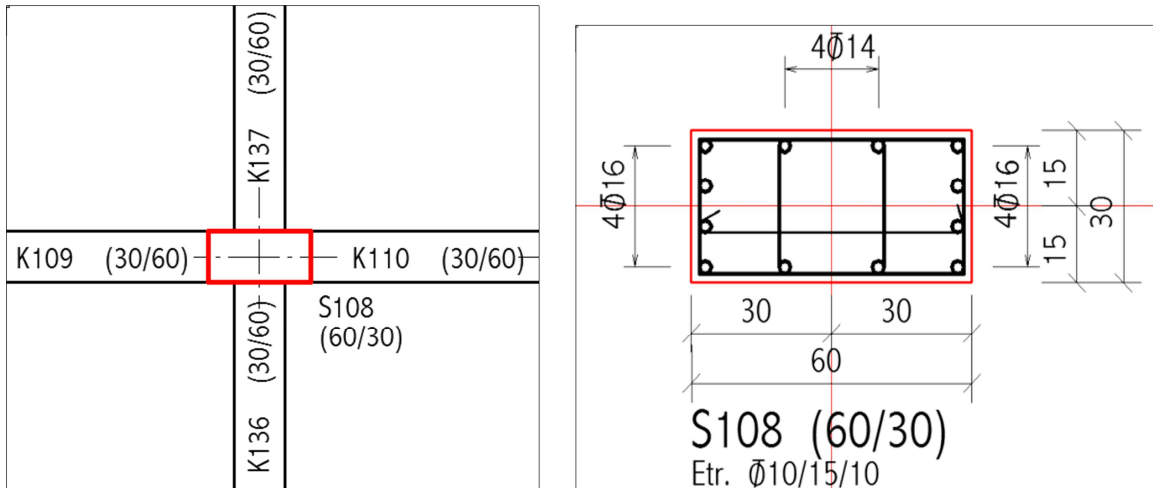
Bu yöntemle göre S108 kolonu için yapılan hesaplar ayrıntılı olarak verilmiştir. Diğer kolonlar için yapılan değerlendirmeler Ek- E' de verilmiştir.

Xtract programında S108 kolonun kesit özelliklerine göre modellenmesi sonucu +X yönü için elde edilen akma yüzeyi Şekil 4.22' de verilmiştir. Bu diyagrama göre

$N_b = 2000$ kN olarak bulunmuştur.



Şekil 4.22 S108 kolonu aksel kuvvet – moment etkileşim diyagramı



Şekil 4.23 S108' in plandaki yeri ve S108 Donatı detayı

+X yönündeki itme analizi sonucu S108 kolonun alt ucuunda plastik mafsall oluştuğu gözlenmiştir ve itme analizden S108 kolonunun alt ucundaki normal kuvvet 1357.987 kN olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.7 S108 kolonu performans değerlendirmesi

Kolon	Mafsall	P=N _x	Plastik Dönme	N _b	Kontrol	n	ρ _t =A _{st} /A _c	w _t =ρ _t *f _{yk} /f _{ck}	MN için			Sınır Bölgesi
									β ₀	β ₁	ϕ _L *h	
S114	Alt	-1357.987	0.000406	2000	N<N _b	0.3018	0.01235	0.207491	0.1498	0.63	0.0164	MN
S108	Alt	-1357.987	0.000406	2000	N<N _b	0.3018	0.01235	0.207491	0.1498	0.63	0.0164	MN
S103	Alt	-519.613	0.000526	2000	N<N _b	0.1155	0.01025	0.172323	0.1414	0.63	0.0146	MN

S108 kolonunun alt ucu için yapılan hesaplamalar:

$$n = \frac{N}{b * h * f_c} = \frac{1357.987 * 1000}{(300 * 600 * 25)} = 0.30177$$

$$\rho_t = \frac{A_{st}}{A_c} = \frac{\left(\pi * \frac{16^2}{4}\right) * 8 + \left(\pi * \frac{14^2}{4}\right) * 4}{300 * 600} = 0.01235$$

$$\omega_t = \frac{\rho_t * f_{yk}}{f_{ck}} = \frac{0.01235 * 420}{25} = 0.207491$$

olarak bulunmuştur. N<N_b olduğu için Çizelge 4.6' dan

$$\beta_0 = 0.1 + 0.24 * \omega_t = 0.1 + 0.24 * 0.207491 = 0.149798$$

$$\beta_1 = 0.63$$

olarak belirlenmiştir.

Minimum hasar bölgesi için yapılan değerlendirme:

$$\phi_L * h = \frac{\epsilon_{sL}}{\frac{d}{h} - (\beta_0 + \beta_1 * n)} = \frac{0.01}{\frac{570}{600} - (0.149798 + 0.63 * 0.30177)} = 0.016391 \geq 0.000406$$

şartını sağladığı için kesit Minimum Hasar Bölgesindedir.

4.1.4.6 Perdeler İçin Birim Şekil Değiştirme İstemlerinin Hesaplanması

Her iki doğrultuda yapılan itme analizi sonucunda kolonlarda oluşan plastik kesitlere ait plastik dönme istemleri ve bunlara karşılık gelen plastik eğrilik istemleri aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\phi_p = \frac{\theta_p}{L_p} \quad (4.9)$$

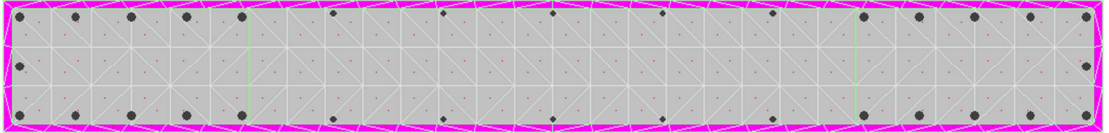
Kesitte eşdeğer akma eğriliği aksenal kuvvet istemi altında yapılan kesit analizi sonucunda elde edilen iki doğrulu moment-eğrilik ilişkisi yardımıyla bulunmuştur. Akma eğriliği plastik eğrilik istemi ile toplanarak toplam eğrilik istemi elde edilmiştir.

$$\phi_t = \phi_y + \phi_p \quad (4.10)$$

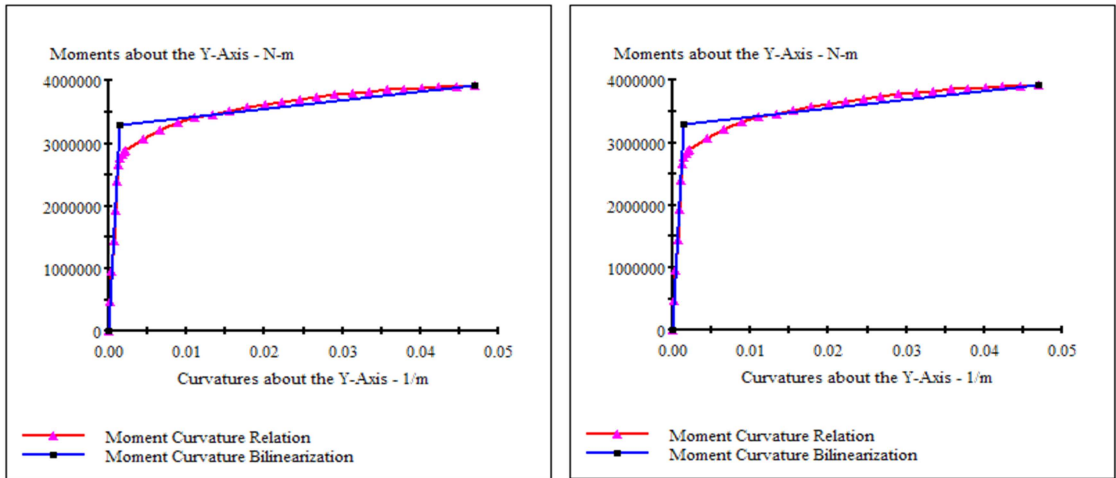
Kesitte hasar durumunun pratik bir yolla belirlenmesi için DBYBHY 2007 [2]' de tanımlanan kesit birim şekil değiştirme kapasitelerine karşı gelen normal kuvvet–toplam eğrilik diyagramları kullanılmıştır.

Normal kuvvet–toplam eğrilik diyagramları aşağıda açıklandığı şekilde elde edilmiştir. Her normal kuvvet seviyesi için yukarıda belirtilen malzeme modelleri kullanılarak moment-eğrilik ilişkileri elde edilmiştir. Bu şekilde belirli bir hasar seviyesi için her bir normal kuvvete karşı gelen toplam eğrilik değerleri elde edilmiştir. İlgili kesite ait toplam eğrilik istemi ile normal kuvvet istemi bu diyagramın içine konulduğunda bu kesitin hangi hasar sınırları arasında kaldığı açık olarak görülebilir.

S129 perdesinin alt ucu için yapılan hesaplamalar aşağıda verildiği gibidir.



Şekil 4.24 S129 perdesinin donatı detayı (Xtract)



Şekil 4.25 S129 perdesi için moment - eğrilik diyagramı (+Y ve -Y)

+X yönünde yapılmış olan itme analizinde çalışan boy 250 cm'dir. Dolayısıyla;

$$L_p = \frac{2.5}{2} = 1.25' \text{tir}$$

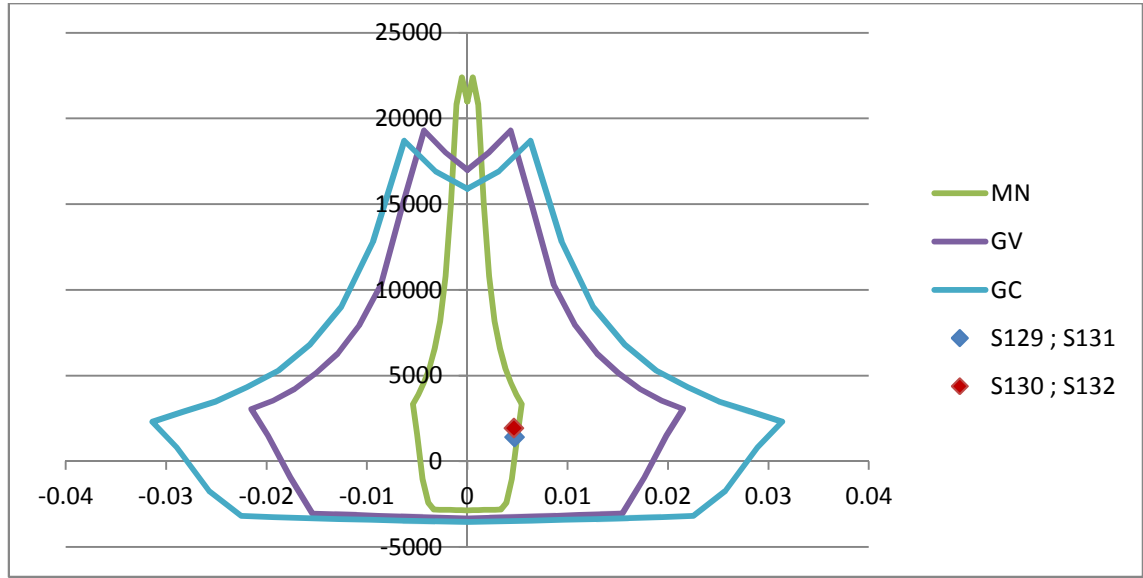
Analiz sonu elde edilen plastik dönme istemi: $\theta_p = 0.004049 \text{ rad}$

Plastik eğrilik istemi: $\phi_p = \theta_p / L_p = 0.004049 / 1.25 = 0.003239 \text{ rad/m}$

Analiz sonucu elde edilen N= 1424.837 kN (Basınç)

Moment-Eğrilik grafiğinden elde edilen akma eğriliği: $\phi_y = 0.001483 \text{ rad/m}$

Toplam Eğrilik istemi: $\phi_t = \phi_p + \phi_y = 0.003239 + 0.001483 = 0.004722 \text{ rad/m}$



Şekil 4.26 S129 perdesinin hasar bölgesinin belirlenmesi

Şekil 4.26' da görüldüğü üzere, bu kesit için eksenel yük istemine karşılık gelen toplam eğrilik MN hasar durumu için çizilen diyagram içinde kalmaktadır. Dolayısıyla S129 perdesinin alt ucu Minimum Hasar Bölgesi' ndedir.

4.1.4.7 Kolonlarda Kesme Kapasitesi Kontrolü

Kesme kuvveti kapasitesi hesabında betonun ve çeliğin katkısı aşağıdaki hesaplara dikkate alınmıştır. S108 kolonu için:

$$N_{alt} = 1357.987 \text{ kN} , V_{alt} = 225.045 \text{ kN}$$

$$N_{üst} = 1342.687 \text{ kN} , V_{üst} = 225.045 \text{ kN}$$

Betonun katkısı:

$$V_c = 0.8 * 0.65 * f_{ctm} * b_w * d * \left(1 + \gamma * \frac{N}{A_c}\right)$$

$$V_{c_{alt}} = 0.8 * 0.65 * 0.35 * \sqrt{25} * 300 * 570 * \left(1 + 0.07 * \frac{1357.987 * 1000}{300 * 600}\right) = 237.79 \text{ kN}$$

$$V_{c_{üst}} = 0.8 * 0.65 * 0.35 * \sqrt{25} * 300 * 570 * \left(1 + 0.07 * \frac{1342.687 * 1000}{300 * 600}\right) = 236.86 \text{ kN}$$

Enine donatı katkısı:

$$V_s = A_s * f_{ys} * \left(\frac{d}{s}\right) = \left(\frac{\pi * 10^2}{4} * 4\right) * 420 * \left(\frac{600 - 30}{100}\right) = 752.097 \text{ kN}$$

$$V_{r_{alt}} = V_{c_{alt}} + V_s = 237.79 + 752.097 = 989.887 \text{ kN} > V_{alt} = 225.045 \text{ kN}$$

$$V_{r_{alt}} = V_{c_{üst}} + V_s = 237.79 + 752.097 = 989.887 \text{ kN} > V_{alt} = 225.045 \text{ kN}$$

S108 kolonu kesme kapasitesi bakımından yeterlidir.

4.1.4.8 Perdelerde Kesme Kapasitesi Kontrolü

Kesme kuvveti kapasitesi hesabında betonun ve çeliğin katkısı aşağıdaki hesapla dikkate alınmıştır. S129 perdesi için yapılan hesaplamalar:

$$N_{alt} = 1424.837 \text{ kN} , V_{alt} = 970.504 \text{ kN}$$

$$N_{üst} = 1361.087 \text{ kN} , V_{üst} = 970.504 \text{ kN}$$

$$\text{Betonun katkısı: } V_c = 0.8 * 0.65 * f_{ctm} * b_w * d * \left(1 + \gamma * \frac{N}{A_c}\right)$$

$$V_{c_{alt}} = 0.8 * 0.65 * 0.35 * \sqrt{25} * 300 * 2470 * \left(1 + 0.07 * \frac{1424.837 * 1000}{300 * 2500}\right) = 763.98 \text{ kN}$$

$$V_{c_{üst}} = 0.8 * 0.65 * 0.35 * \sqrt{25} * 300 * 2470 * \left(1 + 0.07 * \frac{1361.087 * 1000}{300 * 2500}\right) = 759.97 \text{ kN}$$

Enine donatı katkısı:

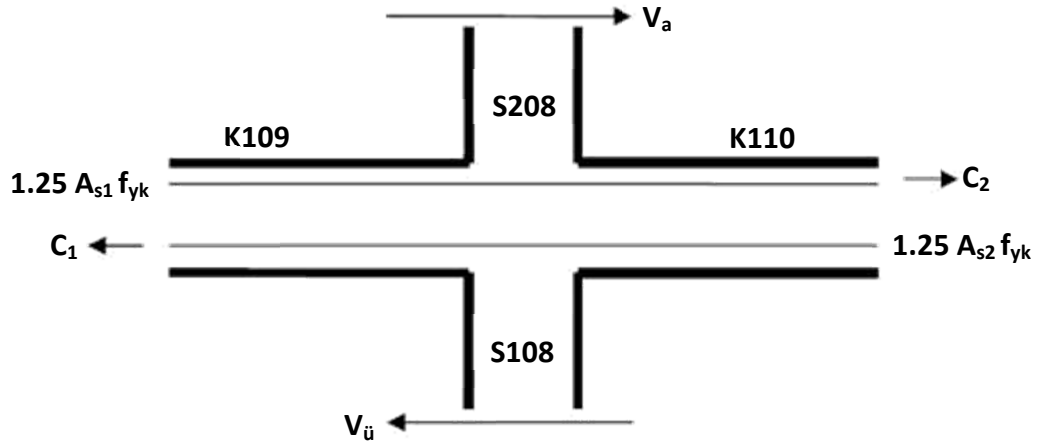
$$V_s = A_s * f_{ys} * \left(\frac{d}{s}\right) = \left(\frac{\pi * 8^2}{4} * 2\right) * 420 * \left(\frac{1300}{90}\right) = 609.89 \text{ kN}$$

$$V_{r_{alt}} = V_{c_{alt}} + V_s = 763.98 + 609.89 = 1373.87 \text{ kN} > V_{alt} = 970.504 \text{ kN}$$

$$V_{r_{alt}} = V_{c_{üst}} + V_s = 759.97 + 609.89 = 1369.86 \text{ kN} > V_{alt} = 970.504 \text{ kN}$$

S129 perdesi kesme kapasitesi bakımından yeterlidir.

4.1.4.9 Kolon – Kiriş Birleşim Bölgesi Kesme Güvenliğinin Belirlenmesi



Şekil 4.27 K109-S108-K110 kolon-kiriş birleşim detayı

DBYBHY 2007 [2]' ye göre birleşim bölgesindeki kesme kuvveti, V_e

$$V_e = 1.25 * f_{yk} * (A_{s1} + A_{s2}) - V_{kol} \quad (4.18)$$

Kirişin kolona tek bir taraftan bağlanıp diğer taraftan devam etmediği durumlar da $A_{s2}=0$ alınmıştır. Ayrıca V_{kol} yerine analizden elde edilmiş olan kesme kuvveti istemi kullanılmıştır. Buna göre;

$$A_{s1} = 741.416 \text{ mm}^2, \quad A_{s2} = 766.548 \text{ mm}^2$$

$$V_{kol} = 225.045 \text{ kN}$$

$$V_e = 1.25 * 420 * (741.416 + 766.548) - 225.045 * 1000 = 566636.1 \text{ N} = 566.6361 \text{ kN}$$

DBYBHY 2007 [2]' ye göre kuşatılmamış birleşimlerde $V_e \leq 0.45 * b_j * h * f_{cd}$ şartı sağlanmalıdır. Buna göre;

$$V_e = 566.6361 \text{ kN} \leq 0.45 * 300 * 600 * \frac{16.67}{1000} = 1350 \text{ kN}$$

Şart sağlandığı için kolon-kiriş birleşim bölgesi kesme güvenliği bakımından yeterlidir.

4.1.5 Bina Performans Değerlendirmesi

4.1.5.1 +X Yönü İtme Analizi Sonucu Performans Değerlendirmesi

- Tüm katlarda, kiriş kesitlerinden hiçbiri ileri hasar bölgesine geçmemiştir.
- Her katta belirgin hasar bölgesi ve minimum hasar bölgesi içinde kalan elemanların oranları Çizelge 4.8’ de verilmiştir.

Çizelge 4.8 Binanın taşıyıcı elemanlarında oluşan hasar oranları (+X yönü)

+X yönü								
Kat	Eleman	Toplam Eleman Adedi	Minimum Hasar Bölgesindeki Eleman Adedi	Belirgin Hasar Bölgesindeki Eleman Adedi	İleri Hasar Bölgesindeki Eleman Adedi	MH	BH	İH
						%	%	%
1	Kolonlar	24	24	-	-	100	-	-
	Perdeler	8	8	-	-	100	-	-
	Kirişler	28	20	8	-	71.43	28.57	-
2	Kolonlar	24	24	-	-	100	-	-
	Perdeler	8	8	-	-	100	-	-
	Kirişler	28	20	8	-	71.43	28.57	-
3	Kolonlar	24	24	-	-	100	-	-
	Perdeler	8	8	-	-	100	-	-
	Kirişler	28	22	6	-	78.57	21.43	-
4	Kolonlar	24	24	-	-	100	-	-
	Perdeler	8	8	-	-	100	-	-
	Kirişler	28	28	-	-	100	-	-
5	Kolonlar	24	24	-	-	100	-	-
	Perdeler	8	8	-	-	100	-	-
	Kirişler	28	28	-	-	100	-	-

4.1.5.2 +Y Yönü İtme Analizi Sonucu Performans Değerlendirmesi

- Tüm katlarda, kiriş kesitlerinden hiçbiri ileri hasar bölgesine geçmemiştir.
- Her katta belirgin hasar bölgesi ve minimum hasar bölgesi içinde kalan elemanların oranları Çizelge 4.9’ da verilmiştir.

Çizelge 4.9 Binanın taşıyıcı elemanlarında oluşan hasar oranları (+Y yönü)

+Y yönü								
Kat	Eleman	Toplam Eleman Adedi	Minimum Hasar Bölgesindeki Eleman Adedi	Belirgin Hasar Bölgesindeki Eleman Adedi	İleri Hasar Bölgesindeki Eleman Adedi	MHB	BHB	İHB
						%	%	%
1	Kolonlar	24	24	-	-	100	-	-
	Perdeler	8	8	-	-	100	-	-
	Kirişler	24	20	4	-	83.33	16.67	-
2	Kolonlar	24	24	-	-	100	-	-
	Perdeler	8	8	-	-	100	-	-
	Kirişler	24	20	4	-	83.33	16.67	-
3	Kolonlar	24	24	-	-	100	-	-
	Perdeler	8	8	-	-	100	-	-
	Kirişler	24	20	4	-	83.33	16.67	-
4	Kolonlar	24	24	-	-	100	-	-
	Perdeler	8	8	-	-	100	-	-
	Kirişler	24	20	4	-	83.33	16.67	-
5	Kolonlar	24	24	-	-	100	-	-
	Perdeler	8	8	-	-	100	-	-
	Kirişler	24	20	4	-	83.33	16.67	-

BÖLÜM 5

SONUÇLAR

Bu çalışmada DBYBHY 2007 [2]' de, mevcut veya güçlendirilmiş binaların deprem performanslarının belirlenmesi amacıyla kullanılması öngörülen doğrusal elastik hesap yöntemlerinden Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve doğrusal elastik olmayan değerlendirme yöntemlerinden Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi' nin karşılaştırılmasına yönelik olarak sayısal bir inceleme yapılmış ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Çalışmada kullanılan bina DBYBHY 2007 [2]' ye göre tasarlandığından, sözü edilen yönetmeliğe göre tasarlanmış bir yapının muhtemel performansı hakkında da fikir sahibi olunmuştur.

Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi' ni kullanarak yapılan değerlendirme sonucunda

- X ve Y doğrultusunda hiçbir katta kirişlerin belirgin hasar için izin verilen %10 sınırını aşmadığı,
- Kolon ve perde kesitlerinin tamamının Minimum Hasar Bölgesinde kaldığı belirlenmiştir.

Ayrıca yapılan görelî kat ötelemesi kontrolü sonucunda da kolon ve perdelerin Minimum Hasar Bölgesinde kaldığı belirlenmiştir.

Bu durumda binanın performansının Hemen Kullanım Performans Düzeyinde olduğu söylenebilir.

Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemini kullanarak yapılan incelemeler sonucunda

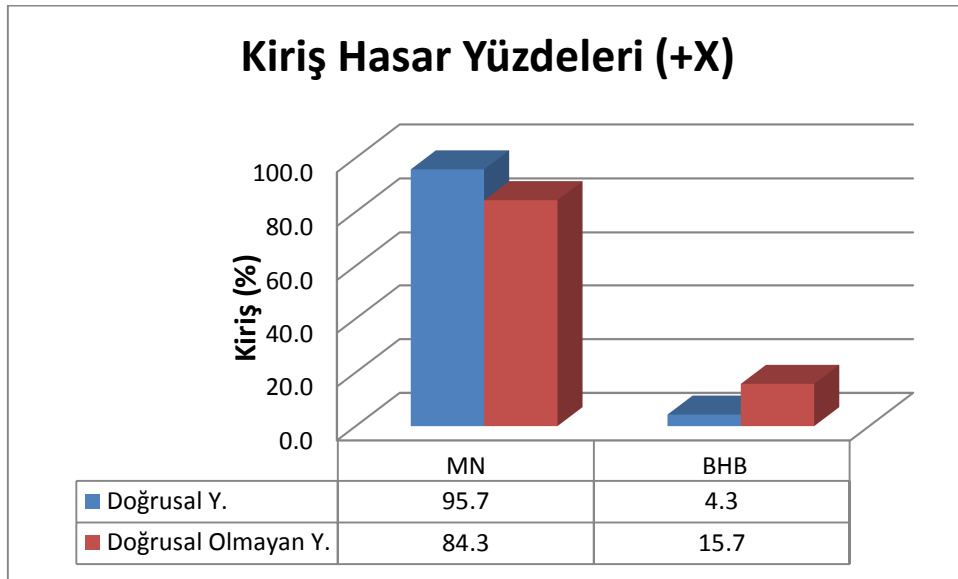
- Hem +X hem de +Y doğrultusunda bazı katlarda kirişlerin %10' undan (Hemen Kullanım Performans düzeyi için sınır) daha fazlasının Belirgin Hasar Bölgesine geçtiği,

- Tüm katlarda kirişlerin %30' undan (Can Güvenliği Performans Düzeyi için sınır) daha azının Belirgin Hasar bölgesine geçtiği,
- Kolon ile perdelerin tamamının Minimum Hasar Bölgesinde kaldığı belirlenmiştir.

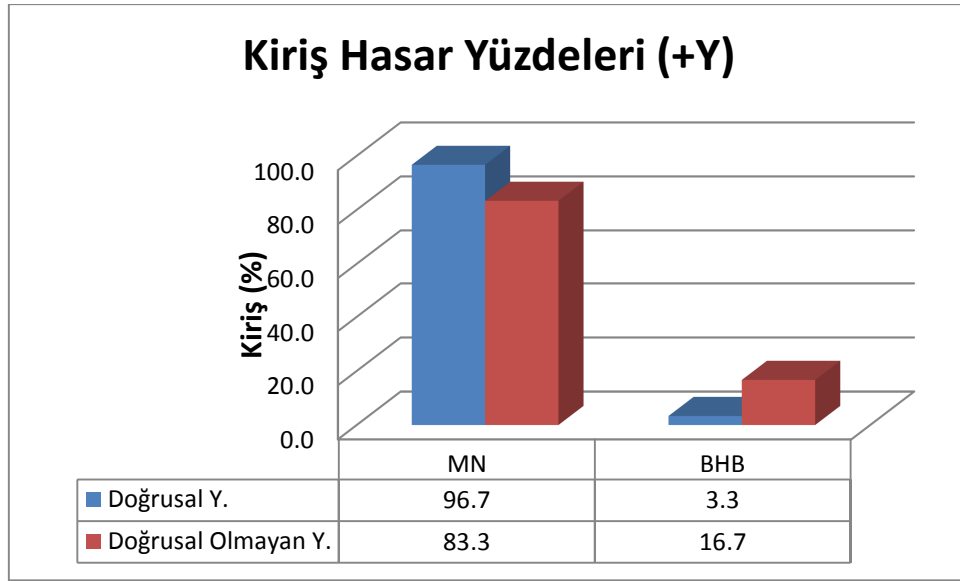
Dolayısıyla binanın hedeflenen Hemen Kullanım Performans Seviyesini sağlamayıp Can Güvenliği Performans düzeyinde olduğu tespit edilmiştir.

Her iki yöntem arasındaki temel fark kiriş hasar oranlarında ortaya çıkmaktadır. X doğrultusu için farkın en belirgin olduğu katta Minimum Hasar Sınırı' nı aşan kiriş oranları doğrusal yöntemle %7 bulunurken, doğrusal olmayan yöntemle %29 bulunmuştur. Y doğrultusu için aynı değerler %8 ve %17 olarak belirlenmiştir.

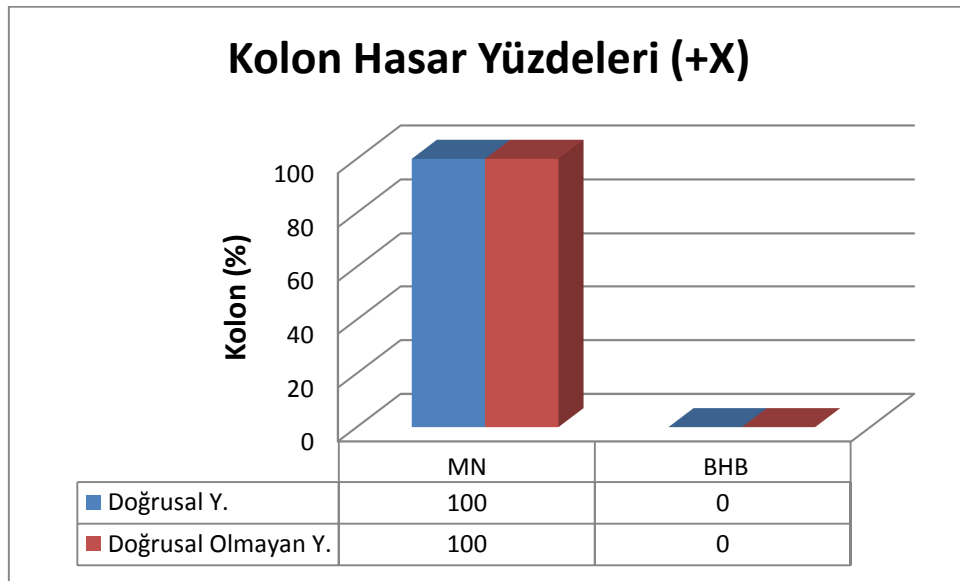
İncelenen bina için toplam hasar yüzdeleri Şekil 5.1, Şekil 5.2, Şekil 5.3, Şekil 5.4, Şekil 5.5 ve Şekil 5.6' da verilmiştir.



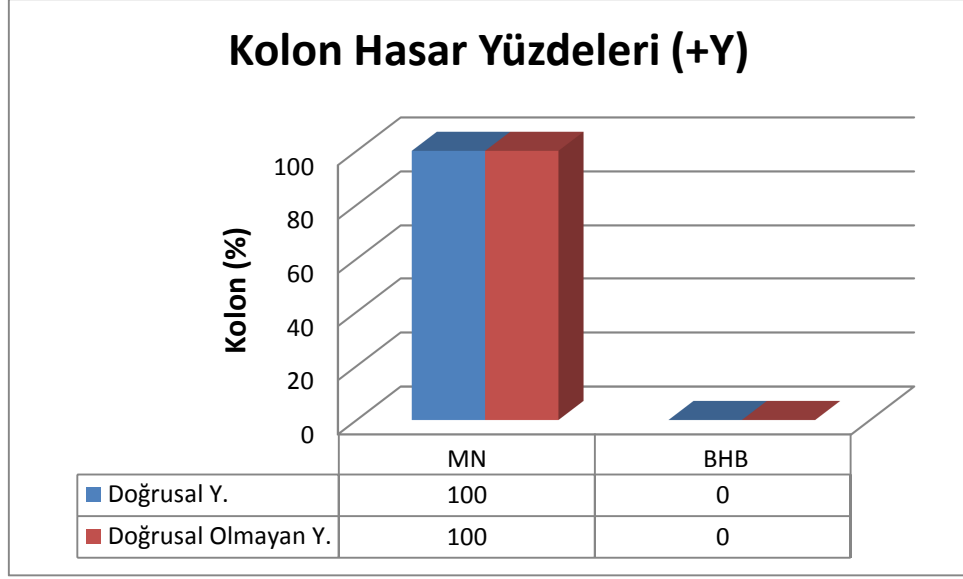
Şekil 5.1 Kirişler için doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemlerle yapılan analiz sonucu elde edilen toplam hasar yüzdeleri (+X)



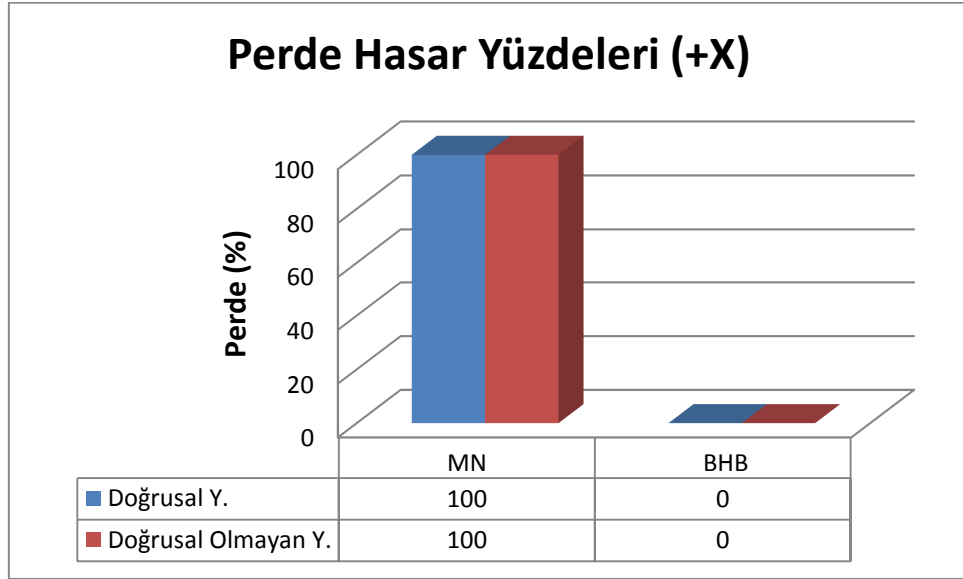
Şekil 5.2 Kirişler için doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemlerle yapılan analiz sonucu elde edilen toplam hasar yüzdeleri (+Y)



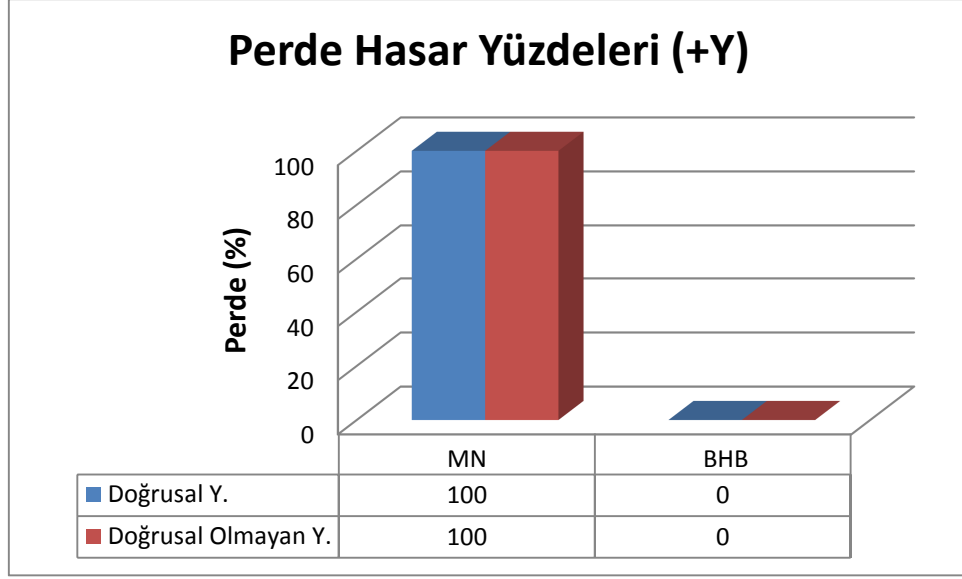
Şekil 5.3 Kolonlar için doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemlerle yapılan analiz sonucu elde edilen toplam hasar yüzdeleri (+X)



Şekil 5.4 Kolonlar için doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemlerle yapılan analiz sonucu elde edilen toplam hasar yüzdeleri (+Y)



Şekil 5.5 Perdeler için doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemlerle yapılan analiz sonucu elde edilen toplam hasar yüzdeleri (+X)



Şekil 5.6 Perdeler için doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemlerle yapılan analiz sonucu elde edilen toplam hasar yüzdeleri (+Y)

Kiriş hasar sınır oranları arasındaki bu farkın, betonarme çok katlı bir yapının depremde göstereceği performans açısından esasen çok anlamlı olmadığı düşünülmektedir. Bununla beraber farklı taşıyıcı sistem tipleri ve kat sayılarına sahip binalarda farklı sonuçlar elde edilebilecektir. Ayrıca yapısal düzensizliklerin bu çalışmada elde edilen sonuçları değiştirebileceği de dikkate alınmalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] Uygun, G. ve Celep, Z., (2007). “Betonarme Bir Binanın Deprem Güvenliğinin DBYBHY- 2007’deki Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Yöntemlerle Karşılaştırılmalı İncelenmesi”, Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı,16–20 Ekim 2007, İstanbul.
- [2] DBYBHY, (2007). “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik”, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.
- [3] Çelik U., (2007). 2007 DBYBHY’ne Göre Mevcut Bir Betonarme Yapının Performansının Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [4] Yılmaz, K., (2010). Mevcut Betonarme Bir Binanın Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemleri İle Deprem Performansının Belirlenmesi ve Sonuçların Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [5] Fındık, H., (2010). Mevcut Betonarme Binaların Deprem Performanslarının Belirlenmesinde Doğrusal Elastik Yöntem ve Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemlerinin Uygulanması ve Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [6] TS-500, (2000). Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [7] Aydınoğlu, N., Celep, Z., Özer, E. ve Sucuoğlu, H., (2012). Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik Açıklamalar ve Örnekler Kitabı, Üçüncü Baskı, İSMEP, İstanbul.
- [8] Aydemir, C., Kırçıl, M.S., Hancıoğlu, H. Ve Zorbozan, M., (2011). “Betonarme Kolonların Hasar Sınır Eğriliklerinin Belirlenmesi”, İMO Teknik Dergi, Yazı 361: 5613-5642.
- [9] SAP2000, (2009). Structural Analysis Program, Computers and Structures Inc., Berkeley, California.
- [10] XTRACT, (2001). Section Analysis Program, Imbsen Software Systems.

KİRİŞ DONATILARI

Kiriş	Sol Mesnet		Sağ Mesnet		Gövde Donatısı
	Üst Donatı	Alt Donatı	Üst Donatı	Alt Donatı	
K101-K122	5Ø12	4Ø12	3Ø12+1Ø16	4Ø12	2Ø12
K102-K123	3Ø12+1Ø16	4Ø12	3Ø12+1Ø16	4Ø12	2Ø12
K103-K124	3Ø12+1Ø16	4Ø12	3Ø12+4Ø14	4Ø12+1Ø20	2Ø12
K104-K125	3Ø12+4Ø14	4Ø12+1Ø20	3Ø12+4Ø14	4Ø12+1Ø20	2Ø12
K105-K126	3Ø12+4Ø14	4Ø12+1Ø20	3Ø12+1Ø16	4Ø12	2Ø12
K106-K127	3Ø12+1Ø16	4Ø12	3Ø12+1Ø16	4Ø12	2Ø12
K107-K108	3Ø12+1Ø16	4Ø12	5Ø12	4Ø12	2Ø12
K108-K115	5Ø12	5Ø12	2Ø12+4Ø16	4Ø12+1Ø20	4Ø14
K109-K116	3Ø12+4Ø14	4Ø12+1Ø20	3Ø12+2Ø16	4Ø12+1Ø20	4Ø14
K110-K117	3Ø12+2Ø16	4Ø12+1Ø20	3Ø12+2Ø20	5Ø12	2Ø12
K111-K118	3Ø12+2Ø20	5Ø12	3Ø12+2Ø20	5Ø12	4Ø14
K112-K119	3Ø12+2Ø20	5Ø12	3Ø12+2Ø16	4Ø12+1Ø20	2Ø12
K113-K120	3Ø12+2Ø16	4Ø12+1Ø20	3Ø12+4Ø14	4Ø12+1Ø20	4Ø14
K114-K121	2Ø12+5Ø14	4Ø12+1Ø20	5Ø12	5Ø12	4Ø14
K129-K150	5Ø12+2Ø20	2Ø12+2Ø16	5Ø12+2Ø16	2Ø12+1Ø20	2Ø12
K130-K151	5Ø12+2Ø16	4Ø12+1Ø20	5Ø12+2Ø16	4Ø12+1Ø20	4Ø14
K131-K152	5Ø12+2Ø16	2Ø12+1Ø20	5Ø12+2Ø20	2Ø12+2Ø16	2Ø12
K132-K147	5Ø12+3Ø16	3Ø12+1Ø20	5Ø12+3Ø20	3Ø12+1Ø20	2Ø12
K133-K148	5Ø12+3Ø20	4Ø12+1Ø20	5Ø12+3Ø20	4Ø12+1Ø20	2Ø12
K134-K149	5Ø12+3Ø20	3Ø12+1Ø20	5Ø12+3Ø16	3Ø12+1Ø20	2Ø12
K135-K144	5Ø12+2Ø20	3Ø12+1Ø16	7Ø12	4Ø12	2Ø12
K136-K145	7Ø12	3Ø12	7Ø12	3Ø12	2Ø12

K137-K146	7Ø12	4Ø12	5Ø12+2Ø20	3Ø12+1Ø16	2Ø12
K138-K141	2Ø12+2Ø20	5Ø12	5Ø12	4Ø12	2Ø12
K139-K142	5Ø12	4Ø12	5Ø12	4Ø12	2Ø12
K140-K143	5Ø12	4Ø12	2Ø12+2Ø20	5Ø12	2Ø12
Kiriş	Sol Mesnet		Sağ Mesnet		Gövde
	Üst Donatı	Alt Donatı	Üst Donatı	Alt Donatı	Donatısı
K201-K222	3Ø12+1Ø20	4Ø12+1Ø12	5Ø12	4Ø12	2Ø12
K202-K223	5Ø12	4Ø12	5Ø12	5Ø12	2Ø12
K203-K224	5Ø12	5Ø12	3Ø12+3Ø20	4Ø12+2Ø20	2Ø12
K204-K225	3Ø12+1Ø20	4Ø12+2Ø20	3Ø12+4Ø16	4Ø12+2Ø20	2Ø12
K205-K226	3Ø12+4Ø16	4Ø12+2Ø20	5Ø12	5Ø12	2Ø12
K206-K227	5Ø12	5Ø12	5Ø12	4Ø12	2Ø12
K207-K228	5Ø12	4Ø12	3Ø12+1Ø20	5Ø12	2Ø12
K208-K215	3Ø12+2Ø16	6Ø12	3Ø12+3Ø20	4Ø12+2Ø16	6Ø12
K209-K216	3Ø12+3Ø20	4Ø12+3Ø14	3Ø12+2Ø20	4Ø12+2Ø20	6Ø12
K210-K217	3Ø12+2Ø20	4Ø12+2Ø20	3Ø12+3Ø20	4Ø12+1Ø20	2Ø12
K211-K218	3Ø12+3Ø20	4Ø12+1Ø20	3Ø12+3Ø20	4Ø12+1Ø20	2Ø12
K212-K219	3Ø12+3Ø20	4Ø12+1Ø20	3Ø12+2Ø20	4Ø12+2Ø20	2Ø12
K213-K220	3Ø12+2Ø20	4Ø12+2Ø20	3Ø12+3Ø20	4Ø12+3Ø14	6Ø12
K214-K221	3Ø12+3Ø20	4Ø12+2Ø16	3Ø12+2Ø16	6Ø12	6Ø14
K229-K250	5Ø12+3Ø20	2Ø12+3Ø16	5Ø12+3Ø16	2Ø12+2Ø20	2Ø12
K230-K251	5Ø12+3Ø16	4Ø12+2Ø20	5Ø12+3Ø16	8Ø12	6Ø12
K231-K252	5Ø12+3Ø16	6Ø12	5Ø12+3Ø20	2Ø12+3Ø16	2Ø12
K232-K247	3Ø14+1Ø16+3Ø20	2Ø16+3Ø12	3Ø14+1Ø16+3Ø20	4Ø16	2Ø12
K233-K248	3Ø14+1Ø16+3Ø20	4Ø12+2Ø16	3Ø14+1Ø16+3Ø20	4Ø12+2Ø16	2Ø12
K234-K249	3Ø14+1Ø16+3Ø20	4Ø16	3Ø14+1Ø16+3Ø20	2Ø16+3Ø12	2Ø12
K235-K244	5Ø12+3Ø20	6Ø12	5Ø12+2Ø16	3Ø12+1Ø14	2Ø12
K236-K245	5Ø12+2Ø16	4Ø12+1Ø14	5Ø12+2Ø16	4Ø12+1Ø14	2Ø12
K237-K246	5Ø12+2Ø16	3Ø12+1Ø14	5Ø12+3Ø20	6Ø12	2Ø12
K238-K241	3Ø12+3Ø20	7Ø12	3Ø12+1Ø20	4Ø12+1Ø14	2Ø12
K239-K242	3Ø12+1Ø20	4Ø12+1Ø14	5Ø12	4Ø12+1Ø14	2Ø12
K240-K243	5Ø12	4Ø12+1Ø14	3Ø12+3Ø20	7Ø12	2Ø12
Kiriş	Sol Mesnet		Sağ Mesnet		Gövde
	Üst Donatı	Alt Donatı	Üst Donatı	Alt Donatı	Donatısı
K301-K322	3Ø12+1Ø20	4Ø12	5Ø12	4Ø12	2Ø12

K302-K323	5Ø12	4Ø12	3Ø12+1Ø16	5Ø12	2Ø12
K303-K324	3Ø12+1Ø16	5Ø12	3Ø12+3Ø20	4Ø12+2Ø16	2Ø12
K304-K325	3Ø12+3Ø20	4Ø12+2Ø16	3Ø12+3Ø20	4Ø12+2Ø16	2Ø12
K305-K326	3Ø12+3Ø20	4Ø12+2Ø16	3Ø12+1Ø16	5Ø12	2Ø12
K306-K327	3Ø12+1Ø16	5Ø12	5Ø12	4Ø12	2Ø12
K307-K328	5Ø12	4Ø12	3Ø12+1Ø20	4Ø12	2Ø12
K308-K315	3Ø12+1Ø20	4Ø12+1Ø14	3Ø12+3Ø20	4Ø12+1Ø20	4Ø14
K309-K316	3Ø12+3Ø20	7Ø12	3Ø12+2Ø20	4Ø12+2Ø20	2Ø20
K310-K317	3Ø12+2Ø20	4Ø12+2Ø20	3Ø12+3Ø20	4Ø12+1Ø20	2Ø12
K311-K318	3Ø12+3Ø20	4Ø12+1Ø20	3Ø12+3Ø20	4Ø12+1Ø20	2Ø12
K312-K319	3Ø12+3Ø20	4Ø12+1Ø20	3Ø12+2Ø20	4Ø12+2Ø20	2Ø12
K313-K320	3Ø12+2Ø20	4Ø12+2Ø20	3Ø12+3Ø20	7Ø12	2Ø20
K314-K321	3Ø12+3Ø20	4Ø12+1Ø20	3Ø12+1Ø20	4Ø12+1Ø14	4Ø14
K329-K350	5Ø12+3Ø20	2Ø12+3Ø16	5Ø12+2Ø20	2Ø12+2Ø20	2Ø12
K330-K351	5Ø12+2Ø20	4Ø12+2Ø20	5Ø12+2Ø20	4Ø12+2Ø20	4Ø16
K331-K352	5Ø12+2Ø20	2Ø12+2Ø20	5Ø12+3Ø20	2Ø12+3Ø16	2Ø12
K332-K347	3Ø14+2Ø12+3Ø20	3Ø12+3Ø14	3Ø14+2Ø12+3Ø20	3Ø12+3Ø14	2Ø12
K333-K348	3Ø14+2Ø12+3Ø20	4Ø12+3Ø14	3Ø14+2Ø12+3Ø20	4Ø12+3Ø14	2Ø12
K334-K349	3Ø14+2Ø12+3Ø20	3Ø12+3Ø14	3Ø14+2Ø12+3Ø20	3Ø12+3Ø14	2Ø12
K335-K344	5Ø12+3Ø20	6Ø12	5Ø12+2Ø16	3Ø12+1Ø14	2Ø12
K336-K345	5Ø12+2Ø16	4Ø12+1Ø14	5Ø12+2Ø16	4Ø12+1Ø14	2Ø12
K337-K346	5Ø12+2Ø16	3Ø12+1Ø14	5Ø12+3Ø20	6Ø12	2Ø12
K338-K341	3Ø12+4Ø20	4Ø12+2Ø16	5Ø12	4Ø12+1Ø16	2Ø12
K339-K342	5Ø12	4Ø12+1Ø16	5Ø12	4Ø12+1Ø16	2Ø12
K340-K343	5Ø12	4Ø12+1Ø16	3Ø12+4Ø20	4Ø12+2Ø16	2Ø12
Kiriş	Sol Mesnet		Sağ Mesnet		Gövde
	Üst Donatı	Alt Donatı	Üst Donatı	Alt Donatı	Donatısı
K401-K422	5Ø12	4Ø12	3Ø12+1Ø16	4Ø12	2Ø12
K402-K423	3Ø12+1Ø16	4Ø12	3Ø12+1Ø16	5Ø12	2Ø12
K403-K424	3Ø12+1Ø16	5Ø12	3Ø12+2Ø20	4Ø12+1Ø20	2Ø12
K404-K425	3Ø12+2Ø20	4Ø12+1Ø20	3Ø12+2Ø20	4Ø12+1Ø20	2Ø12
K405-K426	3Ø12+2Ø20	4Ø12+1Ø20	3Ø12+1Ø16	5Ø12	2Ø12
K406-K427	3Ø12+1Ø16	5Ø12	3Ø12+1Ø16	4Ø12	2Ø12
K407-K428	3Ø12+1Ø16	4Ø12	5Ø12	4Ø12	2Ø12
K408-K415	5Ø12	5Ø12	3Ø12+2Ø20	5Ø12	4Ø12

