

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇELİK YAPILARIN DEPREM ANALİZİ VE 1997 İLE 2006 DEPREM
YÖNETMELİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

İnş. Müh. Ateş ATEŞ

FBE İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yapı Programında
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof. A. Zafer ÖZTÜRK

İSTANBUL, 2006

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	vi
KISALTMA LİSTESİ	xii
ÖNSÖZ.....	xix
ÖZET	xx
ABSTRACT	xxi
1. GİRİŞ.....	1
2. DEPREME DAYANIKLI ÇELİK YAPI TASARIMI.....	2
2.1 Çelik Çerçeveler	5
2.2 Kirişler	15
2.3 Kolonlar	16
3. 1997 AFET BÖLGELERİNDE YAPILACAK YAPILAR HAKKINDA YÖNETMELİK İLE 2006 DEPREM BÖLGELERİNDE YAPILACAK BİNALAR HAKKINDA YÖNETMELİĞİN KARŞILAŞTIRILMASI.....	19
3.1 ABYYHY 97 Bölüm 6. Depreme Dayanıklı Binalar İçin Hesap Kuralları	19
3.1.1 ABYYHY 97 Bölüm 6. 6.1 Kapsam	19
3.1.2 ABYYHY 97 6.2 Genel İlke Ve Kurallar	19
3.1.2.1 ABYYHY 97 6.2.1 Bina Taşıyıcı Sistemlerine İlişkin Genel İlkeler	19
3.1.2.2 ABYYHY 97 6.2.2. Deprem Yüklerine İlişkin Genel Kurallar	20
3.1.3 ABYYHY 97 6.3 Düzensiz Binalar	21
3.1.3.1 ABYYHY 97 6.3.1 Düzensiz Binaların Tanımı.....	21
3.1.3.2 ABYYHY 97 6.3.2 Düzensiz Binalara İlişkin Koşullar.....	21
3.1.4 ABYYHY 97 6.4 Elastik Deprem Yüklerinin Tanımlanması : Spektral İvme Katsayısı	26
3.1.4.1 ABYYHY 97 6.4.1 Etkin Yer İvmesi Katsayısı.....	26
3.1.4.2 ABYYHY 97 6.4.2 Bina Önem Katsayısı	26
3.1.4.3 ABYYHY 97 6.4.3 Spektrum Katsayısı.....	27
3.1.4.4 ABYYHY 97 6.4 Özel Tasarım İvme Spektrumları	27
3.1.5 ABYYHY 97 6.5 Elastik Deprem Yüklerinin Azaltılması: Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı	28
3.1.5.1 ABYYHY 97 6.5.1 Taşıyıcı Sistemlerin Sünelik Düzeylerine İlişkin Genel Koşullar	31
3.1.5.2 ABYYHY 97 6.5.3 Sünelik Düzeyi Normal Bazı Sistemlerde Perde Kullanım Zorunluluğuna İlişkin Koşullar	31
3.1.5.3 ABYYHY 97 6.5.4 Karma Taşıyıcı Sistemlere İlişkin Koşullar	32
3.1.5.4 ABYYHY 97 6.5.5 Düğüm Noktaları Mafsallı Sistemlere İlişkin Koşullar	33
3.1.6 ABYYHY 97 6.6 Hesap Yönteminin Seçilmesi	35
3.1.6.1 ABYYHY 97 6.6.1 Hesap Yöntemleri.....	35

3.1.6.2	ABYYHY 97 6.6.2 Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin Uygulama Sınırları.....	35
3.1.7	ABYYHY 97 6.7 Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi	36
3.1.7.1	ABYYHY 97 6.7.1 Toplam Eşdeğer Deprem Yüğüünün Belirlenmesi.....	36
3.1.7.2	ABYYHY 97 6.7.2 Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yüğülerinin Belirlenmesi ..	36
3.1.7.3	ABYYHY 97 6.7.3 Gözönüne Alınacak Yerdeğıştirme Bileşenleri ve Deprem Yüğülerinin Etkime Noktaları	39
3.1.7.4	ABYYHY 97 6.7.4 Binanın Birinci Doğal Titreşim Periyodunun Belirlenmesi ..	40
3.1.7.5	DBYBHY 2006 2.7.4 Binanın Birinci Doğal Titreşim Periyodunun Belirlenmesi	42
3.1.7.6	ABYYHY 97 6.4.3.5 Asal Eksenleri Deprem Doğrultularına Paralel Olmayan Taşıyıcı Sistem Elemanlarına İlişkin Büyüklükler	42
3.1.8	ABYYHY 97 6.8 Mod Birleştirme Yöntemi.....	43
3.1.8.1	ABYYHY 97 6.8.1 İvme Spektrumu	43
3.1.8.2	ABYYHY 97 6.8.2 Gözönüne Alınacak Dinamik Serbestlik Dereceleri.....	43
3.1.8.3	ABYYHY 97 6.8.3 Hesaba Katılacak Yeterli Titreşim Modu Sayısı	44
3.1.8.4	ABYYHY 97 6.8.4 Mod Katkılarının Birleştirilmesi	45
3.1.8.5	ABYYHY 97 6.8.5 Hesaplanan Büyüklüklere İlişkin Altsınır Değerleri	45
3.1.8.6	ABYYHY 97 6.8.6 Asal Eksenleri Deprem Doğrultularına Paralel Olmayan Taşıyıcı Sistem Elemanlarına İlişkin Büyüklükler	46
3.1.9	ABYYHY 97 6.9 Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemleri.....	46
3.1.10	ABYYHY 97 6.10 Yer Değıştirmelerin Sınırlandırılması, İkinci Mertebe Etkileri Ve Deprem Derzleri.....	47
3.1.10.1	ABYYHY 97 6.10.2 İkinci Mertebe Etkileri	48
3.1.10.2	ABYYHY 97 6.10.3 Deprem Derzleri	48
3.1.11	ABYYHY 97 6.11 Yapısal Çıkıntılara, Mimari Elemanlara, Mekanik Ve Elektrik Donanıma Etkiyen Deprem Yüğüleri	49
3.1.11.1	ABYYHY 97 6.11.1 Yapısal Çıkıntılara, Mimari Elemanlara Etkiyen Deprem Yüğüleri	49
3.1.11.2	ABYYHY 97 6.11.2 Mekanik Ve Elektrik Donanıma Etkiyen Deprem Yüğüleri ..	49
3.1.11.3	ABYYHY 97 6.12 Bina Türü Olmayan Yapılar	50
3.1.12	ABYYHY 97 6.13 Deprem Hesap Raporlarına İlişkin Kurallar.....	50
3.1.13	ABYYHY 97 6.14 Binalara İvme Kayıtçılarının Yerleştirilmesi	52
3.2	ABYYHY 97 Bölüm 8 Çelik Binalar İçin Depreme Dayanıklı Tasarım Kuralları	52
3.2.1	ABYYHY 97 8.1 Kapsam	52
3.2.2	ABYYHY 97 8.2 Genel Kurallar	52
3.2.2.1	ABYYHY 97 8.2.1 Çelik Taşıyıcı Sistemlerin Sınıflandırılması	52
3.2.2.2	ABYYHY 97 8.2.2 İlgili Standartlar	54
3.2.2.3	ABYYHY 97 8.2.3 Emniyet Gerilmeleri, Yüğü ve Malzeme Güvenlik Katsayıları	54
3.2.2.4	DBYBHY 2006 4.2.4 Arttırılmış Deprem Etkileri.....	56
3.2.2.5	DBYBHY 2006 4.2.5 İç Kuvvet Kapasiteleri ve Gerilme Sınır Değerleri	57
3.2.3	ABYYHY 97 8.3 Süneklik Düzeyi Yüksek Çerçeveseler.....	57
3.2.3.1	ABYYHY 97 8.3.1 Enkesit koşulları	57
3.2.3.2	ABYYHY 97 8.3.2 Kolonların Kirişlerden Daha Güçlü Olması Koşulu	60
3.2.3.3	DBYBHY 2006 4.3.2 Kolonların Kirişlerden Daha Güçlü Olması Koşulu.....	60
3.2.3.4	ABYYHY 97 8.3.3 Kolonların Kirişlerden Daha Güçlü Olması Koşulunun Bazı Kolonlarda Sağlanamaması Durumu	61
3.2.3.5	ABYYHY 97 4.3.4 Çerçeveselerde Ek ve Birleşimler	62
3.2.3.6	DBYBHY 2006 4.3.4 Kiriş - Kolon Birleşim Bölgeleri	62
3.2.3.7	DBYBHY 2006 4.3.5 Kolon ve Kiriş Ekleri.....	66
3.2.3.8	DBYBHY 2006 4.3.6 Kiriş Başlıklarının Yanal Doğrultuda Mesnetlenmesi.....	66
3.2.3.9	ABYYHY 97 8.4 Süneklik Düzeyi Yüksek Çelik Çaprazlı Perdeler.....	67
3.2.3.10	ABYYHY 97 8.5 Süneklik Düzeyi Normal Çerçeveseler.....	67
3.2.4	ABYYHY 97 8.6 Süneklik Düzeyi Normal Çelik Çaprazlı Perdeler.....	68