K409-K416	3Ø12+3Ø20	5Ø12	7Ø12	4Ø12+2Ø16	4Ø14
K410-K417	7Ø12	4Ø12+2Ø16	3Ø12+2Ø20	4Ø12+1Ø16	2Ø12
K411-K418	3Ø12+2Ø20	4Ø12+1Ø16	3Ø12+2Ø20	4Ø12+1Ø16	2Ø12
K412-K419	3Ø12+2Ø20	4Ø12+1Ø16	7Ø12	4Ø12+2Ø16	2Ø12
K413-K420	7Ø12	4Ø12+2Ø16	3Ø12+3Ø20	5Ø12	4Ø14
K414-K421	2Ø12+2Ø20	5Ø12	5Ø12	5Ø12	4Ø12
K429-K450	5Ø12+2Ø20	2Ø12+2Ø20	5Ø12+2Ø20	2Ø12+2Ø20	2Ø12
K430-K451	5Ø12+2Ø20	4Ø12+2Ø20	5Ø12+2Ø20	4Ø12+2Ø20	4Ø16
K431-K452	5Ø12+2Ø20	2Ø12+2Ø20	5Ø12+2Ø20	2Ø12+2Ø20	2Ø12
K432-K447	3Ø14+1Ø16+2Ø20	2Ø16+1Ø20	3Ø14+1Ø16+3Ø20	4Ø16	2Ø12
K433-K448	3Ø14+1Ø16+3Ø20	4Ø12+2Ø16	3Ø14+1Ø16+3Ø20	4Ø12+2Ø16	2Ø12
K434-K449	3Ø14+1Ø16+3Ø20	4Ø16	4Ø14+1Ø16+2Ø20	2Ø16+1Ø20	2Ø12
K435-K444	5Ø12+3Ø20	3Ø12+2Ø14	8Ø12	4Ø12	2Ø12
K436-K445	8Ø12	5Ø12	8Ø12	5Ø12	2Ø12
K437-K446	8Ø12	4Ø12	5Ø12+3Ø20	3Ø12+2Ø14	2Ø12
K438-K441	3Ø12+4Ø20	4Ø12+1Ø20	5Ø12	4Ø12+1Ø16	2Ø12
K439-K442	5Ø12	4Ø12+1Ø16	5Ø12	4Ø12+1Ø16	2Ø12
K440-K443	5Ø12	4Ø12+1Ø16	3Ø12+4Ø20	4Ø12+1Ø20	2Ø12
Kiriş	Sol Mesnet		Sağ Mesnet		Gövde
	Üst Donatı	Alt Donatı	Üst Donatı	Alt Donatı	Donatısı
K501-K522	2Ø12+1Ø20	4Ø12	2Ø12+1Ø20	4Ø12	2Ø12
K502-K523	2Ø12+1Ø20	4Ø12	2Ø12+1Ø20	4Ø12	2Ø12
K503-K524	2Ø12+1Ø20	4Ø12	2Ø12+2Ø16	4Ø12	2Ø12
K504-K525	2Ø12+2Ø16	4Ø12	2Ø12+2Ø16	4Ø12	2Ø12
K505-K526	2Ø12+2Ø16	4Ø12	2Ø12+1Ø20	4Ø12	2Ø12
K506-K527	2Ø12+1Ø20	4Ø12	2Ø12+1Ø20	4Ø12	2Ø12
K507-K528	2Ø12+1Ø20	4Ø12	2Ø12+1Ø20	4Ø12	2Ø12
K508-K515	2Ø12+1Ø20	4Ø12	2Ø12+2Ø16	4Ø12	2Ø16
K509-K516	2Ø12+4Ø14	4Ø12	5Ø12	5Ø12	2Ø16
K510-K517	5Ø12	5Ø12	2Ø12+2Ø16	4Ø12	2Ø12
K511-K518	2Ø12+2Ø16	4Ø12	2Ø12+2Ø16	4Ø12	2Ø12
K512-K519	2Ø12+2Ø16	4Ø12	5Ø12	5Ø12	2Ø12
K513-K520	5Ø12	5Ø12	2Ø12+4Ø14	4Ø12	2Ø16
K514-K521	2Ø12+2Ø16	4Ø12	2Ø12+1Ø20	4Ø12	2Ø16
K529-K550	4Ø12+1Ø20	2Ø12+1Ø20	4Ø12+1Ø20	2Ø12+1Ø16	2Ø12

K530-K551	4Ø12+1Ø20	2Ø12+1Ø16	4Ø12+1Ø20	2Ø12+1Ø16	2Ø16
K531-K552	4Ø12+1Ø20	2Ø12+1Ø16	4Ø12+1Ø20	2Ø12+1Ø20	2Ø12
K532-K547	3Ø12+1Ø16+1Ø20	2Ø16+1Ø12	7Ø12+1Ø16	2Ø16+1Ø14	2Ø12
K533-K548	7Ø12+1Ø16	2Ø12+1Ø14	3Ø12+1Ø16+2Ø20	2Ø12+1Ø14	2Ø12
K534-K549	3Ø12+1Ø16+2Ø20	2Ø16+1Ø14	3Ø12+1Ø16+1Ø20	1Ø12+2Ø16	2Ø12
K535-K544	2Ø12+1Ø16+3Ø14	2Ø16+1Ø12	2Ø12+2Ø16	2Ø16	2Ø12
K536-K545	2Ø12+2Ø16	3Ø12	2Ø12+2Ø16	3Ø12	2Ø12
K537-K546	2Ø12+2Ø16	2Ø16	2Ø12+3Ø14+1Ø16	2Ø16+1Ø12	2Ø12
K538-K541	3Ø12+3Ø20	6Ø12	3Ø12+1Ø16	4Ø12	2Ø12
K539-K542	3Ø12+1Ø16	4Ø12	3Ø12+1Ø16	4Ø12	2Ø12
K540-K543	3Ø12+1Ø16	4Ø12	3Ø12+3Ø20	6Ø12	2Ø12

KOLON DONATILARI

Kolon No	Boyut (cm)	Boyuna Donatı	Enine Donatı	Kolon No	Boyut (cm)	Boyuna Donatı	Enine Donatı
S101-S119	30x60	12Ø14	Ø8/15/10	S201-S219	30x60	12Ø14	Ø8/15/10
S102-S120	30x60	12Ø14	Ø10/15/10	S202-S220	30x60	12Ø14	Ø8/15/10
S103-S121	30x60	12Ø14	Ø10/15/10	S203-S221	30x60	12Ø14	Ø8/15/10
S104-S122	30x60	12Ø14	Ø10/15/10	S204-S222	30x60	12Ø14	Ø8/15/10
S105-S123	30x60	12Ø14	Ø10/15/10	S205-S223	30x60	12Ø14	Ø8/15/10
S106-S124	30x60	12Ø14	Ø8/15/10	S206-S224	30x60	12Ø14	Ø8/15/10
S107-S113	30x60	12Ø14	Ø8/15/10	S207-S213	30x60	12Ø14	Ø8/15/10
S108-S114	60x30	8Ø16+4Ø14	Ø10/15/10	S208-S214	60x30	8Ø16+4Ø14	Ø8/15/10
S109-S115	60x30	12Ø14	Ø10/15/10	S209-S215	60x30	12Ø14	Ø8/15/10
S110-S116	60x30	12Ø14	Ø10/15/10	S210-S216	60x30	12Ø14	Ø8/15/10
S111-S117	60x30	8Ø16+4Ø14	Ø10/15/10	S211-S217	60x30	8Ø16+4Ø14	Ø8/15/10
S112-S118	30x60	12Ø14	Ø8/15/10	S212-S218	30x60	12Ø14	Ø8/15/10
S125-S127	30x340	32Ø20+18Ø12	Ø8/10/10	S225-S227	30x340	22Ø20+24Ø12	Ø8/13/13
S126-S128	30x340	32Ø20+18Ø12	Ø8/10/10	S226-S228	30x340	22Ø20+24Ø12	Ø8/13/13
S129-S131	250x30	18Ø20+10Ø12	Ø8/9/9	S229-S231	250x30	22Ø20+24Ø12	Ø8/13/13
S130-S132	250x30	18Ø20+10Ø12	Ø8/9/9	S230-S232	250x30	22Ø20+24Ø12	Ø8/13/13

Kolon No	Boyut (cm)	Boyuna Donatı	Enine Donatı
S301-S319	30x60	12Ø14	Ø8/15/10
S302-S320	30x60	12Ø14	Ø8/15/10
S303-S321	30x60	12Ø14	Ø8/15/10
S304-S322	30x60	12Ø14	Ø8/15/10
S305-S323	30x60	12Ø14	Ø8/15/10
S306-S324	30x60	12Ø14	Ø8/15/10
S307-S313	30x60	12Ø14	Ø8/15/10
S308-S314	60x30	8Ø16+4Ø14	Ø8/15/10
S309-S315	60x30	12Ø14	Ø8/15/10
S310-S316	60x30	12Ø14	Ø8/15/10
S311-S317	60x30	8Ø16+4Ø14	Ø8/15/10
S312-S318	30x60	12Ø14	Ø8/15/10
S325-S327	30x340	14Ø20+24Ø12	Ø8/13/13
S326-S328	30x340	14Ø20+24Ø12	Ø8/13/13
S329-S331	250x30	14Ø20+24Ø12	Ø8/13/13
S330-S332	250x30	14Ø20+24Ø12	Ø8/13/13

Kolon No	Boyut (cm)	Boyuna Donatı	Enine Donatı
S401-S419	30x60	12Ø14	Ø8/15/10
S402-S420	30x60	12Ø14	Ø8/15/10
S403-S421	30x60	12Ø14	Ø8/15/10
S404-S422	30x60	12Ø14	Ø8/15/10
S405-S423	30x60	12Ø14	Ø8/15/10
S406-S424	30x60	12Ø14	Ø8/15/10
S407-S413	30x60	12Ø14	Ø8/15/10
S408-S414	60x30	12Ø14	Ø8/15/10
S409-S415	60x30	12Ø14	Ø8/15/10
S410-S416	60x30	12Ø14	Ø8/15/10
S411-S417	60x30	12Ø14	Ø8/15/10
S412-S418	30x60	12Ø14	Ø8/15/10
S425-S427	30x340	14Ø14+24Ø12	Ø8/13/13
S426-S428	30x340	14Ø14+24Ø12	Ø8/13/13
S429-S431	250x30	14Ø14+24Ø12	Ø8/13/13
S430-S432	250x30	14Ø14+24Ø12	Ø8/13/13

Kolon No	Boyut (cm)	Boyuna Donatı	Enine Donatı
S501-S519	30x60	12Ø14	Ø8/15/10
S502-S520	30x60	12Ø14	Ø8/15/10
S503-S521	30x60	12Ø14	Ø8/15/10
S504-S522	30x60	12Ø14	Ø8/15/10
S505-S523	30x60	12Ø14	Ø8/15/10
S506-S524	30x60	12Ø14	Ø8/15/10
S507-S513	30x60	12Ø14	Ø8/15/10
S508-S514	60x30	12Ø14	Ø8/15/10
S509-S515	60x30	12Ø14	Ø8/15/10
S510-S516	60x30	12Ø14	Ø8/15/10
S511-S517	60x30	12Ø14	Ø8/15/10
S512-S518	30x60	12Ø14	Ø8/15/10
S525-S527	30x340	14Ø14+24Ø12	Ø8/13/13
S526-S528	30x340	14Ø14+24Ø12	Ø8/13/13
S529-S531	250x30	14Ø14+24Ø12	Ø8/13/13
S530-S532	250x30	14Ø14+24Ø12	Ø8/13/13

ÇATLAMIŞ KESİTLERE AİT RİJİTLİKLER

	Nd	b	h	A _c	N _d /(A _c *f _{cm})	Çatlamış Kesit Rijitlikleri
S101-S119	452.911	0.3	0.6	0.18	0.10	0.4 EI
S201-S219	362.68	0.3	0.6	0.18	0.08	0.4 EI
S301-S319	268.687	0.3	0.6	0.18	0.06	0.4 EI
S401-S419	172.732	0.3	0.6	0.18	0.04	0.4 EI
S501-S519	74.965	0.3	0.6	0.18	0.02	0.4 EI
S102-S120	739.139	0.3	0.6	0.18	0.16	0.48 EI
S202-S220	578.728	0.3	0.6	0.18	0.13	0.44 EI
S302-S320	422.54	0.3	0.6	0.18	0.09	0.4 EI
S402-S420	269.585	0.3	0.6	0.18	0.06	0.4 EI
S502-S520	118.61	0.3	0.6	0.18	0.03	0.4 EI
S103-S121	674.627	0.3	0.6	0.18	0.15	0.467 EI
S203-S221	526.709	0.3	0.6	0.18	0.12	0.427 EI
S303-S321	382.643	0.3	0.6	0.18	0.09	0.4 EI
S403-S421	242.053	0.3	0.6	0.18	0.05	0.4 EI
S503-S521	103.029	0.3	0.6	0.18	0.02	0.4 EI
S104-S122	675.123	0.3	0.6	0.18	0.15	0.467 EI
S204-S222	527.089	0.3	0.6	0.18	0.12	0.427 EI
S304-S322	382.914	0.3	0.6	0.18	0.09	0.4 EI
S404-S422	242.227	0.3	0.6	0.18	0.05	0.4 EI
S504-S522	103.106	0.3	0.6	0.18	0.02	0.4 EI
S105-S123	739.09	0.3	0.6	0.18	0.16	0.48 EI
S205-S223	578.704	0.3	0.6	0.18	0.13	0.44 EI
S305-S323	422.53	0.3	0.6	0.18	0.09	0.4 EI
S405-S423	269.58	0.3	0.6	0.18	0.06	0.4 EI
S505-S523	118.606	0.3	0.6	0.18	0.03	0.4 EI
S106-S124	452.799	0.3	0.6	0.18	0.10	0.4 EI
S206-S224	362.579	0.3	0.6	0.18	0.08	0.4 EI
S306-S324	268.608	0.3	0.6	0.18	0.06	0.4 EI
S406-S424	172.68	0.3	0.6	0.18	0.04	0.4 EI
S506-S524	74.945	0.3	0.6	0.18	0.02	0.4 EI
S107-S113	483.273	0.3	0.6	0.18	0.11	0.413 EI

S207-S213	378.4	0.3	0.6	0.18	0.08	0.4 EI
S307-S313	276.19	0.3	0.6	0.18	0.06	0.4 EI
S407-S413	175.976	0.3	0.6	0.18	0.04	0.4 EI
S507-S513	77.055	0.3	0.6	0.18	0.02	0.4 EI
S108-S114	782.322	0.6	0.3	0.18	0.17	0.493 EI
S208-S214	596.083	0.6	0.3	0.18	0.13	0.44 EI
S308-S314	425.801	0.6	0.3	0.18	0.09	0.4 EI
S408-S414	265.506	0.6	0.3	0.18	0.06	0.4 EI
S508-S514	112.164	0.6	0.3	0.18	0.02	0.4 EI
S109-S115	739.58	0.6	0.3	0.18	0.16	0.48 EI
S209-S215	576.573	0.6	0.3	0.18	0.13	0.44 EI
S309-S315	418.301	0.6	0.3	0.18	0.09	0.4 EI
S409-S415	264.042	0.6	0.3	0.18	0.06	0.4 EI
S509-S515	112.624	0.6	0.3	0.18	0.03	0.4 EI
S110-S116	739.654	0.6	0.3	0.18	0.16	0.48 EI
S210-S216	576.651	0.6	0.3	0.18	0.13	0.44 EI
S310-S316	418.367	0.6	0.3	0.18	0.09	0.4 EI
S410-S416	264.086	0.6	0.3	0.18	0.06	0.4 EI
S510-S516	112.64	0.6	0.3	0.18	0.03	0.4 EI
S111-S117	783.038	0.6	0.3	0.18	0.17	0.493 EI
S211-S217	596.62	0.6	0.3	0.18	0.13	0.44 EI
S311-S317	426.178	0.6	0.3	0.18	0.09	0.4 EI
S411-S417	265.744	0.6	0.3	0.18	0.06	0.4 EI
S511-S517	112.27	0.6	0.3	0.18	0.02	0.4 EI
S112-S118	483.027	0.3	0.6	0.18	0.11	0.413 EI
S212-S218	378.185	0.3	0.6	0.18	0.08	0.4 EI
S312-S318	276.025	0.3	0.6	0.18	0.06	0.4 EI
S412-S418	175.869	0.3	0.6	0.18	0.04	0.4 EI
S512-S518	77.014	0.3	0.6	0.18	0.02	0.4 EI
S129-S131	1585.393	2.5	0.3	0.75	0.08	0.4 EI
S229-S231	1279.306	2.5	0.3	0.75	0.07	0.4 EI
S329-S331	957.647	2.5	0.3	0.75	0.05	0.4 EI
S429-S431	624.409	2.5	0.3	0.75	0.03	0.4 EI
S529-S531	284.35	2.5	0.3	0.75	0.02	0.4 EI
S130-S132	1585.261	2.5	0.3	0.75	0.08	0.4 EI
S230-S232	1279.22	2.5	0.3	0.75	0.07	0.4 EI
S330-S332	957.591	2.5	0.3	0.75	0.05	0.4 EI
S430-S432	624.372	2.5	0.3	0.75	0.03	0.4 EI
S530-S532	284.327	2.5	0.3	0.75	0.02	0.4 EI
S125-S127	1398.027	0.3	3.4	1.02	0.05	0.4 EI
S225-S227	1130.326	0.3	3.4	1.02	0.04	0.4 EI
S325-S327	850.528	0.3	3.4	1.02	0.03	0.4 EI
S425-S427	561.561	0.3	3.4	1.02	0.02	0.4 EI
S525-S527	266.595	0.3	3.4	1.02	0.01	0.4 EI
S126-S128	1398.41	0.3	3.4	1.02	0.05	0.4 EI

S226-S228	1130.648	0.3	3.4	1.02	0.04	0.4 EI
S326-S328	850.775	0.3	3.4	1.02	0.03	0.4 EI
S426-S428	561.729	0.3	3.4	1.02	0.02	0.4 EI
S526-S528	266.674	0.3	3.4	1.02	0.01	0.4 EI

DOĞRUSAL YÖNTEMLE YAPILMIŞ HESAP SONUÇLARI

Bu bölümde Eşdeğer Deprem Yüğü yöntemine göre yapılmış olan analiz sonuçları

- Kirişler
- Kolonlar
- Perdeler

için verilmiştir.

1. Kat Kirişleri (+ X)																					
		M _{deprem}		M _{G+nQ}		M _r		M _{artık}		r		V _e /(b _w f _{ctk} d)		(ρ - ρ')/ρ _b		T _{sol,sınır}	Sol	T _{sağ,sınır}	Sağ	Eleman Hasar Bölgesi	
		Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	MN için	Sınır	GV için	Sınır		
+X Yönlünde	K101-K122	155.941	-126.693	-4.679	-19.740	128.537	-123.024	133.216	-103.285	1.171	1.227	-0.184	0.353	0.027	0.021	3	MN	3	MN	MH	
	K102-K123	113.233	-109.734	-18.704	-15.211	123.024	-123.024	141.729	-107.814	0.799	1.018	0.118	0.321	0.021	0.021	3	MN	3	MN	MH	
	K103-K124	114.088	-74.112	-16.484	-13.496	123.024	-213.598	139.508	-200.103	0.818	0.370	0.163	0.063	0.021	0.044	3	MN	3	MN	MH	
	K104-K125	84.318	-83.232	-13.334	-13.298	213.598	-213.598	226.932	-200.300	0.372	0.416	-0.018	0.092	0.044	0.044	3	MN	3	MN	MH	
	K105-K126	75.172	-114.121	-13.580	-16.459	213.598	-123.024	227.178	-106.565	0.331	1.071	-0.045	0.337	0.044	0.021	3	MN	3	MN	MH	
	K106-K127	109.721	-113.234	-15.264	-18.680	123.024	-123.024	138.289	-104.345	0.793	1.085	0.143	0.308	0.021	0.021	3	MN	3	MN	MH	
	K107-K128	126.694	-155.941	-19.745	-4.665	123.024	-128.537	142.769	-123.872	0.887	1.259	0.163	0.353	0.021	0.027	3	MN	3	MN	MH	
	K108-K115	270.777	-245.263	-0.192	-3.679	128.532	-229.972	128.724	-226.293	2.104	1.084	-0.519	0.667	0.000	0.062	3	MN	2.56	MN	MH	
	K109-K116	278.262	-491.922	-5.102	-10.285	213.598	-167.023	218.700	-156.739	1.272	3.138	-0.614	0.746	0.044	-0.006	3	MN	2.93	6.70	GV	BH
	K110-K117	247.003	-276.046	-20.544	-26.098	167.023	-216.216	187.568	-190.117	1.317	1.452	-0.329	0.577	-0.006	0.095	3	MN	3	MN	MH	
	K111-K118	288.666	-288.652	-23.623	-23.531	216.216	-216.216	239.838	-192.684	1.204	1.498	-0.387	0.635	0.095	0.095	3	MN	3	MN	MH	
	K112-K119	276.031	-247.128	-26.171	-20.502	216.216	-167.023	242.386	-146.521	1.139	1.687	-0.329	0.577	0.095	-0.006	3	MN	3	MN	MH	
	K113-K120	491.879	-278.260	-10.363	-5.076	167.023	-213.598	177.387	-208.522	2.773	1.334	-0.614	0.746	-0.006	0.044	3	MN	2.46	MN	MH	
	K114-K121	245.263	-270.777	-3.701	-0.165	222.472	-128.532	226.173	-128.367	1.084	2.109	-0.506	0.654	0.054	0.000	3	MN	3	MN	MH	

1. Kat Kirişleri (+Y)																						
		M _{deprem}		M _{G+nQ}		M _r		M _{artık}		r		V _e /(b _w f _{ctk} d)				(ρ – ρ')/ρ _b		r _{sol,sınır}	Sol	r _{sağ,sınır}	Sağ	Eleman
		Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	MN için	Sınır	MN için	Sınır	Hasar Bölgesi		
+ Y Yöünde	K129-K150	207.443	-182.008	-45.122	-49.833	265.047	-216.194	310.169	-166.361	0.669	1.094	0.065	0.381	0.133	0.101	3	MN	3	MN	MN		
	K130-K151	261.325	-261.325	-18.692	-18.692	216.329	-216.329	235.021	-197.638	1.112	1.322	0.515	0.637	0.047	0.047	3	MN	3	MN	MH		
	K131-K152	182.008	-207.443	-49.833	-45.122	216.194	-265.047	266.027	-219.924	0.684	0.943	0.063	0.381	0.101	0.133	3	MN	3	MN	MH		
	K132-K147	196.276	-95.230	-72.901	-66.798	259.702	-331.866	332.603	-265.069	0.590	0.359	0.074	0.459	0.121	0.201	3	MN	3	MN	MH		
	K133-K148	129.815	-129.815	-39.381	-39.381	332.453	-332.453	371.834	-293.072	0.349	0.443	0.039	0.277	0.174	0.174	3	MN	3	MN	MH		
	K134-K149	95.230	-196.276	-66.798	-72.901	333.593	-259.702	400.390	-186.801	0.238	1.051	-0.046	0.189	0.201	0.121	3	MN	3	MN	MH		
	K135-K144	175.274	-113.654	-69.638	-63.611	265.797	-177.972	335.436	-114.361	0.523	0.994	-0.040	0.431	0.154	0.080	3	MN	3	MN	MH		
	K136-K145	93.330	-93.330	-37.708	-37.708	177.672	-177.672	215.380	-139.964	0.433	0.667	0.098	0.314	0.106	0.106	3	MN	3	MN	MH		
	K137-K146	113.654	-175.274	-63.611	-69.638	177.972	-265.797	241.582	-196.159	0.470	0.894	-0.046	0.404	0.080	0.154	3	MN	3	MN	MH		
	K138-K141	230.803	-250.994	-5.806	-13.961	191.672	-128.537	197.478	-114.576	1.169	2.191	-0.280	0.534	0.068	0.027	3	MN	3	MN	MH		
	K139-K142	12.738	-12.738	-18.038	-18.038	128.537	-128.537	146.575	-110.499	0.087	0.115	-0.065	0.137	0.027	0.027	3	MN	3	MN	MH		
	K140-K143	250.994	-230.803	-13.961	-5.806	128.537	-191.672	142.498	-185.866	1.761	1.242	-0.280	0.534	0.027	0.068	3	MN	3	MN	MH		

2. Kat Kirişleri (+X)																					
		M _{deprem}		M _{G+nQ}		M _r		M _{artık}		r		V _e /(b _w f _{ctk} d)		(ρ - ρ')/p _b		r _{sol,sınır}	Sol	r _{sağ,sınır}	Sağ	Eleman Hasar Bölgesi	
		Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	MN için	Sınır	MN için	GV için	Sınır			
+X Yönü	K201-K222	211.188	-164.251	-7.604	-17.030	147.798	-128.532	155.402	-111.501	1.359	1.473	-0.210	0.379	0.021	0.027	3	MN	3		MN	MH
	K202-K223	147.028	-143.148	-16.925	-15.372	128.532	-128.532	145.456	-113.160	1.011	1.265	0.183	0.359	0.027	0.000	3	MN	3		MN	MH
	K203-K224	149.919	-93.045	-15.440	-14.507	128.532	-284.667	143.971	-270.159	1.041	0.344	0.246	0.063	0.000	0.047	3	MN	3		MN	MH
	K204-K225	112.009	-110.571	-13.728	-13.698	147.772	-254.689	161.500	-240.992	0.694	0.459	-0.002	0.101	-0.101	0.015	3	MN	3		MN	MH
	K205-K226	100.449	-149.964	-14.601	-15.405	254.689	-128.532	269.290	-113.127	0.373	1.326	-0.040	0.415	0.015	0.000	3	MN	3		MN	MH
	K206-K227	143.131	-147.030	-15.424	-16.900	128.532	-128.537	143.956	-111.638	0.994	1.317	-0.190	0.359	0.000	0.027	3	MN	3		MN	MH
	K207-K228	164.251	-211.188	-17.047	-7.579	128.537	-147.798	145.584	-140.219	1.128	1.506	-0.210	0.379	0.027	0.021	3	MN	3		MN	MH
	K208-K215	365.354	-299.703	-2.603	-1.833	167.025	-284.383	169.628	-282.550	2.154	1.061	-0.672	0.820	0.015	0.101	3	MN	2.60		MN	MH
	K209-K216	334.871	-624.674	-6.081	-6.766	284.475	-216.401	290.556	-209.635	1.153	2.980	-0.829	0.961	0.086	-0.027	3	MN	2.76	6.04	GV	BH
	K210-K217	327.739	-365.656	-18.454	-27.623	216.401	-284.217	234.855	-256.594	1.395	1.425	-0.467	0.715	-0.027	0.121	3	MN	2.62		MN	MH
	K211-K218	370.162	-370.147	-23.758	-23.661	284.217	-284.217	307.974	-260.556	1.202	1.421	-0.547	0.795	0.121	0.121	3	MN	2.62		MN	MH
	K212-K219	365.644	-327.892	-27.716	-18.394	284.217	-216.401	311.933	-198.007	1.172	1.656	-0.467	0.715	0.121	-0.027	3	MN	2.76		MN	MH
	K213-K220	624.618	-334.869	-6.853	-6.049	216.401	-284.475	223.254	-278.426	2.798	1.203	-0.829	0.961	-0.027	0.086	3	MN	2.57		MN	MH
	K214-K221	299.703	-365.254	-1.868	-2.561	284.383	-167.025	286.251	-164.464	1.047	2.221	-0.672	0.820	0.101	0.015	3	MN	2.51		MN	MH

2. Kat Kirişleri (+Y)																							
		M _{deprem}		M _{G+nQ}		M _r		M _{artık}		r		V _e /(b _w f _{ctk} d)		(ρ - ρ')/ρ _b		I _{sol,sınır}		Sol	I _{sağ,sınır}		Sağ	Eleman Hasar Bölgesi	
		Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	MN için	Sınır	Sol	Sınır	GV için	Sınır		
+Y Yönü	K229-K250	294.203	-261.396	-47.778	-49.783	332.716	-259.979	380.494	-210.197	0.773	1.244	-0.142	0.478	0.160	0.074	3	MN	3	MN	3		MN	MH
	K230-K251	365.782	-365.782	-17.188	-17.188	260.147	-260.027	277.335	-242.839	1.319	1.506	-0.658	0.775	0.021	0.062	3	MN	2.56	MN	2.56		MN	MH
	K231-K252	261.396	-294.203	-49.783	-47.778	259.746	-332.716	309.529	-284.938	0.844	1.033	-0.142	0.479	0.115	0.160	3	MN	3	MN	3		MN	MH
	K232-K247	270.587	-127.828	-74.649	-66.001	354.797	-353.220	429.446	-287.219	0.630	0.445	0.003	0.537	0.203	0.188	3	MN	3	MN	3		MN	MH
	K233-K248	166.357	-166.357	-38.956	-38.956	353.475	-353.475	392.431	-314.519	0.424	0.529	0.064	0.306	0.181	0.181	3	MN	3	MN	3		MN	MH
	K234-K249	127.828	-270.587	-66.001	-74.649	353.220	-354.797	419.220	-280.148	0.305	0.966	0.003	0.167	0.188	0.203	3	MN	3	MN	3		MN	MH
	K235-K244	238.747	-154.880	-72.161	-62.687	333.756	-216.489	405.917	-153.803	0.588	1.007	0.035	0.502	0.195	0.112	3	MN	3	MN	3		MN	MH
	K236-K245	125.950	-125.950	-36.021	-36.021	216.246	-216.246	252.267	-180.225	0.499	0.699	0.172	0.385	0.085	0.085	3	MN	3	MN	3		MN	MH
	K237-K246	154.880	-238.747	-62.687	-72.161	216.149	-333.756	278.836	-261.595	0.555	0.913	0.020	0.473	0.112	0.195	3	MN	3	MN	3		MN	MH
	K238-K241	316.563	-343.078	-6.153	-12.243	284.268	-147.795	290.421	-135.553	1.090	2.531	-0.423	0.676	0.115	0.011	3	MN	2.51	MN	2.51	5	GV	BH
	K239-K242	25.184	-25.184	-17.058	-17.058	147.795	-128.530	164.853	-111.473	0.153	0.226	-0.035	0.168	0.011	-0.010	3	MN	3	MN	3		MN	MH
	K240-K243	343.078	-316.563	-12.243	-6.153	128.530	-284.268	140.773	-278.116	2.437	1.138	-0.398	0.652	-0.010	0.115	3	MN	3	MN	3		MN	MH

3. Kat Kirişleri (+X)																					
		M _{deprem}		M _{G+nQ}		M _r		M _{artık}		r		V _e /(b _w f _{ctk} d)		(ρ - ρ')/ρ _b		R _{sol,sınır}	Sol	R _{sağ,sınır}	Sağ	Eleman	
		Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	MN için	Sınır	MN için	GV için	Sınır	Hasar Bölgesi
+ X Yönünde	K301-K322	207.367	-156.438	-8.739	-15.351	147.804	-128.537	156.543	-113.186	1.325	1.382	-0.210	0.379	0.047	0.027	3	MN	3		MN	MH
	K302-K323	143.667	-139.663	-15.963	-15.312	128.537	-123.021	144.500	-107.710	0.994	1.297	0.176	0.353	0.027	-0.006	3	MN	3		MN	MH
	K303-K324	146.415	-98.294	-14.893	-15.029	123.021	-284.383	137.915	-269.354	1.062	0.365	0.241	0.062	-0.006	0.101	3	MN	3		MN	MH
	K304-K325	109.911	-108.497	-14.039	-14.006	284.383	-284.383	298.422	-270.377	0.368	0.401	-0.004	0.099	0.101	0.101	3	MN	3		MN	MH
	K305-K326	99.676	-146.459	-15.132	-14.852	284.383	-284.874	299.515	-270.022	0.333	0.542	-0.042	0.407	0.101	0.169	3	MN	3		MN	MH
	K306-K327	139.647	-143.669	-15.362	-15.939	123.021	-128.537	138.384	-112.598	1.009	1.276	-0.184	0.353	-0.006	0.027	3	MN	3		MN	MH
	K307-K328	156.439	-207.368	-15.373	-8.708	128.537	-147.804	143.910	-139.096	1.087	1.491	-0.210	0.379	0.027	0.047	3	MN	3		MN	MH
	K308-K315	355.616	-278.130	-4.137	-0.252	147.795	-284.217	151.933	-283.965	2.341	0.979	-0.640	0.788	0.011	0.121	3	MN	2.62		MN	MH
	K309-K316	307.049	-584.698	-6.066	-5.678	284.268	-216.401	290.334	-210.723	1.058	2.775	-0.829	0.961	0.115	-0.027	3	MN	2.76	6.04	GV	BH
	K310-K317	329.725	-364.951	-17.303	-28.409	216.401	-284.217	233.704	-255.808	1.411	1.427	-0.467	0.715	-0.027	0.121	3	MN	2.62		MN	MH
	K311-K318	354.267	-354.259	-23.902	-23.795	284.217	-284.217	308.119	-260.422	1.150	1.360	-0.547	0.795	0.121	0.121	3	MN	2.62		MN	MH
	K312-K319	364.951	-329.859	-28.520	-17.226	284.217	-216.401	312.737	-199.175	1.167	1.656	-0.467	0.715	0.121	-0.027	3	MN	2.95		MN	MH
	K313-K320	584.643	-307.047	-5.768	-6.033	216.401	-284.268	222.169	-278.235	2.632	1.104	-0.829	0.961	-0.027	0.115	2.869	MN	2.62		MN	MH
	K314-K321	278.131	-355.616	-0.292	-4.087	284.217	-147.795	284.509	-143.709	0.978	2.475	-0.640	0.788	0.121	0.011	3	MN	2.51		MN	MH

3. Kat Kirişleri (+Y)																					
		M _{deprem}		M _{G+nQ}		M _r		M _{artık}		r		V _e /(b _w f _{ctk} d)		(ρ - ρ')/ρ _b		Γ _{sol,sınır}	Sol	Γ _{sag,sınır}	Sag	Eleman	
		Sol	Sag	Sol	Sag	Sol	Sag	Sol	Sag	Sol	Sag	Sol	Sag	Sol	Sag	MN için	Sınır	MN için	GV için	Sınır	Hasar Bölgesi
+ Y Yönlünde	K329-K350	318.898	-285.535	-47.508	-49.700	332.716	-265.412	380.224	-215.712	0.839	1.324	-0.145	0.506	0.160	0.080	3	MN	3		MN	MN
	K330-K351	387.727	-387.727	-17.716	-17.716	265.602	-265.602	283.319	-247.886	1.369	1.564	-0.674	0.790	0.027	0.027	3	MN	2.53		MN	MN
	K331-K352	285.535	-318.898	-49.700	-47.508	265.412	-332.716	315.112	-285.208	0.906	1.118	-0.145	0.510	0.080	0.160	3	MN	3		MN	MN
	K332-K347	289.406	-134.800	-73.197	-65.566	343.252	-360.515	416.449	-294.949	0.695	0.457	0.005	0.555	0.178	0.195	3	MN	3		MN	MN
	K333-K348	166.823	-166.823	-39.992	-39.992	359.073	-359.073	399.065	-319.081	0.418	0.523	0.051	0.294	0.169	0.169	3	MN	3		MN	MN
	K334-K349	134.800	-289.406	-65.566	-73.197	360.515	-360.515	426.081	-287.318	0.316	1.007	-0.005	0.161	0.195	0.195	3	MN	3		MN	MN
	K335-K344	252.664	-162.356	-71.310	-61.991	333.756	-216.149	405.066	-154.158	0.624	1.053	0.053	0.515	0.195	0.112	3	MN	3		MN	MN
	K336-K345	133.394	-133.394	-36.380	-36.380	216.246	-216.246	252.626	-179.866	0.528	0.742	0.189	0.401	0.085	0.085	3	MN	3		MN	MN
	K337-K346	162.356	-252.664	-61.991	-71.310	216.149	-333.756	278.140	-262.446	0.584	0.963	0.034	0.489	0.112	0.195	3	MN	3		MN	MN
	K338-K341	330.251	-350.002	-6.999	-10.640	375.505	-128.528	382.503	-117.889	0.863	2.969	-0.514	0.768	0.201	-0.021	3	MN	2.91	6.64	GV	GV
	K339-K342	42.320	-42.320	-16.412	-16.412	128.528	-128.528	144.940	-112.117	0.292	0.377	0.004	0.206	-0.021	-0.021	3	MN	3		MN	MN
	K340-K343	350.002	-330.251	-10.640	-6.999	128.528	-351.481	139.168	-344.482	2.515	0.959	-0.484	0.100	-0.021	0.174	3	MN	3		MN	MN

4. Kat Kirişleri (+X)																		
	M _{deprem}		M _{G+nQ}		M _r		M _{artık}		r		V _e / (b _w f _{ctk} d)		(ρ − ρ') / ρ _b		r _{sol,sınır}	r _{sağ,sınır}	Sol	Eleman Hasar Bölgesi
	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	MN için	Sınır	Sol	Sağ
+ X Yönünde	k401-k422	178.372	-131.762	-9.853	-14.138	128.537	-123.024	138.390	-108.887	1.289	1.210	-0.184	0.353	0.027	0.021	3	MN	MH
	k402-k423	126.747	-122.468	-15.200	-15.401	123.024	-123.021	138.224	-107.621	0.917	1.138	0.145	0.347	0.021	-0.006	3	MN	MH
	k403-k424	126.968	-86.122	-14.351	-15.675	123.021	-216.329	137.372	-200.654	0.924	0.429	0.199	0.065	-0.006	0.047	3	MN	MH
	k404-k425	93.493	-92.276	-14.248	-14.223	216.329	-216.329	230.578	-202.107	0.405	0.457	-0.015	0.093	0.047	0.047	3	MN	MH
	k405-k426	87.315	-127.005	-15.780	-14.305	216.329	-123.021	232.110	-108.717	0.376	1.168	-0.044	0.363	0.047	-0.006	3	MN	MH
	k406-k427	122.455	-126.749	-15.451	-15.177	123.021	-123.024	138.473	-107.848	0.884	1.175	0.167	0.328	-0.006	0.021	3	MN	MH
	k407-k428	131.762	-178.373	-14.163	-9.819	123.024	-123.024	137.188	-113.206	0.960	1.576	-0.178	0.347	0.021	0.021	3	MN	MH
	k408-k415	299.786	-255.047	-5.462	0.773	128.532	-216.216	133.994	-216.988	2.237	1.175	-0.496	0.644	0.000	0.095	3	MN	MH
	k409-k416	247.583	-428.995	-6.297	-4.813	284.874	-178.003	291.171	-173.190	0.850	2.477	-0.761	0.893	0.169	-0.015	3	MN	MH
	k410-k417	310.215	-333.718	-16.455	-29.259	178.003	-216.276	194.458	-187.017	1.595	1.784	-0.342	0.590	-0.015	0.074	3	MN	MH
	k411-k418	304.361	-340.364	-23.815	-23.707	216.276	-216.276	240.091	-192.569	1.268	1.767	-0.387	0.635	0.074	0.074	3	MN	MH
	k412-k419	333.731	-310.314	-29.379	-16.368	216.276	-178.003	245.655	-161.635	1.359	1.920	-0.342	0.590	0.074	0.152	3	MN	MH
	k413-k420	482.946	-247.581	-4.904	-6.263	178.003	-284.874	182.908	-278.611	2.640	0.889	-0.761	0.893	0.152	0.169	3	MN	MH
	k414-k421	225.047	-299.786	0.729	-5.405	191.672	-128.532	190.943	-123.127	1.179	2.435	-0.455	0.604	0.068	0.000	3	MN	MH

4. Kat Kirişleri (+Y)																				
		M _{deprem}		M _{G+nQ}		M _r		M _{artık}		r		V _e /(b _w f _{ctk} d)		(ρ - ρ')/ρ _b		r _{sol,sınır}	Sol	r _{sağ,sınır}	Sağ	Eleman
		Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	MN için	Sınır	MN için	Sınır	Hasar Bölgesi
+ Y Yönde	K429-K450	317.877	-285.594	-49.250	-49.543	265.412	-265.412	314.661	-215.869	1.010	1.323	-0.103	0.506	0.080	0.080	3	MN	3	MN	MH
	K430-K451	377.896	-377.896	-16.812	-16.812	265.602	-265.602	282.414	-248.791	1.338	1.519	-0.674	0.790	0.027	0.027	3	MN	2.53	MN	MH
	K431-K452	285.594	-317.877	-49.543	-49.250	265.412	-265.412	314.955	-216.162	0.907	1.471	-0.103	0.509	0.080	0.080	3	MN	3	MN	MH
	K432-K447	288.282	-134.671	-75.324	-65.192	286.120	-353.220	361.444	-288.028	0.798	0.468	0.045	0.557	0.135	0.188	3	MN	3	MN	MH
	K433-K448	163.340	-163.340	-39.132	-39.132	353.475	-353.475	392.607	-314.343	0.416	0.520	0.044	0.289	0.177	0.177	3	MN	3	MN	MH
	K434-K449	134.671	-288.282	-65.192	-75.324	353.220	-350.512	418.411	-275.188	0.322	1.048	0.005	0.161	0.188	0.171	3	MN	3	MN	MH
	K435-K444	245.840	-156.186	-73.383	-61.188	333.549	-202.372	406.932	-141.185	0.604	1.106	0.045	0.508	0.203	0.106	3	MN	3	MN	MH
	K436-K445	134.861	-134.861	-35.626	-35.626	202.595	-202.595	238.220	-166.969	0.566	0.808	0.191	0.403	0.080	0.080	3	MN	3	MN	MH
	K437-K446	156.186	-245.840	-61.188	-73.383	202.372	-333.549	263.560	-260.166	0.593	0.945	0.024	0.478	0.106	0.203	3	MN	3	MN	MH
	K438-K441	305.961	-319.001	-7.728	-9.772	352.968	-128.528	360.696	-118.756	0.848	2.686	-0.486	0.739	0.195	-0.021	3	MN	2.93	MN	MH
K439-K442	67.641	-67.641	-15.950	-15.950	128.528	-128.528	144.479	-112.578	0.468	0.601	0.059	0.262	-0.021	-0.021	3	MN	3	MN	MH	
K440-K443	319.001	-305.961	-9.772	-7.728	128.528	-352.968	138.300	-345.239	2.307	0.886	-0.486	0.739	-0.021	0.195	3	MN	2.70	MN	MH	

5. Kat Kirişleri (+X)																				
		M _{deprem}		M _{G+nQ}		M _r		M _{artık}		r		V _e /(b _w f _{ctk} d)		(ρ - ρ')/ρ _b		r _{sol,sınır}	Sol	r _{sağ,sınır}	Sağ	Eleman
		Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	MN için	Sınır	MN için	Sınır	Hasar Bölgesi
+ X Yönünde	K501-K522	83.558	-58.677	-2.366	-11.201	123.025	-123.025	125.391	-111.824	0.666	0.525	0.099	0.202	0.021	0.021	3	MN	3	MN	MN
	K502-K523	69.106	-58.438	-11.440	-10.335	123.025	-123.025	134.465	-112.690	0.514	0.519	0.046	0.206	0.021	0.021	3	MN	3	MN	MN
	K503-K524	56.440	-33.987	-11.332	-11.163	123.025	-98.183	134.357	-87.020	0.420	0.391	0.077	-0.017	0.021	-0.006	3	MN	3	MN	MN
	K504-K525	39.726	-38.912	-10.727	-10.708	98.183	-98.183	108.910	-87.475	0.365	0.445	-0.058	0.009	-0.006	-0.006	3	MN	3	MN	MN
	K505-K526	34.783	-56.464	-11.249	-11.289	98.183	-123.024	109.432	-111.735	0.318	0.505	-0.085	0.199	-0.006	0.021	3	MN	3	MN	MN
	K506-K527	58.434	-69.110	-10.377	-11.426	123.024	-123.024	133.402	-111.599	0.438	0.619	0.071	0.183	0.021	0.021	3	MN	3	MN	MN
	K507-K528	58.677	-83.558	-11.215	-2.347	123.024	-123.024	134.240	-120.677	0.437	0.692	0.050	0.215	0.021	0.021	3	MN	3	MN	MN
	K508-K515	147.591	-130.285	0.805	1.732	123.024	-142.304	122.219	-144.036	1.208	0.905	-0.388	0.394	0.021	0.041	3	MN	3	MN	MN
	K509-K516	137.702	-257.560	-3.466	-2.648	188.900	-128.532	192.366	-125.884	0.716	2.046	0.421	0.612	0.092	0.000	3	MN	3	MN	MN
	K510-K517	151.553	-183.340	-10.435	-21.877	128.532	-142.304	138.967	-120.427	1.091	1.522	-0.228	0.411	0.000	0.041	3	MN	3	MN	MN
	K511-K518	152.202	-152.202	-18.932	-18.815	142.304	-142.304	161.236	-123.490	0.944	1.233	0.221	0.380	0.041	0.041	3	MN	3	MN	MN
	K512-K519	183.347	-151.591	-21.999	-10.347	142.304	-128.532	164.303	-118.185	1.116	1.283	0.225	0.411	0.041	0.000	3	MN	3	MN	MN
	K513-K520	257.534	-137.701	-2.721	-3.442	128.532	-121.646	131.253	-118.203	1.962	1.165	-0.403	0.492	0.000	0.019	3	MN	3	MN	MN
	K514-K521	130.285	-147.591	1.701	0.838	142.304	-123.024	140.604	-123.862	0.927	1.192	0.265	0.490	0.041	0.021	3	MN	3	MN	MN

5. Kat Kirişleri (+Y)																				
		M _{deprem}		M _{G+nQ}		M _r		M _{artık}		r		V _e /(b _w f _{ctk} d)		(ρ - ρ')/ρ _b		r _{sol,sınır}	Sol	r _{sağ,sınır}	Sağ	Eleman
		Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	MN için	Sınır	MN için	Sınır	Hasar Bölgesi
+ Y Yönde	K529-K550	216.683	-183.641	-31.420	-38.497	172.508	-172.495	203.927	-133.998	1.063	-0.021	0.351	0.053	0.080	0.080	3	MN	3	MN	MH
	K530-K551	194.292	-139.292	-18.361	-18.361	172.495	-172.495	190.855	-154.134	1.018	0.385	0.471	0.080	0.080	0.080	3	MN	3	MN	MH
	K531-K552	186.641	-216.683	-38.497	-31.420	172.495	-172.508	210.992	-141.088	0.885	-0.021	0.358	0.080	0.053	0.080	3	MN	3	MN	MH
	K532-K547	195.523	-77.779	-48.539	-50.946	191.655	-211.644	240.194	-160.698	0.814	0.127	0.383	0.080	0.103	0.080	3	MN	3	MN	MH
	K533-K548	59.144	-59.144	-37.988	-37.988	221.915	-259.887	259.903	-221.899	0.228	-0.106	0.070	0.144	0.185	0.144	3	MN	3	MN	MH
	K534-K549	77.779	-195.523	-50.946	-48.539	260.338	-191.655	311.284	-143.117	0.250	0.011	0.095	0.144	0.080	0.144	3	MN	3	MN	MH
	K535-K544	167.422	-96.327	-47.360	-47.917	243.171	-142.308	290.530	-94.390	0.576	0.020	0.340	0.135	0.053	0.135	3	MN	3	MN	MH
	K536-K545	47.409	-47.409	-32.688	-32.688	142.312	-142.312	175.000	-109.624	0.271	0.031	0.180	0.068	0.068	0.068	3	MN	3	MN	MH
	K537-K546	96.327	-167.422	-47.917	-47.360	142.308	-199.160	190.225	-151.800	0.506	-0.009	0.353	0.053	0.088	0.053	3	MN	3	MN	MH
	K538-K541	191.219	-201.497	-4.391	-5.564	284.005	-123.024	288.395	-117.460	0.663	-0.421	0.468	0.142	0.021	0.142	3	MN	3	MN	MH
K539-K542	-0.364	0.364	-11.184	-11.184	123.024	-123.024	134.208	-111.840	-0.003	-0.064	0.073	0.021	0.021	0.021	3	MN	3	MN	MH	
K540-K543	201.497	-191.219	-5.564	-4.391	123.024	-284.004	128.589	-279.614	1.567	0.684	0.329	0.021	0.142	0.021	3	MN	3	MN	MH	

1. Kat Kolon Hasar Bölgeleri (+X Yönü)														r _{sınır}	Eleman Hasar Bölgesi	
Kesit	N _b	M _b	N _E	M _E	N _K	M _K	M _A	r	V _e	N _K /(A _c f _{cm})	V _e /(b _w df _{ctk})		MN			
S101a-S119a	435.637	-2.471	526.386	80.316	-	-	-	<1	40.315	-	0.136		3	MN	MH	
S101u-S119u	420.337	4.971	526.386	-64.198	-	-	-	<1	40.315	-	0.136		3	MN		
S102a-S120a	764.937	0.057	-83.677	103.254	-	-	-	<1	57.202	-	0.193		3	MN	MH	
S102u-S120u	749.637	-0.121	-83.677	-91.056	-	-	-	<1	57.202	-	0.193		3	MN		
S103a-S121a	720.791	0.477	67.969	102.591	-	-	-	<1	57.91	-	0.195		3	MN	MH	
S103u-S121u	705.491	-0.966	67.969	-92.862	-	-	-	<1	57.91	-	0.195		3	MN		
S104a-S122a	721.308	-0.475	-67.979	102.591	-	-	-	<1	57.067	-	0.192		3	MN	MH	
S104u-S122u	706.008	0.953	-67.979	-92.862	-	-	-	<1	57.067	-	0.192		3	MN		
S105a-S123a	764.842	-0.067	83.662	103.254	-	-	-	<1	57.092	-	0.192		3	MN	MH	
S105u-S123u	749.542	0.131	83.662	-91.056	-	-	-	<1	57.092	-	0.192		3	MN		
S106a-S124a	435.562	2.465	-526.389	80.316	-	-	-	<1	44.689	-	0.150		3	MN	MH	
S106u-S124u	420.262	-4.966	-526.389	-64.198	-	-	-	<1	44.689	-	0.150		3	MN		
S107a-S113a	535.102	-1.879	1694.641	106.354	-	-	-	<1	62.995	-	0.212		3	MN	MH	
S107u-S113u	519.802	3.780	1694.641	-113.488	-	-	-	<1	62.995	-	0.212		3	MN		
S108a-S114a	909.660	-1.668	-1212.759	389.234	53.200	273.310	274.978	1.42	139.2706	0.012	0.449		3	MN	MH	
S108u-S114u	894.360	3.429	-1212.759	-315.435	-58.720	-244.370	-247.799	1.27	139.2706	-0.013	0.449		3	MN		
S109a-S115a	789.328	0.935	50.858	334.910	-	-	-	<1	162.788	-	0.524		3	MN	MH	
S109u-S115u	774.028	-1.952	50.858	-215.681	-	-	-	<1	162.788	-	0.524		3	MN		
S110a-S116a	789.318	-0.915	-50.624	334.911	-	-	-	<1	161.12	-	0.519		3	MN	MH	
S110u-S116u	774.018	1.870	-50.624	-215.682	-	-	-	<1	161.12	-	0.519		3	MN		
S111a-S117a	910.464	1.666	1212.752	389.247	-	-	-	<1	200.0354	-	0.644		3	MN	MH	
S111u-S117u	895.164	-3.466	1212.752	-315.461	-	-	-	<1	200.0354	-	0.644		3	MN		
S112a-S118a	534.853	1.870	-1694.642	106.354	-329.390	56.151	54.281	1.96	36.32898	-0.073	0.122		3	MN	MH	
S112u-S118u	519.553	-3.771	-1694.642	-113.489	-306.642	-60.400	-56.630	2.00	36.32898	-0.068	0.122		3	MN		

2. Kat Kolon Hasar Bölgeleri (+X Yönü)													$r_{sınır}$	Eleman Hasar Bölgesi	
Kesit	N_b	M_b	N_E	M_E	N_K	M_K	M_A	r	V_e	$N_K/(A_c f_{cm})$	$V_e/(b_w d f_{ctk})$	MN			
S201a-S219a	347.237	-7.6311	428.184	131.434	-	-	-	<1	55.733	-	0.188	3	MN		MH
S201u-S219u	331.937	7.8213	428.184	-124.666	-	-	-	<1	55.733	-	0.188	3	MN		
S202a-S220a	602.045	-0.0837	-66.236	168.092	538.770	160.340	160.424	1.05	97.816	0.120	0.329	2.93	MN		MH
S202u-S220u	586.745	0.3319	-66.236	-164.896	522.760	-159.080	-159.412	1.03	97.816	0.116	0.329	2.95	MN		
S203a-S221a	569.681	1.4999	53.868	169.508	622.220	166.760	165.260	1.03	99.891	0.138	0.336	2.87	MN		MH
S203u-S221u	554.381	-1.6848	53.868	-166.936	607.220	-165.580	-163.895	1.02	99.891	0.135	0.336	2.88	MN		
S204a-S222a	570.084	-1.4912	-53.876	169.510	519.100	158.800	160.291	1.06	98.024	0.115	0.330	2.95	MN		MH
S204u-S222u	554.784	1.6755	-53.876	-166.939	503.420	-157.610	-159.286	1.05	98.024	0.112	0.330	2.96	MN		
S205a-S223a	601.979	0.062	66.223	168.092	-	-	-	<1	98.048	-	0.330	3	MN		MH
S205u-S223u	586.679	-0.3113	66.223	-164.896	-	-	-	<1	98.048	-	0.330	3	MN		
S206a-S224a	347.169	7.6173	-428.186	131.434	26.190	106.140	98.523	1.33	55.733	0.006	0.188	3	MN		MH
S206u-S224u	331.869	-7.8082	-428.186	-124.666	3.680	-103.340	-95.532	1.30	55.733	0.001	0.188	3	MN		
S207a-S213a	426.09	-5.7243	1365.907	206.609	-	-	-	<1	58.066	-	0.196	3	MN		MH
S207u-S213u	410.79	5.9676	1365.907	-206.635	-	-	-	<1	58.066	-	0.196	3	MN		
S208a-S214a	712.627	-4.7794	-940.655	587.884	209.900	309.420	314.199	1.87	153.325	0.047	0.494	3	MN		MH
S208u-S214u	697.327	4.9919	-940.655	-570.313	187.140	-304.390	-309.382	1.84	153.325	0.042	0.494	3	MN		
S209a-S215a	622.161	2.8681	25.008	449.868	641.270	346.550	343.682	1.31	202.546	0.143	0.652	2.43	MN		MH
S209u-S215u	606.861	-3.1028	25.008	-418.856	627.250	-344.530	-341.427	1.23	202.546	0.139	0.652	2.43	MN		
S210a-S216a	622.169	-2.7908	-24.813	449.870	603.210	340.780	343.571	1.31	202.546	0.134	0.652	2.44	MN		MH
S210u-S216u	606.869	3.0243	-24.813	-418.858	586.640	-338.180	-341.204	1.23	202.546	0.130	0.652	2.45	MN		
S211a-S217a	713.251	4.796	940.653	587.920	1442.970	461.070	456.274	1.29	153.325	0.321	0.494	2.26	MN		MH
S111u-S117u	697.951	-5.0118	940.653	-570.353	1450.470	-461.380	-456.368	1.25	153.325	0.322	0.494	2.26	MN		
S212a-S218a	425.873	5.7025	-1365.908	206.609	-106.778	85.628	79.926	2.59	58.066	-0.024	0.196	3	MN		MH
S212u-S218u	410.573	-5.9455	-1365.908	-206.636	-112.350	-85.501	-79.556	2.60	58.066	-0.025	0.196	3	MN		

3. Kat Kolon Hasar Bölgeleri (+X Yönü)													$r_{sınır}$	Eleman Hasar Bölgesi	
Kesit	N_d	M_d	N_E	M_E	N_k	M_k	M_A	r	V_e	$N_k/(A_c f_{cm})$	$V_e/(b_w df_{ctk})$		MN		
S301a-S319a	256.343	-8.287	296.275	139.704	-	-	-	<1	56.242	-	0.189		3	MN	MH
S301u-S319u	241.043	8.566	296.275	-139.115	-	-	-	<1	56.242	-	0.189		3	MN	
S302a-S320a	441.371	-0.657	-41.214	169.854	404.990	149.200	149.857	1.13	95.200	0.090	0.321		3	MN	MH
S302u-S320u	426.071	0.788	-41.214	-170.242	390.120	-147.760	-148.548	1.15	95.200	0.087	0.321		3	MN	
S303a-S321a	418.088	1.880	34.671	176.852	447.720	153.000	151.120	1.17	93.656	0.099	0.315		3	MN	MH
S303u-S321u	402.788	-2.014	34.671	-177.315	432.080	-151.730	-149.716	1.18	93.656	0.096	0.315		3	MN	
S304a-S322a	418.380	-1.876	-34.678	176.855	389.080	147.660	149.536	1.18	103.026	0.086	0.347		3	MN	MH
S304u-S322u	403.080	2.010	-34.678	-177.318	374.120	-146.090	-148.100	1.20	103.026	0.083	0.347		3	MN	
S305a-S323a	441.325	0.633	41.204	169.854	478.930	155.650	155.017	1.10	95.202	0.106	0.321		2.98	MN	MH
S305u-S323u	426.025	-0.765	41.204	-170.242	463.170	-154.360	-153.595	1.11	95.202	0.103	0.321		2.99	MN	
S306a-S324a	256.289	8.269	-296.277	139.704	43.830	108.370	100.101	1.40	56.242	0.010	0.189		3	MN	MH
S306u-S324u	240.989	-8.548	-296.277	-139.115	31.760	-106.860	-98.312	1.42	56.242	0.007	0.189		3	MN	
S307a-S313a	314.939	-6.572	938.010	226.823	1172.550	200.610	207.182	1.09	59.263	0.261	0.200		2.46	MN	MH
S307u-S313u	299.639	6.939	938.010	-224.659	1164.970	-200.360	-207.299	1.08	59.263	0.259	0.200		2.47	MN	
S308a-S314a	520.687	-4.745	-613.323	594.477	198.940	307.010	311.755	1.91	161.364	0.044	0.520		3	MN	MH
S308u-S314u	505.387	4.740	-613.323	-597.070	187.550	-304.580	-309.320	1.93	161.364	0.042	0.520		3	MN	
S309a-S315a	454.922	3.256	-0.157	447.458	454.810	317.290	314.034	1.42	213.557	0.101	0.688		2.97	MN	MH
S309u-S315u	439.622	-3.505	-0.157	-452.908	439.510	-314.840	-311.335	1.45	213.557	0.098	0.688		2.97	MN	
S310a-S316a	454.933	-3.205	0.286	447.459	455.140	317.290	320.495	1.40	213.557	0.101	0.688		2.97	MN	MH
S310u-S316u	439.633	3.451	0.286	-452.908	439.830	-314.940	-318.391	1.42	213.557	0.098	0.688		2.97	MN	
S311a-S317a	521.136	4.743	613.325	594.516	954.870	425.400	420.657	1.41	161.364	0.212	0.520		2.63	MN	MH
S311u-S317u	505.836	-4.742	613.325	-597.109	935.420	-423.050	-418.309	1.43	161.364	0.208	0.520		2.64	MN	
S212a-S218a	314.771	6.544	-938.011	226.823	-55.230	95.970	89.427	2.54	59.263	-0.012	0.200		3	MN	MH
S312u-S318u	299.471	-6.910	-938.011	-224.659	-66.580	-94.570	-87.660	2.56	59.263	-0.015	0.200		3	MN	

4. Kat Kolon Hasar Bölgeleri (+X Yönü)													r _{sınır}	Eleman Hasar Bölgesi	
Kesit	N _b	M _b	N _E	M _E	N _K	M _K	M _A	r	V _e	N _K /(A _c f _{cm})	V _e /(b _w df _{ctk})	MN			
S401a-S419a	164.424	-8.966	166.832	119.929	-	-	-	<1	49.543	-	0.167	3	MN	MH	
S401u-S419u	149.124	9.091	166.832	-122.277	-	-	-	<1	49.543	-	0.167	3	MN		
S402a-S420a	282.260	-1.009	-18.043	151.263	266.110	134.380	135.389	1.12	88.822	0.059	0.299	3	MN	MH	
S402u-S420u	266.960	1.102	-18.043	-152.843	251.170	-132.710	-133.812	1.14	88.822	0.056	0.299	3	MN		
S403a-S421a	266.822	2.218	16.238	158.282	280.540	136.020	133.802	1.18	89.340	0.062	0.301	3	MN	MH	
S403u-S421u	251.522	-2.293	16.238	-159.733	264.930	-134.260	-131.967	1.21	89.340	0.059	0.301	3	MN		
S404a-S422a	267.010	-2.217	-16.243	158.284	253.150	132.950	135.167	1.17	92.209	0.056	0.310	3	MN	MH	
S404u-S422u	251.710	2.291	-16.243	-159.735	238.120	-131.250	-133.541	1.20	92.209	0.053	0.310	3	MN		
S405a-S423a	282.230	0.984	18.037	151.263	298.580	137.980	136.996	1.10	90.049	0.066	0.303	3	MN	MH	
S405u-S423u	266.930	-1.076	18.037	-152.843	282.880	-136.260	-135.184	1.13	90.049	0.063	0.303	3	MN		
S406a-S424a	164.390	8.946	-166.833	119.929	28.810	106.460	97.514	1.23	48.457	0.006	0.163	3	MN	MH	
S406u-S424u	149.090	-9.072	-166.833	-122.277	18.080	-105.160	-96.088	1.27	48.457	0.004	0.163	3	MN		
S407a-S413a	201.732	7.690	529.202	198.128	627.760	167.170	159.480	1.24	49.922	0.140	0.168	2.87	MN	MH	
S407u-S413u	186.432	7.690	529.202	-194.608	670.270	-170.280	-177.970	1.09	49.922	0.149	0.168	2.84	MN		
S408a-S414a	330.396	-4.694	-327.963	521.944	165.450	257.870	262.564	1.99	140.652	0.037	0.453	3	MN	MH	
S408u-S414u	315.096	4.643	-327.963	-526.089	153.330	-255.090	-259.733	2.03	140.652	0.034	0.453	3	MN		
S409a-S415a	288.373	3.690	-13.219	392.959	278.970	283.360	279.671	1.41	176.864	0.062	0.570	3	MN	MH	
S409u-S415u	273.073	-3.643	-13.219	-410.254	264.170	-280.240	-276.598	1.48	176.864	0.059	0.570	3	MN		
S410a-S416a	288.380	-3.646	13.275	392.959	298.220	287.530	291.176	1.35	176.864	0.066	0.570	3	MN	MH	
S410u-S416u	273.080	3.599	13.275	-410.253	282.390	-284.090	-287.689	1.43	176.864	0.063	0.570	3	MN		
S411a-S417a	330.683	4.687	327.967	521.982	534.960	330.130	325.444	1.60	140.652	0.119	0.453	2.94	MN	MH	
S411u-S417u	315.383	-4.637	327.967	-526.125	516.480	-327.190	-322.553	1.63	140.652	0.115	0.453	2.95	MN		
S212a-S218a	201.623	7.463	-529.202	198.128	-40.080	97.880	90.417	2.19	49.922	-0.009	0.168	3	MN	MH	
S412u-S418u	186.323	-7.658	-529.202	-194.608	-54.310	-96.150	-88.492	2.20	49.922	-0.012	0.168	3	MN		

5. Kat Kolon Hasar Bölgeleri (+X Yönü)													r_{sinir}	Eleman Hasar Bölgesi	
Kesit	N_b	M_b	N_E	M_E	N_K	M_K	M_A	r	V_e	$N_K/(A_c f_{cm})$	$V_e/(b_w df_{ctk})$		MN		
S501a-S519a	71.364	-9.793	54.582	99.380	-	-	-	<1	55.393	-	0.187		3	MN	MH
S501u-S519u	56.064	10.378	54.582	-109.128	-	-	-	<1	55.393	-	0.187		3	MN	
S502a-S520a	123.683	-1.186	-1.429	123.909	122.310	117.890	119.076	1.04	73.485	0.027	0.247		3	MN	MH
S502u-S520u	108.383	1.178	-1.429	-128.305	107.080	-116.040	-117.218	1.09	73.485	0.024	0.247		3	MN	
S503a-S521a	115.145	2.493	2.318	132.237	117.160	117.180	114.687	1.15	81.009	0.026	0.273		3	MN	MH
S503u-S521u	99.845	-2.623	2.318	-138.223	101.730	-115.390	-112.768	1.23	81.009	0.023	0.273		3	MN	
S504a-S522a	115.229	-2.493	-2.324	132.239	113.130	116.760	119.253	1.11	78.043	0.025	0.263		3	MN	MH
S504u-S522u	99.929	2.623	-2.324	-138.223	97.950	-114.880	-117.503	1.18	78.043	0.022	0.263		3	MN	
S505a-S523a	123.667	1.158	1.427	123.909	125.020	118.170	117.012	1.06	74.859	0.028	0.252		3	MN	MH
S505u-S523u	108.367	-1.150	1.427	-128.305	109.650	-116.330	-115.180	1.11	74.859	0.024	0.252		3	MN	
S506a-S524a	71.351	9.770	-54.582	99.380	18.920	105.330	95.560	1.04	56.846	0.004	0.191		3	MN	MH
S506u-S524u	56.051	-10.353	-54.582	-109.128	9.160	-104.010	-93.657	1.17	56.846	0.002	0.191		3	MN	
S507a-S513a	87.387	-8.339	192.287	163.038	254.250	133.070	141.409	1.15	67.451	0.057	0.227		3	MN	MH
S507u-S513u	72.087	8.799	192.287	-169.864	229.610	-130.270	-139.069	1.22	67.451	0.051	0.227		3	MN	
S508a-S514a	142.061	-4.780	-125.469	445.860	74.300	235.800	240.580	1.85	141.807	0.017	0.457		3	MN	MH
S508u-S514u	126.761	4.971	-125.469	-500.237	66.840	-233.750	-238.721	2.10	141.807	0.015	0.457		3	MN	
S509a-S515a	122.005	4.570	-7.472	340.287	116.690	246.420	241.851	1.41	156.798	0.026	0.505		3	MN	MH
S509u-S515u	106.705	-5.598	-7.472	-392.336	102.180	-242.920	-237.322	1.65	156.798	0.023	0.505		3	MN	
S510a-S516a	122.001	-4.527	7.464	340.285	127.560	249.060	253.587	1.34	157.537	0.028	0.507		3	MN	MH
S510u-S516u	106.701	5.549	7.464	-392.332	111.470	-244.990	-250.539	1.57	157.537	0.025	0.507		3	MN	
S511a-S517a	142.189	4.765	125.477	445.891	216.720	269.720	264.955	1.68	152.661	0.048	0.492		3	MN	MH
S511u-S517u	126.889	-4.953	125.477	-500.262	191.910	-264.140	-259.187	1.93	152.661	0.043	0.492		3	MN	
S212a-S218a	87.343	8.303	-192.287	163.038	-21.080	100.270	91.967	1.77	56.330	-0.005	0.190		3	MN	MH
S512u-S518u	72.043	-8.7613	-192.287	-169.864	-30.3	-99.13	-90.3687	1.88	56.330	-0.007	0.190		3	MN	

1. Kat Kolon Hasar Bölgeleri (+Y Yönü)														r_{smr}	Eleman Hasar Bölgesi	
Kesit	N_b	M_b	N_E	M_E	N_K	M_K	M_A	r	V_e	$N_K/(A_c f_{cm})$	$V_e/(b_w df_{ctk})$	MN				
S101a-S119a	435.637	11.383	-475.989	181.434	-	-	-	<1	61.161	-	0.197	3	MN		MH	
S101u-S119u	420.337	-23.390	-475.989	-43.970	-	-	-	<1	61.161	-	0.197	3	MN			
S102a-S120a	764.937	19.424	-337.263	214.434	-	-	-	<1	74.676	-	0.241	3	MN		MH	
S102u-S120u	749.637	-40.130	-337.263	-45.678	-	-	-	<1	74.676	-	0.241	3	MN			
S103a-S121a	720.791	17.885	-987.268	206.128	-101.130	189.470	171.585	1.20	61.691	-0.022	0.199	3	MN		MH	
S103u-S121u	705.491	-36.917	-987.268	-37.882	-	-	-	<1	61.691	-	0.199	3	MN			
S104a-S122a	721.308	17.901	-990.831	208.302	-98.250	190.290	172.389	1.21	61.962	-0.022	0.200	3	MN		MH	
S104u-S122u	706.008	-36.950	-990.831	-38.617	-	-	-	<1	61.962	-	0.200	3	MN			
S105a-S123a	764.842	19.423	-341.816	218.240	-	-	-	<1	74.967	-	0.241	3	MN		MH	
S105u-S123u	749.542	-40.129	-341.816	-47.110	-	-	-	<1	74.967	-	0.241	3	MN			
S106a-S124a	435.562	11.383	-477.773	185.973	-	-	-	<1	61.739	-	0.199	3	MN		MH	
S106u-S124u	420.262	-23.389	-477.773	-45.820	-	-	-	<1	61.739	-	0.199	3	MN			
S107a-S113a	535.102	-7.361	-641.044	233.024	-46.840	204.150	211.511	1.10	89.367	-0.010	0.288	3	MN		MH	
S107u-S113u	519.802	15.139	-641.044	-139.510	-	-	-	<1	89.367	-	0.288	3	MN			
S108a-S114a	909.660	-5.126	82.414	90.779	-	-	-	<1	46.375	-	0.156	3	MN		MH	
S108u-S114u	894.360	10.338	82.414	-82.361	-	-	-	<1	46.375	-	0.156	3	MN			
S109a-S115a	789.328	-0.214	1289.339	101.838	-	-	-	<1	61.225	-	0.206	3	MN		MH	
S109u-S115u	774.028	0.431	1289.339	-106.973	-	-	-	<1	61.225	-	0.206	3	MN			
S110a-S116a	789.318	-0.215	1291.659	102.159	-	-	-	<1	61.416	-	0.207	3	MN		MH	
S110u-S116u	774.018	0.434	1291.659	-107.304	-	-	-	<1	61.416	-	0.207	3	MN			
S111a-S117a	910.464	-5.130	80.675	91.656	-	-	-	<1	46.864	-	0.158	3	MN		MH	
S111u-S117u	895.164	10.346	80.675	-83.156	-	-	-	<1	46.864	-	0.158	3	MN			
S112a-S118a	534.853	-7.361	-646.603	238.676	-41.910	205.410	212.771	1.12	89.907	-0.009	0.290	3	MN		MH	
S112u-S118u	519.553	15.139	-646.603	-143.410	-	-	-	<1	89.907	-	0.290	3	MN			

2. Kat kolon hasar Bölgeleri (+Y yönü)													r _{sınır}	Eleman Hasar Bölgesi	
Kesit	N _b	M _b	N _E	M _E	N _K	M _K	M _A	r	V _e	N _K /(A _c f _{cm})	V _e /(b _w df _{ctk})	MN			
S201a-S219a	347.237	32.5208	-402.234	187.6717	-29.95	208.61	176.0892	1.07	112.381	-0.007	0.362	3	MN	MH	
S201u-S219u	331.937	-30.146	-402.234	-131.755	-	-	-	<1	112.381	-	0.362	3	MN		
S202a-S220a	602.045	52.4048	-284.931	199.4494	-	-	-	<1	128.1709	-	0.413	3	MN	MH	
S202u-S220u	586.745	-49.887	-284.931	-140.041	-	-	-	<1	128.1709	-	0.413	3	MN		
S203a-S221a	569.681	48.2972	-833.499	181.7075	-90.93	192.32	144.0228	1.26	116.806	-0.020	0.376	3	MN	MH	
S203u-S221u	554.381	-46.1977	-833.499	-120.937	-215.93	-157.93	-111.732	1.08	116.806	-0.048	0.376	3	MN		
S204a-S222a	570.084	48.3412	-836.185	182.7715	-89.84	192.52	144.1788	1.27	117.442	-0.020	0.378	3	MN	MH	
S204u-S222u	554.784	-46.2406	-836.185	-121.949	-214.19	-158.5	-112.259	1.09	117.442	-0.048	0.378	3	MN		
S205a-S223a	601.979	52.4036	-288.286	201.5201	-	-	-	<1	128.0602	-	0.412	3	MN	MH	
S205u-S223u	586.679	-49.8859	-288.286	-142.029	-	-	-	<1	128.0602	-	0.412	3	MN		
S206a-S224a	347.169	32.5195	-403.61	190.5065	-27.19	209.31	176.7905	1.08	114.002	-0.006	0.367	3	MN	MH	
S206u-S224u	331.869	-30.1443	-403.61	-134.436	-	-	-	<1	114.002	-	0.367	3	MN		
S207a-S213a	426.09	-20.4904	-526.233	338.1085	40.64	227.13	247.6204	1.37	175.337	0.009	0.565	3	MN	MH	
S207u-S213u	410.79	19.0919	-526.233	-297.62	-4.04	-215.45	-234.542	1.27	175.337	-0.001	0.565	3	MN		
S208a-S214a	712.627	-13.4722	80.566	156.3856	-	-	-	<1	83.466	-	0.281	3	MN	MH	
S208u-S214u	697.327	13.1214	80.566	-153.993	-	-	-	<1	83.466	-	0.281	3	MN		
S209a-S215a	622.161	-0.336	1057.363	199.0676	-	-	-	<1	103.3817	-	0.348	3	MN	MH	
S209u-S215u	606.861	0.076	1057.363	-202.711	-	-	-	<1	103.3817	-	0.348	3	MN		
S210a-S216a	622.169	-0.3394	1058.92	199.533	-	-	-	<1	103.3769	-	0.348	3	MN	MH	
S210u-S216u	606.869	0.0795	1058.92	-203.181	-	-	-	<1	103.3769	-	0.348	3	MN		
S211a-S217a	713.251	-13.4832	79.432	157.4605	-	-	-	<1	84.09	-	0.283	3	MN	MH	
S111u-S117u	697.951	13.1321	79.432	-155.06	-	-	-	<1	84.09	-	0.283	3	MN		
S212a-S218a	425.873	-20.4908	-530.171	343.7778	43.01	227.75	248.2408	1.38	178.615	0.010	0.575	3	MN	MH	
S212u-S218u	410.573	19.0923	-530.171	-303.096	-1.34	-216.29	-235.382	1.29	178.615	0.000	0.575	3	MN		

3. Kat Kolon Hasar Bölgeleri (+Y Yönü)														r _{sınır}	Eleman Hasar Bölgesi	
Kesit	N _b	M _b	N _E	M _E	N _K	M _K	M _A	r	V _e	N _K /(A _c f _{cm})	V _e /(b _w df _{ctk})	MN				
S301a-S319a	256.343	28.819	-297.856	197.607	-18.930	211.560	182.741	1.08	128.991	-0.004	0.415	3	MN	MH		
S301u-S319u	241.043	-29.795	-297.856	-182.348	-44.540	-204.690	-174.896	1.04	128.991	-0.010	0.415	3	MN			
S302a-S320a	441.371	44.916	-212.517	196.654	-	-	-	<1	138.481	-	0.446	3	MN	MH		
S302u-S320u	426.071	-46.575	-212.517	-182.692	-	-	-	<1	138.481	-	0.446	3	MN			
S303a-S321a	418.088	42.745	-616.396	177.630	-95.910	190.900	148.155	1.20	125.303	-0.021	0.404	3	MN	MH		
S303u-S321u	402.788	-44.042	-616.396	-161.614	-125.850	-182.670	-138.628	1.17	125.303	-0.028	0.404	3	MN			
S304a-S322a	418.380	42.785	-618.118	178.467	-95.380	191.100	148.315	1.20	125.875	-0.021	0.405	3	MN	MH		
S304u-S322u	403.080	-44.082	-618.118	-162.641	-124.820	-183.110	-139.028	1.17	125.875	-0.028	0.405	3	MN			
S305a-S323a	441.325	44.915	-214.613	198.283	-	-	-	<1	139.445	-	0.449	3	MN	MH		
S305u-S323u	426.025	-46.574	-214.613	-184.637	-	-	-	<1	139.445	-	0.449	3	MN			
S306a-S324a	256.289	28.817	-298.805	199.961	-17.390	211.910	183.093	1.09	130.497	-0.004	0.420	3	MN	MH		
S306u-S324u	240.989	-29.792	-298.805	-185.119	-42.320	-205.410	-175.618	1.05	130.497	-0.009	0.420	3	MN			
S307a-S313a	314.939	-18.163	-369.798	380.576	69.370	234.640	252.803	1.51	199.805	0.015	0.643	3	MN	MH		
S307u-S313u	299.639	18.582	-369.798	-367.933	50.180	-229.570	-248.152	1.48	199.805	0.011	0.643	3	MN			
S308a-S314a	520.687	-11.712	72.118	171.873	-	-	-	<1	94.104	-	0.317	3	MN	MH		
S308u-S314u	505.387	11.801	72.118	-171.592	-	-	-	<1	94.104	-	0.317	3	MN			
S309a-S315a	454.922	0.304	748.038	223.533	1119.840	198.830	198.526	1.13	93.764	0.249	0.316	2.50	MN	MH		
S309u-S315u	439.622	-0.445	748.038	-225.217	1094.320	-197.550	-197.105	1.14	93.764	0.243	0.316	2.52	MN			
S310a-S316a	454.933	0.300	748.839	223.944	1118.260	198.770	198.470	1.13	93.763	0.249	0.316	2.50	MN	MH		
S310u-S316u	439.633	-0.442	748.839	-225.628	1093.910	-197.550	-197.108	1.14	93.763	0.243	0.316	2.52	MN			
S311a-S317a	521.136	-11.722	71.565	172.785	-	-	-	<1	94.638	-	0.319	3	MN	MH		
S311u-S317u	505.836	11.810	71.565	-172.515	-	-	-	<1	94.638	-	0.319	3	MN			
S212a-S218a	314.771	-18.164	-372.022	385.541	70.570	234.930	253.094	1.52	199.762	0.016	0.643	3	MN	MH		
S312u-S318u	299.471	18.583	-372.022	-373.158	51.780	-229.880	-248.463	1.50	199.762	0.012	0.643	3	MN			

4. Kat Kolon Hasar Bölgeleri (+Y Yönü)														r _{sınır}	Eleman Hasar Bölgesi	
Kesit	N _b	M _b	N _E	M _E	N _K	M _K	M _A	r	V _e	N _K /(A _c f _{cm})	V _e /(b _w df _{ctk})	MN				
S401a-S419a	164.424	29.094	-185.459	175.004	-	-	-	<1	105.043	-	0.338	3	MN		MH	
S401u-S419u	149.124	-27.380	-185.459	-176.113	-	-	-	<1	105.043	-	0.338	3	MN			
S402a-S420a	282.260	46.112	-132.341	176.576	-	-	-	<1	125.509	-	0.404	3	MN		MH	
S402u-S420u	266.960	-43.965	-132.341	-178.030	-	-	-	<1	125.509	-	0.404	3	MN			
S403a-S421a	266.822	43.643	-386.623	154.840	-98.740	190.080	146.437	1.06	117.179	-0.022	0.377	3	MN		MH	
S403u-S421u	251.522	-41.925	-386.623	-158.001	-106.110	-188.230	-146.305	1.08	117.179	-0.024	0.377	3	MN			
S404a-S422a	267.010	43.683	-387.542	155.372	-98.410	190.290	146.607	1.06	117.611	-0.022	0.379	3	MN		MH	
S404u-S422u	251.710	-41.963	-387.542	-158.858	-105.160	-188.230	-146.267	1.09	117.611	-0.023	0.379	3	MN			
S405a-S423a	282.230	46.111	-133.384	177.668	-	-	-	<1	125.554	-	0.404	3	MN		MH	
S405u-S423u	266.930	-43.964	-133.384	-179.636	-	-	-	<1	125.554	-	0.404	3	MN			
S406a-S424a	164.390	29.092	-186.009	176.561	-	-	-	<1	105.058	-	0.338	3	MN		MH	
S406u-S424u	149.090	-27.377	-186.009	-178.393	-37.830	-206.490	-179.113	1.00	105.058	-0.008	0.338	3	MN			
S407a-S413a	201.732	-18.162	-209.116	361.694	57.440	231.380	249.542	1.45	189.290	0.013	0.610	3	MN		MH	
S407u-S413u	186.432	17.299	-209.116	-361.354	44.430	-228.050	-245.349	1.47	189.290	0.010	0.610	3	MN			
S408a-S414a	330.396	-11.733	60.432	172.823	386.050	147.290	159.023	1.09	94.841	0.086	0.319	3	MN		MH	
S408u-S414u	315.096	11.575	60.432	-172.944	370.050	-145.670	-157.245	1.10	94.841	0.082	0.319	3	MN			
S409a-S415a	288.373	0.695	446.983	228.028	612.530	166.000	165.305	1.38	93.006	0.136	0.313	2.88	MN		MH	
S409u-S415u	273.073	-0.806	446.983	-227.870	594.500	-164.640	-163.834	1.39	93.006	0.132	0.313	2.89	MN			
S410a-S416a	288.380	0.691	447.256	228.353	611.820	165.960	165.269	1.38	93.006	0.136	0.313	2.88	MN		MH	
S410u-S416u	273.080	-1.803	447.256	-228.192	592.010	-164.470	-162.667	1.40	93.006	0.132	0.313	2.89	MN			
S411a-S417a	330.683	-11.742	60.276	173.518	385.890	147.240	158.982	1.09	95.249	0.086	0.321	3	MN		MH	
S411u-S417u	315.383	11.584	60.276	-173.653	369.910	-145.560	-157.144	1.11	95.249	0.082	0.321	3	MN			
S212a-S218a	201.623	-18.162	-210.005	365.295	57.880	231.680	249.842	1.46	189.341	0.013	0.610	3	MN		MH	
S412u-S418u	186.323	17.300	-210.005	-365.403	45.220	-228.360	-245.660	1.49	189.341	0.010	0.610	3	MN			

5. Kat Kolon Hasar Bölgeleri (+Y Yönü)													$r_{s\text{mir}}$	Eleman Hasar Bölgesi	
Kesit	N_b	M_b	N_E	M_E	N_K	M_K	M_A	r	V_e	$N_K/(A_c f_{cm})$	$V_e/(b_w df_{ctk})$		MN		
S501a-S519a	71.364	33.357	-74.713	180.209	-	-	-	<1	86.275	-	0.278		3	MN	
S501u-S519u	56.064	-41.376	-74.713	-242.157	1.880	-216.950	-175.575	1.38	86.275	0.0004	0.278		3	MN	MH
S502a-S520a	123.683	51.626	-46.990	180.117	-	-	-	<1	103.985	-	0.335		3	MN	
S502u-S520u	108.383	-61.855	-46.990	-240.043	74.310	-235.800	-173.945	1.38	103.985	0.017	0.335		3	MN	MH
S503a-S521a	115.145	48.662	-168.410	151.049	-	-	-	<1	97.430	-	0.314		3	MN	
S503u-S521u	99.845	-57.485	-168.410	-200.177	-27.710	-209.140	-151.655	1.32	97.430	-0.006	0.314		3	MN	MH
S504a-S522a	115.229	48.708	-168.766	151.272	-	-	-	<1	97.313	-	0.313		3	MN	
S504u-S522u	99.929	-57.541	-168.766	-200.732	-27.520	-209.140	-151.599	1.32	97.313	-0.006	0.313		3	MN	MH
S505a-S523a	123.667	51.626	-47.306	180.653	-	-	-	<1	103.797	-	0.334		3	MN	
S505u-S523u	108.367	-61.855	-47.306	-241.147	74.250	-235.800	-173.945	1.39	103.797	0.017	0.334		3	MN	MH
S506a-S524a	71.351	33.354	-74.959	181.011	-	-	-	<1	86.076	-	0.277		3	MN	
S506u-S524u	56.051	-41.372	-74.959	-243.772	2.070	-216.950	-175.578	1.39	86.076	0.0005	0.277		3	MN	MH
S507a-S513a	87.387	-20.166	-57.312	357.917	47.520	228.970	249.136	1.44	133.492	0.011	0.430		3	MN	
S507u-S513u	72.087	24.052	-57.312	-413.369	37.400	-226.210	-250.262	1.65	133.492	0.008	0.430		3	MN	MH
S508a-S514a	142.061	-11.803	52.385	165.397	185.460	125.270	137.073	1.21	92.275	0.041	0.311		3	MN	
S508u-S514u	126.761	12.191	52.385	-172.332	167.900	-123.230	-135.421	1.27	92.275	0.037	0.311		3	MN	MH
S509a-S515a	122.005	0.877	200.636	218.963	242.010	131.740	130.863	1.67	131.054	0.054	0.441		3	MN	
S509u-S515u	106.705	-0.838	200.636	-224.906	221.350	-129.400	-128.562	1.75	131.054	0.049	0.441		3	MN	MH
S510a-S516a	122.001	0.874	200.699	219.179	241.770	131.740	130.866	1.67	131.181	0.054	0.442		3	MN	
S510u-S516u	106.701	-0.835	200.699	-225.127	221.390	-129.400	-128.566	1.75	131.181	0.049	0.442		3	MN	MH
S511a-S517a	142.189	-11.812	52.453	165.824	185.570	125.330	137.142	1.21	92.528	0.041	0.312		3	MN	
S511u-S517u	126.889	12.201	52.453	-172.785	168.020	-123.230	-135.431	1.28	92.528	0.037	0.312		3	MN	MH
S212a-S218a	87.343	-20.167	-57.390	360.028	47.640	228.970	249.137	1.45	133.243	0.011	0.429		3	MN	
S512u-S518u	72.043	24.053	-57.390	-416.083	37.560	-226.210	-250.263	1.66	133.243	0.008	0.429		3	MN	MH

1.Kat Perde Hasar Değerlendirmesi (+X Yönü)										
Kesit	N _D	M _D	N _E	M _E	N _K	M _K	M _A	r	r _{sınır} MN	Eleman Hasar Bölgesi
S125a-S127a	1294.299	-2.7021	-238.867	-351.6038	-	-	-	<1	3	MN
S125u-S127u	-1207.599	-5.3591	238.867	-130.9023	-	-	-	<1	3	MH
S126a-S128a	1294.542	2.6152	239.052	-351.6079	-	-	-	<1	3	MN
S126u-S128u	-1207.842	5.1397	-239.052	-130.9104	-	-	-	<1	3	MN
S129a-S131a	1405.607	0.3184	-610.083	-12576.2964	1254.572	-4305.31	-4305.63	2.92	3	MN
S129u-S131u	-1341.857	-2.1112	610.083	4176.4653	-1060.72	1962.949	1965.06	2.13	3	MN
S130a-S132a	1405.425	0.6953	610.098	-12576.2964	1642.282	-4633.06	-4633.76	2.71	3	MN
S130u-S132u	-1341.675	1.5053	-610.098	4176.4649	-1503.29	1419.665	1418.16	2.94	3	MN

2.Kat Perde Hasar Değerlendirmesi (+X Yönü)										
Kesit	N _D	M _D	N _E	M _E	N _K	M _K	M _A	r	r _{sınır} MN	Eleman Hasar Bölgesi
S225a-s227a	1034.391	-7.755	-192.773	-373.8133	-	-	-	<1	3	MN
S225u-s227u	-947.691	-7.4421	192.773	-302.3092	-	-	-	<1	3	MN
S226a-s228a	1034.59	7.4794	192.932	-373.8263	-	-	-	<1	3	MN
S226u-s228u	-947.89	7.173	-192.932	-302.323	-	-	-	<1	3	MN
s229a-s231a	1114.643	-0.3738	-469.84	-5996.4682	835.173	-4056.77	-4056.39	1.48	3	MN
s229u-s231u	-1050.893	3.8275	469.84	-110.6379	-	-	-	<1	3	MN
s230a-s232a	1114.51	1.1942	469.851	-5996.4685	1515.82	-4777.29	-4778.49	1.25	3	MN
s230u-s232u	-1050.76	-4.0061	-469.851	-110.6386	-	-	-	<1	3	MN

3.Kat Perde Hasar Değerlendirmesi (+X Yönü)										
Kesit	N _b	M _b	N _E	M _E	N _K	M _K	M _A	r	r _{sınır} MN	Eleman Hasar Bölgesi
S325a-S327a	772.2	-7.5702	-133.074	-367.6497	-	-	-	<1	3	MN
S325u-S327u	-685.5	-7.9994	133.074	-371.6559	-608.513	-301.039	-293.04	1.27	3	MN
S326a-S328a	772.349	7.3333	133.18	-367.6643	-	-	-	<1	3	MN
S326u-S328u	-685.649	7.7503	-133.18	-371.6705	-782.374	-277.504	-285.254	1.30	3	MN
S329a-S331a	823.843	5.1178	-309.119	-2199.8246	-	-	-	<1	3	MN
S329u-S331u	-760.093	7.0514	309.119	-2207.7967	-	-	-	<1	3	MN
S330a-S332a	823.75	-4.6573	309.125	-2199.8252	-	-	-	<1	3	MN
S330u-S332u	-760	-7.0554	-309.125	-2207.7972	-987.654	-1759.66	-1752.61	1.26	3	MN

4.Kat Perde Hasar Değerlendirmesi (+X Yönü)										
Kesit	N _b	M _b	N _E	M _E	N _K	M _K	M _A	r	r _{sınır} MN	Eleman Hasar Bölgesi
S425a-S427a	507.774	-7.9298	-76.383	-290.1479	-	-	-	<1	3	MN
S425u-S427u	-421.074	-7.4193	76.383	-329.0112	-303.889	-222.736	-215.317	1.53	3	MN
S426a-S428a	507.872	7.6997	76.43	-290.1615	-	-	-	<1	3	MN
S426u-S428u	-421.172	7.2009	-76.43	-329.0238	-457.86	-201.646	-208.847	1.58	3	MN
S429a-S431a	534.122	8.0493	-170.341	28.3186	-	-	-	<1	3	MN
S429u-S431u	-470.372	9.3258	170.341	-2735.9754	-292.826	-1814.05	-1823.38	1.50	3	MN
S430a-S432a	534.061	-7.7365	170.342	28.3181	-	-	-	<1	3	MN
S430u-S432u	-470.311	-9.2688	-170.342	-2735.9756	-479.804	-1539.95	-1530.68	1.79	3	MN

5.Kat Perde Hasar Değerlendirmesi (+X Yönü)										
Kesit	N _b	M _b	N _E	M _E	N _k	M _k	M _A	r	r _{snir} MN	Eleman Hasar Bölgesi
S525a-S527a	242.054	-9.7733	-31.57	-244.5017	-	-	-	<1	3	MN
S525u-S527u	-155.354	-12.6354	31.57	-327.9614	-111.908	-252.273	-239.638	1.37	3	MH
S526a-S528a	242.096	9.4926	31.563	-244.5138	-	-	-	<1	3	MN
S526u-S528u	-155.396	12.2684	-31.563	-327.9743	-156.25	-240.424	-252.692	1.30	3	MN
S529a-S531a	245.717	10.4961	-61.925	949.9573	-	-	-	<1	3	MN
S529u-S531u	-181.967	13.1409	61.925	-1098.7861	-	-	-	<1	3	MN
S530a-S532a	245.683	-10.2238	61.923	949.9576	-	-	-	<1	3	MN
S530u-S532u	-181.933	-12.8846	-61.923	-1098.7828	-	-	-	<1	3	MN

1. Kat Perde Hasar Değerlendirmesi (+Y Yönü)										r _{snir} MN	Eleman Hasar Bölgesi	
Kesit	N _b	M _b	N _e	M _e	N _k	M _k	M _a	r				
S125a-s127a	1294.299	0.6777	1104.7	-19125.7176	1748.691	-9559.04	-9559.72	2.00		3	MN	
S125u-s127u	-1207.599	-27.337	-1104.7	10022.463	-1811.52	4667.414	4694.751	2.13		3	MN	MH
S126a-s128a	1294.542	0.6747	1103.724	-19185.9169	1786.108	-9815.37	-9816.05	1.95		3	MN	
S126u-s128u	-1207.842	-27.323	-1103.724	10037.9994	-1857.77	4721.175	4748.498	2.11		3	MN	MH
s129a-s131a	1405.607	13.0414	532.028	-288.1377	-	-	-	<1		3	MN	
s129u-s131u	-1341.857	25.961	-532.028	-148.8495	-1875	-117.721	-143.682	1.04		3	MN	MH
s130a-s132a	1405.425	13.0418	536.734	-293.1099	-	-	-	<1		3	MN	
s130u-s132u	-1341.675	25.9615	-536.734	-151.8704	-1875	-117.721	-143.683	1.06		3	MN	MH

2. Kat Perde Hasar Değerlendirmesi (+Y Yönü)										r _{snir} MN	Eleman Hasar Bölgesi	
Kesit	N _b	M _b	N _e	M _e	N _k	M _k	M _a	r				
S225a-S227a	1034.391	-26.2556	915.459	-10948.6298	1679.307	-8576.16	-8549.9	1.28		3	MN	
S225u-S227u	-947.691	-27.7951	-915.459	3671.922	-1830.99	3417.218	3445.013	1.07		3	MN	MH
S226a-S228a	1034.59	-26.2443	914.775	-10968.2474	1673.889	-8549.67	-8523.42	1.29		3	MN	
S226u-S228u	-947.89	-27.7737	-914.775	3667.5926	-1863.49	3456.954	3484.728	1.05		3	MN	MH
S229a-S231a	1114.643	34.2438	430.974	-369.5912	-	-	-	<1		3	MN	
S229u-S231u	-1050.893	32.687	-430.974	-319.9657	-1345.31	-188.014	-220.701	1.45		3	MN	MH
S230a-S232a	1114.51	34.2446	434.386	-373.7391	-	-	-	<1		3	MN	
S230u-S232u	-1050.76	32.6877	-434.386	-323.9979	-1326.31	-191.805	-224.493	1.44		3	MN	MH

3. Kat Perde Hasar Değerlendirmesi (+Y Yünü)										
Kesit	N _b	M _b	N _E	M _E	N _k	M _k	M _A	r	r _{sınır} MN	Eleman Hasar Bölgesi
S325a-S327a	772.2	-27.3205	658.179	-4974.96	-	-	-	<1	3	MN
S325u-S327u	-685.5	-29.6953	-658.179	-410.6337	-	-	-	<1	3	MN
S326a-S328a	772.349	-27.2989	657.786	-4975.3378	-	-	-	<1	3	MN
S326u-S328u	-685.649	-29.6695	-657.786	-422.6611	-	-	-	<1	3	MN
S329a-S331a	823.843	28.3993	300.482	-375.5861	-	-	-	<1	3	MN
S329u-S331u	-760.093	29.3298	-300.482	-364.7996	-913.391	-212.805	-242.135	1.51	3	MN
S330a-S332a	823.75	28.4	302.543	-378.8597	-	-	-	<1	3	MN
S330u-S332u	-760	29.3306	-302.543	-368.3431	-938.865	-211.635	-240.966	1.53	3	MN

4. Kat Perde Hasar Değerlendirmesi (+Y Yünü)										
Kesit	N _b	M _b	N _E	M _E	N _k	M _k	M _A	r	r _{sınır} MN	Eleman Hasar Bölgesi
S425a-S427a	507.774	-29.412	394.685	-960.1577	-	-	-	<1	3	MN
S425u-S427u	-421.074	-30.7172	-394.685	-2269.6317	-810.345	-1981.61	-1950.9	1.16	3	MN
S426a-S428a	507.872	-29.3863	394.513	-952.1118	-	-	-	<1	3	MN
S426u-S428u	-421.172	-30.686	-394.513	-2283.5267	-784.483	-1950.97	-1920.28	1.19	3	MN
S429a-S431a	534.122	29.1431	170.888	-360.7241	739.796	-331.384	-360.527	1.00	3	MN
S429u-S431u	-470.372	28.032	-170.888	-361.2197	-561.224	-179.311	-207.343	1.74	3	MN
S430a-S432a	534.061	29.1439	171.876	-363.1214	721.574	-331.551	-360.695	1.01	3	MN
S430u-S432u	-470.311	28.0328	-171.876	-364.015	-575.801	-177.306	-205.339	1.77	3	MN

5. Kat Perde Hasar Değerlendirmesi (+Y Yönü)										
Kesit	N _b	M _b	N _E	M _E	N _k	M _k	M _A	r	r _{snir} MN	Eleman Hasar Bölgesi
S525a-S527a	242.054	-29.6942	155.589	992.0462	-	-	-	<1	3	MN
S525u-S527u	-155.354	-66.6338	-155.589	-946.9153	-	-	-	<1	3	MH
S526a-S528a	242.096	-29.6655	155.519	1003.2	-	-	-	<1	3	MN
S526u-S528u	-155.396	-66.5775	-155.519	-948.7243	-	-	-	<1	3	MN
S529a-S531a	245.717	31.8163	46.346	-356.5805	285.924	-222.622	-254.438	1.40	3	MN
S529u-S531u	-181.967	36.6327	-46.346	-412.5665	-186.95	-165.724	-202.357	2.04	3	MN
S530a-S532a	245.683	31.8174	46.589	-357.9259	304.252	-225.535	-257.352	1.39	3	MN
S530u-S532u	-181.933	36.6342	-46.589	-414.383	-175.953	-164.01	-200.644	2.07	3	MN

DOĞRUSAL OLMAYAN YÖNTEMLE YAPILMIŞ HESAP SONUÇLARI

Bu bölümde Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü yöntemine göre yapılmış olan analiz sonuçları

- Kirişler
- Kolonlar
- Perdeler

için verilmiştir.

İtme Analizi Sonucu Kiriş Hasar Değerlendirmesi (+ X Yönü)										
Kiriş No	Mafsalsal	θ_p	ϕ_p	ϕ_y	ϕ_t	E_c	E_s	E_c için	E_s için	Hasar Bölgesi
K101	Sol	0.000766	0.002553	0.005621	0.008174	-0.000686	0.003681	MN	MN	MH
K101	Sağ	-0.000270	-0.000900	-0.005777	-0.006677	-0.000391	0.003182	MN	MN	
K102	Sol	0.000164	0.000547	0.005607	0.006154	-0.000561	0.002730	MN	MN	MH
K102	Sağ	-0.000036	-0.000120	-0.005720	-0.005840	-0.000387	0.002739	MN	MN	
K103	Sol	0.000609	0.002030	0.005607	0.007637	-0.000645	0.003440	MN	MN	MH
K103	Sağ	-0.002493	-0.008310	-0.005926	-0.014236	-0.000804	0.006815	MN	MN	
K104	Sol	0.003466	0.011553	0.005513	0.017066	-0.001318	0.007811	MN	MN	MH
K104	Sağ	-0.002993	-0.009977	-0.005926	-0.015903	-0.000858	0.007654	MN	MN	
K105	Sol	0.002315	0.007717	0.005513	0.013230	-0.001133	0.005943	MN	MN	MH
K105	Sağ	-0.000698	-0.002327	-0.005720	-0.008047	-0.000473	0.003834	MN	MN	
K106	Sağ	-0.000485	-0.001617	-0.005720	-0.007337	-0.000445	0.003481	MN	MN	MH
K107	Sol	0.000282	0.000940	0.005541	0.006481	-0.000572	0.002890	MN	MN	
K107	Sağ	-0.001815	-0.006050	-0.005761	-0.011811	-0.000543	0.005777	MN	MN	BH
K108	Sağ	-0.007178	-0.023927	-0.006419	-0.030346	-0.001370	0.014763	MN	GV	
K109	Sol	0.006352	0.021173	0.006012	0.027185	-0.002197	0.012276	MN	GV	BH
K109	Sağ	-0.004084	-0.013613	-0.006342	-0.019955	-0.001165	0.009474	MN	MN	
K110	Sol	0.002596	0.008653	0.005475	0.014128	-0.001115	0.006423	MN	MN	MH
K110	Sağ	-0.001781	-0.005937	-0.005959	-0.011896	-0.000537	0.005809	MN	MN	
K111	Sol	0.003316	0.011053	0.005455	0.016508	-0.001442	0.007368	MN	MN	MH
K111	Sağ	-0.001374	-0.004580	-0.005959	-0.010539	-0.000505	0.005118	MN	MN	
K112	Sol	0.003283	0.010943	0.005455	0.016398	-0.001435	0.007315	MN	MN	MH
K112	Sağ	-0.001191	-0.003970	-0.005933	-0.009903	-0.000557	0.004726	MN	MN	
K113	Sol	0.006099	0.020330	0.005982	0.026312	-0.001930	0.012074	MN	GV	BH
K113	Sağ	-0.009788	-0.032627	-0.006405	-0.039032	-0.001909	0.018905	MN	GV	

K114	Sol	0.005801	0.019337	0.005919	0.025256	-0.002290	0.011131	MN	GV	BH
K114	Sağ	-0.002069	-0.006897	-0.006370	-0.013267	-0.000713	0.006337	MN	MN	
K115	Sağ	-0.007178	-0.023927	-0.006419	-0.030346	-0.001370	0.014763	MN	GV	BH
K116	Sol	0.006352	0.021173	0.006012	0.027185	-0.002197	0.012276	MN	GV	BH
K116	Sağ	-0.004084	-0.013613	-0.006342	-0.019955	-0.001165	0.009474	MN	MN	
K117	Sol	0.002596	0.008653	0.005475	0.014128	-0.001115	0.006423	MN	MN	MH
K117	Sağ	-0.001781	-0.005937	-0.005959	-0.011896	-0.000537	0.005809	MN	MN	
K118	Sol	0.003316	0.011053	0.005455	0.016508	-0.001442	0.007368	MN	MN	MH
K118	Sağ	-0.001374	-0.004580	-0.005959	-0.010539	-0.000505	0.005118	MN	MN	
K119	Sol	0.003283	0.010943	0.005455	0.016398	-0.001435	0.007315	MN	MN	MH
K119	Sağ	-0.001191	-0.003970	-0.005933	-0.009903	-0.000557	0.004726	MN	MN	
K120	Sol	0.006099	0.020330	0.005982	0.026312	-0.001930	0.012074	MN	GV	BH
K120	Sağ	-0.009788	-0.032627	-0.006405	-0.039032	-0.001909	0.018905	MN	GV	
K121	Sol	0.005801	0.019337	0.005919	0.025256	-0.002290	0.011131	MN	GV	BH
K121	Sağ	-0.002069	-0.006897	-0.006370	-0.013267	-0.000713	0.006337	MN	MN	
K122	Sol	0.000766	0.002553	0.005621	0.008174	-0.000686	0.003681	MN	MN	MH
K122	Sağ	-0.000270	-0.000900	-0.005777	-0.006677	-0.000391	0.003182	MN	MN	
K123	Sol	0.000164	0.000547	0.005607	0.006154	-0.000561	0.002730	MN	MN	MH
K123	Sağ	-0.000036	-0.000120	-0.005720	-0.005840	-0.000387	0.002739	MN	MN	
K124	Sol	0.000609	0.002030	0.005607	0.007637	-0.000645	0.003440	MN	MN	MH
K124	Sağ	-0.002493	-0.008310	-0.005926	-0.014236	-0.000804	0.006815	MN	MN	
K125	Sol	0.003466	0.011553	0.005513	0.017066	-0.001318	0.007811	MN	MN	MH
K125	Sağ	-0.002993	-0.009977	-0.005926	-0.015903	-0.000858	0.007654	MN	MN	
k126	Sol	0.002315	0.007717	0.005513	0.013230	-0.001133	0.005943	MN	MN	MH
k126	Sağ	-0.000698	-0.002327	-0.005720	-0.008047	-0.000473	0.003834	MN	MN	
K127	Sağ	-0.000485	-0.001617	-0.005720	-0.007337	-0.000445	0.003481	MN	MN	MH

K128	Sol	0.000282	0.000940	0.005541	0.006481	-0.000572	0.002890	MN	MN	MH
K128	Sağ	-0.001815	-0.006050	-0.005761	-0.011811	-0.000543	0.005777	MN	MN	
K201	Sol	0.000159	0.000530	0.005472	0.006002	-0.000594	0.002613	MN	MN	MH
K201	Sağ	-0.000119	-0.000397	-0.005761	-0.006158	-0.000370	0.002926	MN	MN	
K203	Sol	0.000080	0.000267	0.005589	0.005856	-0.000548	0.002585	MN	MN	MH
K203	Sağ	-0.000090	-0.000300	-0.006089	-0.006389	-0.000589	0.002831	MN	MN	
K204	Sol	0.000370	0.001233	0.005627	0.006860	-0.000618	0.003038	MN	MN	MH
K204	Sağ	-0.004388	-0.014627	-0.005683	-0.020310	-0.001191	0.009635	MN	MN	
K205	Sol	0.000640	0.002133	0.005571	0.007704	-0.000930	0.003191	MN	MN	MH
K205	Sağ	-0.000729	-0.002430	-0.005625	-0.008055	-0.000515	0.003796	MN	MN	
K207	Sol	0.000038	0.000127	0.005621	0.005748	-0.000540	0.002530	MN	MN	MH
K207	Sağ	-0.000547	-0.001823	-0.005787	-0.007610	-0.000463	0.003611	MN	MN	
K208	Sağ	-0.006145	-0.020483	-0.006611	-0.027094	-0.001301	0.013099	MN	GV	BH
K209	Sol	0.006388	0.021293	0.006059	0.027352	-0.002489	0.012014	MN	GV	BH
K209	Sağ	-0.001769	-0.005897	-0.006539	-0.012436	-0.001004	0.005601	MN	MN	
K210	Sol	0.000038	0.000127	0.005472	0.005599	-0.000716	0.002260	MN	MN	MH
K211	Sol	0.001530	0.005100	0.005407	0.010507	-0.001240	0.004343	MN	MN	MH
K212	Sol	0.001599	0.005330	0.005441	0.010771	-0.001262	0.004462	MN	MN	MH
K213	Sol	0.002764	0.009213	0.006038	0.015251	-0.001448	0.006639	MN	MN	BH
K213	Sağ	-0.009143	-0.030477	-0.006647	-0.037124	-0.001989	0.017727	MN	GV	
K214	Sol	0.006137	0.020457	0.005838	0.026295	-0.002886	0.011090	MN	GV	BH
K214	Sağ	-0.000643	-0.002143	-0.006396	-0.008539	-0.000583	0.003955	MN	MN	
K215	Sağ	-0.006145	-0.020483	-0.006611	-0.027094	-0.001301	0.013099	MN	GV	BH
K216	Sol	0.006388	0.021293	0.006059	0.027352	-0.002489	0.012014	MN	GV	BH
K216	Sağ	-0.001769	-0.005897	-0.006539	-0.012436	-0.001004	0.005601	MN	MN	MH
K217	Sol	0.000038	0.000127	0.005472	0.005599	-0.000716	0.002260	MN	MN	MH

K218	Sol	0.001530	0.005100	0.005407	0.010507	-0.001240	0.004343	MN	MN	MH
K219	Sol	0.001599	0.005330	0.005441	0.010771	-0.001262	0.004462	MN	MN	MH
K220	Sol	0.002764	0.009213	0.006038	0.015251	-0.001448	0.006639	MN	MN	BH
K220	Sağ	-0.009143	-0.030477	-0.006647	-0.037124	-0.001989	0.017727	MN	GV	
K221	Sol	0.006137	0.020457	0.005838	0.026295	-0.002886	0.011090	MN	GV	BH
K221	Sağ	-0.000643	-0.002143	-0.006396	-0.008539	-0.000583	0.003955	MN	MN	
K222	Sol	0.000159	0.000530	0.005472	0.006002	-0.000594	0.002613	MN	MN	MH
K222	Sağ	-0.000119	-0.000397	-0.005761	-0.006158	-0.000370	0.002926	MN	MN	
K224	Sol	0.000080	0.000267	0.005589	0.005856	-0.000548	0.002585	MN	MN	MH
K224	Sağ	-0.000090	-0.000300	-0.006089	-0.006389	-0.000589	0.002831	MN	MN	
K225	Sol	0.000370	0.001233	0.005627	0.006860	-0.000618	0.003038	MN	MN	MH
K225	Sağ	-0.004388	-0.014627	-0.005683	-0.020310	-0.001191	0.009635	MN	MN	
K226	Sol	0.000640	0.002133	0.005571	0.007704	-0.000930	0.003191	MN	MN	MH
K226	Sağ	-0.000729	-0.002430	-0.005625	-0.008055	-0.000515	0.003796	MN	MN	
K228	Sol	0.000038	0.000127	0.005621	0.005748	-0.000540	0.002530	MN	MN	MH
K228	Sağ	-0.000547	-0.001823	-0.005787	-0.007610	-0.000463	0.003611	MN	MN	
K301	Sol	0.000595	0.001983	0.005553	0.007536	-0.000592	0.003434	MN	MN	MH
K303	Sağ	-0.000294	-0.000980	-0.006052	-0.007032	-0.000558	0.003205	MN	MN	MH
K304	Sol	0.002128	0.007093	0.005553	0.012646	-0.001288	0.005475	MN	MN	MH
K304	Sağ	-0.000312	-0.001040	-0.006128	-0.007168	-0.000561	0.003276	MN	MN	
K305	Sol	0.000253	0.000843	0.005493	0.006336	-0.000812	0.002577	MN	MN	MH
K307	Sağ	-0.002026	-0.006753	-0.005666	-0.012419	-0.000560	0.006087	MN	MN	MH
K308	Sağ	-0.004324	-0.014413	-0.006487	-0.020900	-0.001047	0.010060	MN	GV	BH
K309	Sol	0.005328	0.017760	0.006020	0.023780	-0.002245	0.010364	MN	GV	BH
K309	Sağ	-0.000747	-0.002490	-0.006527	-0.009017	-0.000830	0.003959	MN	MN	
K311	Sol	0.000823	0.002743	0.005407	0.008150	-0.001055	0.003278	MN	MN	MH

K312	Sol	0.001288	0.004293	0.005440	0.009733	-0.001182	0.003991	MN	MN	MH
K313	Sol	0.000363	0.001210	0.006039	0.007249	-0.000891	0.002952	MN	MN	BH
K313	Sağ	-0.007081	-0.023603	-0.006620	-0.030223	-0.001572	0.014481	MN	GV	
K314	Sol	0.004997	0.016657	0.005800	0.022457	-0.002334	0.009602	MN	MN	MH
K314	Sağ	-0.000114	-0.000380	-0.006455	-0.006835	-0.000490	0.003143	MN	MN	
K315	Sağ	-0.004324	-0.014413	-0.006487	-0.020900	-0.001047	0.010060	MN	GV	BH
K316	Sol	0.005328	0.017760	0.006020	0.023780	-0.002245	0.010364	MN	GV	BH
K316	Sağ	-0.000747	-0.002490	-0.006527	-0.009017	-0.000830	0.003959	MN	MN	
K318	Sol	0.000823	0.002743	0.005407	0.008150	-0.001055	0.003278	MN	MN	MH
K319	Sol	0.001288	0.004293	0.005440	0.009733	-0.001182	0.003991	MN	MN	MH
K320	Sol	0.000363	0.001210	0.006039	0.007249	-0.000891	0.002952	MN	MN	BH
K320	Sağ	-0.007081	-0.023603	-0.006620	-0.030223	-0.001572	0.014481	MN	GV	
K321	Sol	0.004997	0.016657	0.005800	0.022457	-0.002334	0.009602	MN	MN	MH
K321	Sağ	-0.000114	-0.000380	-0.006455	-0.006835	-0.000490	0.003143	MN	MN	
K322	Sol	0.000595	0.001983	0.005553	0.007536	-0.000592	0.003434	MN	MN	MH
K324	Sağ	-0.000294	-0.000980	-0.006052	-0.007032	-0.000558	0.003205	MN	MN	MH
K325	Sol	0.002128	0.007093	0.005553	0.012646	-0.001288	0.005475	MN	MN	MH
K325	Sağ	-0.000312	-0.001040	-0.006128	-0.007168	-0.000561	0.003276	MN	MN	
K326	Sol	0.000253	0.000843	0.005493	0.006336	-0.000812	0.002577	MN	MN	MH
K328	Sağ	-0.002026	-0.006753	-0.005666	-0.012419	-0.000560	0.006087	MN	MN	MH
K403	Sağ	-0.000181	-0.000603	-0.005912	-0.006515	-0.000512	0.002975	MN	MN	MH
K404	Sol	0.001179	0.003930	0.005510	0.009440	-0.000936	0.004113	MN	MN	MH
K404	Sağ	-0.000838	-0.002793	-0.005926	-0.008719	-0.000611	0.004055	MN	MN	
K408	Sağ	-0.003121	-0.010403	-0.006212	-0.016615	-0.000753	0.008076	MN	MN	MH
K409	Sol	0.003625	0.012083	0.006042	0.018125	-0.001936	0.007674	MN	MN	MH
K411	Sol	0.000379	0.001263	0.005435	0.006698	-0.000828	0.002745	MN	MN	MH

K412	Sol	0.001816	0.006053	0.005401	0.011454	-0.001140	0.004948	MN	MN	MH
K413	Sağ	-0.004252	-0.014173	-0.006539	-0.020712	-0.001081	0.009918	MN	MN	MH
K414	Sol	0.003470	0.011567	0.005762	0.017329	-0.001649	0.007563	MN	MN	MH
K415	Sağ	-0.003121	-0.010403	-0.006212	-0.016615	-0.000753	0.008076	MN	MN	MH
K416	Sol	0.003625	0.012083	0.006042	0.018125	-0.001936	0.007674	MN	MN	MH
K418	Sol	0.000379	0.001263	0.005435	0.006698	-0.000828	0.002745	MN	MN	MH
K419	Sol	0.001816	0.006053	0.005401	0.011454	-0.001140	0.004948	MN	MN	MH
K420	Sağ	-0.004252	-0.014173	-0.006539	-0.020712	-0.001081	0.009918	MN	MN	MH
K421	Sol	0.003470	0.011567	0.005762	0.017329	-0.001649	0.007563	MN	MN	MH
K424	Sağ	-0.000181	-0.000603	-0.005912	-0.006515	-0.000512	0.002975	MN	MN	MH
K425	Sol	0.001179	0.003930	0.005510	0.009440	-0.000936	0.004113	MN	MN	MH
K425	Sağ	-0.000838	-0.002793	-0.005926	-0.008719	-0.000611	0.004055	MN	MN	MH
K504	Sol	0.000366	0.001220	0.005573	0.006793	-0.000640	0.002994	MN	MN	MH
K504	Sağ	-0.000045	-0.000150	-0.005806	-0.005956	-0.000387	0.002801	MN	MN	MH
K508	Sağ	-0.002223	-0.007410	-0.006076	-0.013486	-0.000608	0.006587	MN	MN	MH
K509	Sol	0.002231	0.007437	0.005963	0.013400	-0.001225	0.005906	MN	MN	MH
K512	Sol	0.000536	0.001787	0.005534	0.007321	-0.000734	0.003171	MN	MN	MH
K513	Sağ	-0.002751	-0.009170	-0.006203	-0.015373	-0.000743	0.007455	MN	MN	MH
K514	Sol	0.002166	0.007220	0.005834	0.013054	-0.001147	0.005818	MN	MN	MH
K515	Sağ	-0.002223	-0.007410	-0.006076	-0.013486	-0.000608	0.006587	MN	MN	MH
K516	Sol	0.002231	0.007437	0.005963	0.013400	-0.001225	0.005906	MN	MN	MH
K519	Sol	0.000536	0.001787	0.005534	0.007321	-0.000734	0.003171	MN	MN	MH
K520	Sağ	-0.002751	-0.009170	-0.006203	-0.015373	-0.000743	0.007455	MN	MN	MH
K521	Sol	0.002166	0.007220	0.005834	0.013054	-0.001147	0.005818	MN	MN	MH
K525	Sol	0.000366	0.001220	0.005573	0.006793	-0.000640	0.002994	MN	MN	MH
K525	Sağ	-0.000045	-0.000150	-0.005806	-0.005956	-0.000387	0.002801	MN	MN	MH

Not: İtme analizi sonucu plastik mafsallı olmayan kesitler çizelgede verilmemiştir ve bu kesitler Minimum Hasar Bölgesinde' dir.

İtme Analizi Sonucu Kiriş Hasar Değerlendirmesi (+ Y Yönü)										
Kiriş	Mafsalsal	θ_p	ϕ_p	ϕ_y	ϕ_t	E_c	E_s	E_c için	E_s için	Hasar Bölgesi
K133	Sol	0.001146	0.003820	0.005424	0.009244	-0.001174	0.003739	MN	MN	MH
K138	Sol	0.007581	0.025270	0.005422	0.030692	-0.001932	0.014415	MN	GV	BH
K138	Sağ	-0.003472	-0.011573	-0.005829	-0.017402	-0.000524	0.008746	MN	MN	
K140	Sol	0.006281	0.020937	0.005589	0.026526	-0.001472	0.012655	MN	GV	BH
K140	Sağ	-0.009460	-0.031533	-0.005944	-0.037477	-0.000951	0.019016	MN	GV	
K141	Sol	0.007581	0.025270	0.005422	0.030692	-0.001932	0.014415	MN	GV	BH
K141	Sağ	-0.003472	-0.011573	-0.005829	-0.017402	-0.000524	0.008746	MN	MN	
K143	Sol	0.006281	0.020937	0.005589	0.026526	-0.001472	0.012655	MN	GV	BH
K143	Sağ	-0.009460	-0.031533	-0.005944	-0.037477	-0.000951	0.019016	MN	GV	
K148	Sol	0.001146	0.003820	0.005424	0.009244	-0.001174	0.003739	MN	MN	MH
K233	Sol	0.001339	0.004463	0.005404	0.009867	-0.001250	0.003996	MN	MN	MH
K238	Sol	0.009312	0.031040	0.005373	0.036413	-0.002982	0.016341	MN	GV	BH
K238	Sağ	-0.004745	-0.015817	-0.005858	-0.021675	-0.000684	0.010816	MN	GV	
K240	Sol	0.006542	0.021807	0.005424	0.027231	-0.001584	0.012863	MN	GV	BH
K240	Sağ	-0.010583	-0.035277	-0.006202	-0.041479	-0.001312	0.020702	MN	GV	
K241	Sol	0.009312	0.031040	0.005373	0.036413	-0.002982	0.016341	MN	GV	BH
K241	Sağ	-0.004745	-0.015817	-0.005858	-0.021675	-0.000684	0.010816	MN	GV	
K243	Sol	0.006542	0.021807	0.005424	0.027231	-0.001584	0.012863	MN	GV	BH
K243	Sağ	-0.010583	-0.035277	-0.006202	-0.041479	-0.001312	0.020702	MN	GV	
K248	Sol	0.001339	0.004463	0.005404	0.009867	-0.001250	0.003996	MN	MN	MH
K333	Sol	0.001126	0.003753	0.005379	0.009132	-0.001187	0.003666	MN	MN	MH
K338	Sol	0.009254	0.030847	0.005366	0.036213	-0.003484	0.015735	MN	GV	BH
K338	Sağ	-0.005259	-0.017530	0.005739	-0.011791	-0.000521	0.005736	MN	MN	

K340	Sol	0.005670	0.018900	0.005499	0.024399	-0.001368	0.011580	MN	GV	BH
K340	Sağ	-0.009826	-0.032753	-0.006374	-0.039127	-0.001330	0.019429	MN	GV	
K341	Sol	0.009254	0.030847	0.005366	0.036213	-0.003484	0.015735	MN	GV	BH
K341	Sağ	-0.005259	-0.017530	0.005739	-0.011791	-0.000521	0.005736	MN	MN	
K343	Sol	0.005670	0.018900	0.005499	0.024399	-0.001368	0.011580	MN	GV	BH
K343	Sağ	-0.009826	-0.032753	-0.006374	-0.039127	-0.001330	0.019429	MN	GV	
K348	Sol	0.001126	0.003753	0.005379	0.009132	-0.001187	0.003666	MN	MN	MH
K433	Sol	0.000816	0.002720	0.005373	0.008093	-0.001104	0.003189	MN	MN	MH
K438	Sol	0.008707	0.029023	0.005403	0.034426	-0.003370	0.014901	MN	GV	BH
K438	Sağ	-0.004244	-0.014147	-0.005739	-0.019886	-0.000680	0.009873	MN	MN	
K440	Sol	0.004315	0.014383	0.005499	0.019882	-0.001188	0.009366	MN	MN	BH
K440	Sağ	-0.008660	-0.028867	-0.006394	-0.035261	-0.001158	0.017554	MN	GV	
K441	Sol	0.008707	0.029023	0.005403	0.034426	-0.003370	0.014901	MN	GV	BH
K441	Sağ	-0.004244	-0.014147	-0.005739	-0.019886	-0.000680	0.009873	MN	MN	
K443	Sol	0.004315	0.014383	0.005499	0.019882	-0.001188	0.009366	MN	MN	BH
K443	Sağ	-0.008660	-0.028867	-0.006394	-0.035261	-0.001158	0.017554	MN	GV	
K448	Sol	0.000816	0.002720	0.005373	0.008093	-0.001104	0.003189	MN	MN	MH
K538	Sol	0.008217	0.027390	0.005437	0.032827	-0.002705	0.014717	MN	GV	BH
K538	Sağ	-0.001775	-0.005917	-0.005782	-0.011699	-0.000436	0.005772	MN	MN	
K540	Sol	0.003519	0.011730	0.005638	0.017368	-0.001094	0.008122	MN	MN	BH
K540	Sağ	-0.008132	-0.027107	-0.006095	-0.033202	-0.001015	0.016605	MN	GV	
K541	Sol	0.008217	0.027390	0.005437	0.032827	-0.002705	0.014717	MN	GV	BH
K541	Sağ	-0.001775	-0.005917	-0.005782	-0.011699	-0.000436	0.005772	MN	MN	
K543	Sol	0.003519	0.011730	0.005638	0.017368	-0.001094	0.008122	MN	MN	BH
K543	Sağ	-0.008132	-0.027107	-0.006095	-0.033202	-0.001015	0.016605	MN	GV	

Not: İtme analizi sonucu plastik mafsall oluşmayan kesitler çizelgede verilmemiştir ve bu kesitler Minimum Hasar Bölgesinde' dir.

İtme Analizi Sonucu Kolon Hasar Değerlendirmesi (+X Yönünde)												
Kolon	Mafsalsal	N	θ_p	N_b	n	$\rho_t = A_{st}/A_c$	$w_t = \rho_t f_{yk}/f_{ck}$	β_0	β_1	$\phi_L^* h$	Sınır Bölgesi	Hasar Bölgesi
S101	Alt	-5.669	0.001345	2000	$N < N_b$	0.00126	0.010257	0.141358	0.63	0.013195	MN	MH
S103	Alt	-519.613	0.000526	2000	$N < N_b$	0.11547	0.010257	0.141358	0.63	0.014579	MN	MH
S105	Alt	-655.606	0.000019	2000	$N < N_b$	0.14569	0.010257	0.141358	0.63	0.014996	MN	
S107	Alt	506.97	0.004754	2000	$N < N_b$	0.11266	0.010257	0.141358	0.63	0.014542	MN	MH
S107	Üst	520.92	-0.008328	2000	$N < N_b$	0.11576	0.010257	0.141358	0.63	0.014583	MN	
S108	Alt	-1357.987	0.000406	2000	$N < N_b$	0.301775	0.010257	0.141358	0.63	0.017589	MN	MH
S109	Alt	-828.774	0.001293	8100	$N < N_b$	0.044201	0.009043	0.136462	0.63	0.01214	MN	MH
S110	Alt	-796.158	0.001355	8100	$N < N_b$	0.042462	0.009043	0.136462	0.63	0.012124	MN	MH
S111	Alt	-217.403	0.00283	2000	$N < N_b$	0.048312	0.010257	0.141358	0.63	0.013732	MN	MH
S113	Alt	506.97	0.004754	2000	$N < N_b$	0.11266	0.012351	0.149798	0.63	0.013713	MN	MH
S113	Üst	520.92	-0.008328	2000	$N < N_b$	0.11576	0.012351	0.149798	0.63	0.01375	MN	MH
S114	Alt	-1357.987	0.000406	2000	$N < N_b$	0.301775	0.010257	0.141358	0.63	0.017589	MN	MH
S115	Alt	-828.774	0.001293	2000	$N < N_b$	0.184172	0.010257	0.141358	0.63	0.014438	MN	MH
S116	Alt	-796.158	0.001355	2000	$N < N_b$	0.176924	0.010257	0.141358	0.63	0.014343	MN	MH
S117	Alt	-217.403	0.00283	2000	$N < N_b$	0.048312	0.010257	0.141358	0.63	0.01285	MN	MH
S119	Alt	-5.669	0.001345	2000	$N < N_b$	0.00126	0.010257	0.141358	0.63	0.012379	MN	MH
S121	Alt	-519.613	0.000526	2000	$N < N_b$	0.11547	0.012351	0.149798	0.63	0.013747	MN	MH
S123	Alt	-655.606	0.000019	2000	$N < N_b$	0.14569	0.012351	0.149798	0.63	0.014116	MN	MH
S203	Alt	-387.476	0.000048	2000	$N < N_b$	0.086106	0.010257	0.141358	0.63	0.014197	MN	MH
S203	Üst	-374.876	-0.000553	2000	$N < N_b$	0.083306	0.010257	0.141358	0.63	0.014161	MN	
S207	Alt	404.017	0.009499	2000	$N < N_b$	0.089782	0.010257	0.141358	0.63	0.014243	MN	MH
S207	Üst	416.617	-0.009097	2000	$N < N_b$	0.092582	0.010257	0.141358	0.63	0.014279	MN	
S211	Alt	-148.7	0.000679	2000	$N < N_b$	0.033044	0.010257	0.141358	0.63	0.013553	MN	MH
S211	Üst	-136.1	-0.002589	2000	$N < N_b$	0.030244	0.010257	0.141358	0.63	0.013521	MN	

S213	Alt	404.017	0.009499	2000	N<N _b	0.089782	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.014243	MN	MH
S213	Üst	416.617	-0.009097	2000	N<N _b	0.092582	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.014279	MN	
S217	Alt	-148.7	0.000679	2000	N<N _b	0.033044	0.012351	0.207491	0.149798	0.63	0.012831	MN	MH
S217	Üst	-136.1	-0.002589	2000	N<N _b	0.030244	0.012351	0.207491	0.149798	0.63	0.012802	MN	
S221	Alt	-387.476	0.000048	2000	N<N _b	0.086106	0.012351	0.207491	0.149798	0.63	0.013406	MN	MH
S221	Üst	-374.876	-0.000553	2000	N<N _b	0.083306	0.012351	0.207491	0.149798	0.63	0.013374	MN	
S303	Alt	-297.384	0.000353	2000	N<N _b	0.066085	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.013947	MN	MH
S303	Üst	-284.784	-0.000502	2000	N<N _b	0.063285	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.013913	MN	
S307	Alt	273.214	0.007494	2000	N<N _b	0.060714	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.013881	MN	MH
S307	Üst	285.814	-0.006233	2000	N<N _b	0.063514	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.013915	MN	
S311	Alt	-150.68	0.002267	2000	N<N _b	0.033484	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.013558	MN	MH
S311	Üst	-138.08	-0.003501	2000	N<N _b	0.030684	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.013526	MN	
S313	Alt	273.214	0.007494	2000	N<N _b	0.060714	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.013881	MN	MH
S313	Üst	285.814	-0.006233	2000	N<N _b	0.063514	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.013915	MN	
S317	Alt	-150.68	0.002267	2000	N<N _b	0.033484	0.012351	0.207491	0.149798	0.63	0.012835	MN	MH
S317	Üst	-138.08	-0.003501	2000	N<N _b	0.030684	0.012351	0.207491	0.149798	0.63	0.012806	MN	
S321	Alt	-297.384	0.000353	2000	N<N _b	0.066085	0.012351	0.207491	0.149798	0.63	0.013183	MN	MH
S321	Üst	-284.784	-0.000502	2000	N<N _b	0.063285	0.012351	0.207491	0.149798	0.63	0.013152	MN	
S407	Alt	140.363	0.003669	2000	N<N _b	0.031192	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.013532	MN	MH
S407	Üst	152.963	-0.002306	2000	N<N _b	0.033992	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.013564	MN	
S411	Alt	-150.692	0.002864	2000	N<N _b	0.033487	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.013558	MN	MH
S411	Üst	-138.092	-0.002941	2000	N<N _b	0.030687	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.013526	MN	
S413	Alt	140.363	0.003669	2000	N<N _b	0.031192	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.012674	MN	MH
S413	Üst	152.963	-0.002306	2000	N<N _b	0.033992	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.012703	MN	
S417	Alt	-150.692	0.002864	2000	N<N _b	0.033487	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.012698	MN	MH
S417	Üst	-138.092	-0.002941	2000	N<N _b	0.030687	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.012669	MN	

S507	Alt	45.511	0.00031	2000	N<N _b	0.010114	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.013293	MN	MH
S507	Üst	58.111	-0.000803	2000	N<N _b	0.012914	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.013324	MN	
S510	Üst	-65.901	-0.000803	2000	N<N _b	0.014645	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.013344	MN	MH
S511	Alt	-103.525	0.001788	2000	N<N _b	0.023006	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.013438	MN	
S511	Üst	-90.925	-0.002753	2000	N<N _b	0.020206	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.012564	MN	MH
S513	Alt	45.511	0.00031	2000	N<N _b	0.010114	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.012465	MN	MH
S513	Üst	58.111	-0.000803	2000	N<N _b	0.012914	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.012492	MN	MH
S516	Üst	-65.901	-0.000803	2000	N<N _b	0.014645	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.012509	MN	
S517	Alt	-103.525	0.001788	2000	N<N _b	0.023006	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.012592	MN	MH
S517	Üst	-90.925	-0.002753	2000	N<N _b	0.020206	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.012564	MN	

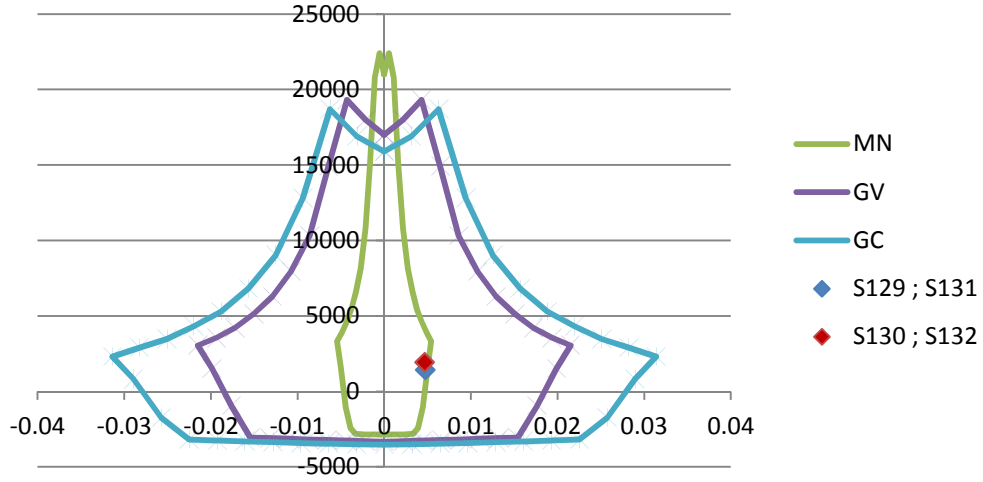
Not: İtme analizi sonucu plastik mafsallık oluşmayan kesitler çizelgede verilmemiştir ve bu kesitler Minimum Hasar Bölgesinde' dir.

İtme Analizi Sonucu Kolon Hasar Değerlendirmesi (+Y Yönünde)													
Kolon	Mafsal	N	θ_p	N_b		n	$\rho_t = A_{st}/A_c$	$w_t = \rho_t f_{yk}/f_{ck}$	β_0	β_1	ϕ^*_h	Sınır Bölgesi	Hasar Bölgesi
S109	Alt	-77.876	0.000553	2000	$N < N_b$	0.017306	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.012535	MN	MH
S110	Alt	-77.876	0.000553	2000	$N < N_b$	0.017306	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.012535	MN	MH
S113	Alt	-129.766	0.001126	10500	$N < N_b$	0.005089	0.011846	0.199010	0.147762	0.63	0.011902	MN	MH
S118	Alt	-129.766	0.001126	2000	$N < N_b$	0.028837	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.013505	MN	MH
S119	Alt	-86.58	0.000188	10500	$N < N_b$	0.003395	0.011846	0.199010	0.147762	0.63	0.011887	MN	MH
S124	Alt	-86.58	0.000188	10500	$N < N_b$	0.003395	0.011846	0.199010	0.147762	0.63	0.011887	MN	MH
S209	Alt	-10.623	0.001360	2000	$N < N_b$	0.002361	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.012389	MN	MH
S209	Üst	1.977	-0.002509	2000	$N < N_b$	0.000439	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.013186	MN	MH
S210	Alt	-10.623	0.001360	2000	$N < N_b$	0.002361	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.013207	MN	
S210	Üst	1.977	-0.002509	2000	$N < N_b$	0.000439	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.013186	MN	MH
S213	Alt	-120.994	0.000410	2000	$N < N_b$	0.026888	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.013482	MN	
S218	Alt	-120.994	0.000410	2000	$N < N_b$	0.026888	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.012631	MN	MH
S309	Alt	8.389	0.002847	2000	$N < N_b$	0.001864	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.012384	MN	MH
S309	Üst	20.989	-0.004030	2000	$N < N_b$	0.004664	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.012412	MN	
S310	Alt	8.389	0.002847	2000	$N < N_b$	0.001864	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.013202	MN	MH
S310	Üst	20.989	-0.004030	2000	$N < N_b$	0.004664	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.013233	MN	
S313	Alt	-123.802	0.000485	2000	$N < N_b$	0.027512	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.013490	MN	MH
S313	Üst	-111.202	-0.000605	2000	$N < N_b$	0.024712	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.013458	MN	
S318	Alt	-123.802	0.000485	2000	$N < N_b$	0.027512	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.012637	MN	MH
S318	Üst	-111.202	-0.000605	2000	$N < N_b$	0.024712	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.012609	MN	
S409	Alt	11.542	0.003637	2000	$N < N_b$	0.002565	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.012391	MN	MH
S409	Üst	24.142	-0.004517	2000	$N < N_b$	0.005365	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.012418	MN	

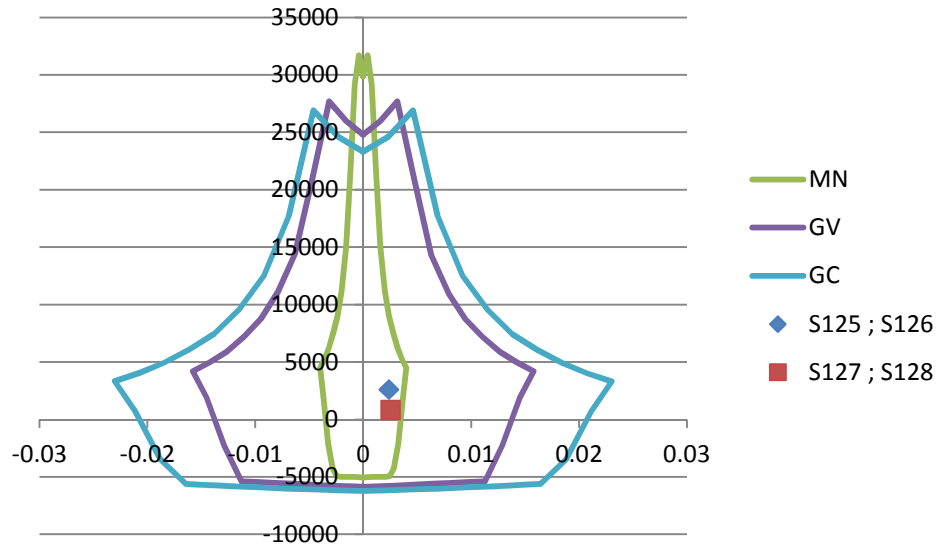
S410	Alt	11.542	0.003637	2000	N<N _b	0.002565	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.013210	MN	MH
S410	Üst	24.142	-0.004517	2000	N<N _b	0.005365	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.013240	MN	
S413	Alt	-108.073	0.000401	2000	N<N _b	0.024016	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.013450	MN	MH
S413	Üst	-95.473	-0.000466	2000	N<N _b	0.021216	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.013418	MN	
S418	Alt	-108.073	0.000401	2000	N<N _b	0.024016	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.012602	MN	MH
S418	Üst	-95.473	-0.000466	2000	N<N _b	0.021216	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.012574	MN	
S507	Üst	-65.161	-0.000181	2000	N<N _b	0.014480	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.012508	MN	MH
S509	Alt	32.972	0.003884	2000	N<N _b	0.007327	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.012437	MN	
S509	Üst	45.572	-0.004424	2000	N<N _b	0.010127	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.012465	MN	MH
S510	Alt	32.972	0.003884	8000	N<N _b	0.001759	0.004463	0.074978	0.117995	0.63	0.012806	MN	MH
S510	Üst	45.572	-0.004424	8000	N<N _b	0.002431	0.004463	0.074978	0.117995	0.63	0.012813	MN	
S512	Üst	-65.161	-0.000181	8000	N<N _b	0.003475	0.004463	0.074978	0.117995	0.63	0.012824	MN	MH
S513	Alt	-74.959	0.000196	2000	N<N _b	0.016658	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.013366	MN	MH
S513	Üst	-62.359	-0.001949	2000	N<N _b	0.013858	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.013335	MN	
S514	Alt	-153.839	0.000135	2000	N<N _b	0.034186	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.013567	MN	MH
S514	Üst	-141.239	-0.001092	2000	N<N _b	0.031386	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.013534	MN	MH
S515	Üst	-262.663	-0.001522	2000	N<N _b	0.058370	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.013853	MN	
S516	Üst	-262.663	-0.001522	2000	N<N _b	0.058370	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.013853	MN	MH
S517	Alt	-153.839	0.000135	2000	N<N _b	0.034186	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.013567	MN	MH
S517	Üst	-141.239	-0.001092	2000	N<N _b	0.031386	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.013534	MN	
S518	Alt	-74.959	0.000196	2000	N<N _b	0.016658	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.013366	MN	MH
S518	Üst	-62.359	-0.001949	2000	N<N _b	0.013858	0.010257	0.172323	0.141358	0.63	0.013335	MN	

Not: İtme analizi sonucu plastik mafsall oluşmayan kesitler çizelgede verilmemiştir ve bu kesitler Minimum Hasar Bölgesinde' dir.

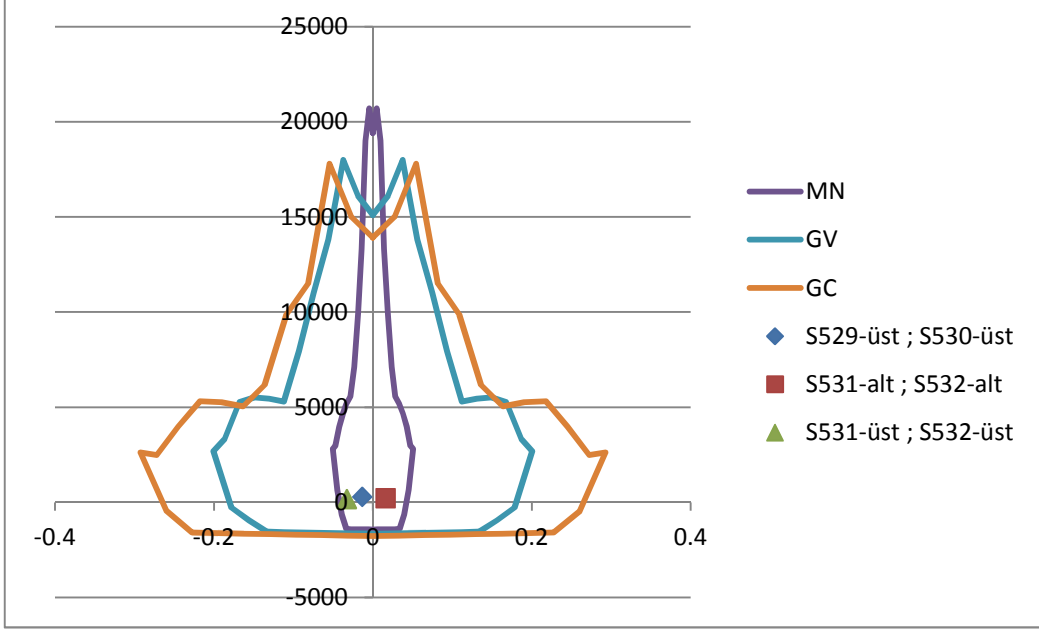
İtme Analizi Sonucu Perde Hasar Değerlendirmesi (+X Yönünde)							
Perde No	Mafsalsal	θ_p	ϕ_p	ϕ_y	ϕ_t	N	Sınır Bölgesi
S131	Alt	0.004049	0.003239	0.001483	0.004722	1424.837	MH
S129	Alt	0.004049	0.003239	0.001483	0.004722	1424.837	MH
S132	Alt	0.003972	0.003178	0.001483	0.004661	1933.127	MH
S130	Alt	0.003972	0.003178	0.001483	0.004661	1933.127	MH



İtme Analizi Sonucu Perde Hasar Değerlendirmesi (+Y Yönünde)							
Perde No	Mafsalsal	θ_p	ϕ_p	ϕ_y	ϕ_t	N	Sınır Bölgesi
S127	Alt	0.002418	0.001422	0.0011	0.002522	799.457	MH
S125	Alt	0.002149	0.001264	0.0011	0.002364	2599.142	MH
S128	Alt	0.002418	0.001422	0.0011	0.002522	799.457	MH
S126	Alt	0.002149	0.001264	0.0011	0.002364	2599.142	MH



İtme Analizi Sonucu Perde Hasar Değerlendirmesi (+Y Yönünde)							
Perde No	Mafsal	θ_p	ϕ_p	ϕ_y	ϕ_t	N	Sınır Bölgesi
S531	Alt	0.00073	0.004867	0.01131	0.016177	224.085	MH
S531	Üst	-0.003192	-0.02128	-0.01131	-0.03259	171.585	MH
S529	Üst	-0.000289	-0.00193	-0.01131	-0.01324	287.07	MH
S532	Alt	0.00073	0.004867	0.01131	0.016177	224.085	MH
S532	Üst	-0.003192	-0.02128	-0.01131	-0.03259	171.585	MH
S530	Üst	-0.000289	-0.00193	-0.01131	-0.01324	287.07	MH



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı :Burak TEMİZ
Doğum Tarihi ve Yeri :01/01/1989 KAYSERİ
Yabancı Dili :İngilizce
E-posta :burak.temiz@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Yapı Anabilim dalı	Yıldız Teknik Üniversitesi	2012
Lisans	İnşaat Mühendisliği	Erciyes Üniversitesi	2009
Lise	Fen Bilimleri	Özel Erciyes Lisesi	2005