3.2.5	DBYBHY 2006 4.4 Süneklik Düzeyi Normal Çerçeveler	68
3.2.5.1	DBYBHY 2006 4.4.1 Enkesit Koşulları	68
3.2.5.2	DBYBHY 2006 4.4.2 Kiriş – Kolon Birleşim Bölgeleri.....	69
3.2.5.3	DBYBHY 2006 4.4.3 Kiriş ve Kolon Ekleri.....	70
3.2.5.4	DBYBHY 2006 4.4.4 Kiriş Başlıklarının Yanal Doğrultuda Mesnetlenmesi.....	70
3.2.6	DBYBHY 2006 4.5 Merkezi Ve Dışmerkez Çelik Çaprazlı Perdeler.....	70
3.2.7	DBYBHY 2006 4.6 Süneklik Düzeyi Yüksek Merkezi Çelik Çaprazlı Perdeler..	71
3.2.7.1	DBYBHY 2006 4.6.1 Enkesit Koşulları	72
3.2.7.2	DBYBHY 2006 4.6.2 Yatay Yüklerin Dağılımı	72
3.2.7.3	DBYBHY 2006 4.6.3 Çaprazların Birleşimleri.....	72
3.2.7.4	DBYBHY 2006 4.6.4 Özel Çapraz Düzenleri İçin Ek Koşullar	73
3.2.7.5	DBYBHY 2006 4.6.5 Kolon Ekleri.....	73
3.2.8	DBYBHY 2006 4.7 Süneklik Düzeyi Normal Merkezi Çelik Çaprazlı Perdeler.	74
3.2.8.1	DBYBHY 2006 4.7.1 Enkesit Koşulları	74
3.2.8.2	DBYBHY 2006 4.7.2 Çaprazların Birleşimleri.....	74
3.2.8.3	DBYBHY 2006 4.7.3 Özel Çapraz Düzenleri İçin Ek Koşullar	75
3.2.9	DBYBHY 2006 4.8 Süneklik Düzeyi Yüksek Dışmerkez Çelik Çaprazlı Perdeler	75
3.2.9.1	DBYBHY 2006 4.8.1 Enkesit Koşulları	75
3.2.9.2	DBYBHY 2006 4.8.2 Bağ Kirişleri.....	76
3.2.9.3	DBYBHY 2006 4.8.3 Bağ Kirişinin Yanal Doğrultuda Mesnetlenmesi.....	77
3.2.9.4	DBYBHY 2006 4.8.4 Bağ Kirişinin Dönme Açısı	77
3.2.9.5	DBYBHY 2006 4.8.5 Rijitlik (Berkitme) Levhaları	78
3.2.9.6	DBYBHY 2006 4.8.6 Çaprazlar, Kat Kirişleri ve Kolonlar.....	79
3.2.9.7	DBYBHY 2006 4.8.7 Çapraz – Bağ Kirişi Birleşimi.....	80
3.2.9.8	DBYBHY 2006 4.8.8 Bağ Kirişi – Kolon Birleşimi.....	80
3.2.9.9	DBYBHY 2006 4.8.9 Kiriş – Kolon Birleşimi	81
3.2.9.10	DBYBHY 2006 4.9 Temel Bağlantı Detayları.....	81
3.2.10	DBYBHY 2006 4.10 Proje Hesap Raporu Ve Uygulama Projelerine İlişkin Kurallar	82
3.2.10.1	DBYBHY 2006 4.10.1 Proje Hesap Raporu	82
3.2.10.2	DBYBHY 2006 4.10.2 Çelik Uygulama Projesi Çizimlerine İlişkin Kurallar.....	82
3.2.11	DBYBHY 2006 Bilgilendirme Eki 4A – Moment Aktaran Çerçevelerde Kiriş-Kolon Birleşim Detayları.....	84
3.2.11.1	DBYBHY 2006 4A.1 Kapsam Ve Genel Hususlar	84
3.2.11.2	DBYBHY 2006 4A.2 Kiriş – Kolon Birleşim Detayları.....	84
3.2.11.3	DBYBHY 2006 4A.2.1 Alın Levhalı Bulonlu Birleşim Detayı.....	84
3.2.11.4	DBYBHY 2006 4A.2.2 Takviyeli Alın Levhalı Bulonlu Birleşim Detayı.....	86
3.2.11.5	DBYBHY 2006 4A.2.3 Alın Levhasız Bulonlu Birleşim Detayı.....	87
3.2.11.6	DBYBHY 2006 4A.2.4 Kaynaklı Birleşim Detayı	88
3.2.11.7	DBYBHY 2006 4A.2.5 Ek Başlık Levhalı Kaynaklı Birleşim Detayı.....	90
3.2.11.8	DBYBHY 2006 4A.2.6 Zayıflatılmış Kiriş Enkesiti Kaynaklı Birleşim Detayı...	91
4.	DEPREM ANALİZİ.....	93
4.1	Düşey Yükler	95
4.2	Bina Ağırlığının Hesaplanması	97
4.3	Deprem Hesabı	97
4.3.1	ABYYHY 1997	98
4.3.1.1	X-X Yönü Deprem Hesabı	98
4.3.1.2	Y-Y Yönü Deprem Hesabı	100
4.3.1.3	X-X Yönü Deprem Hesabı 2.Adım	109
4.3.1.4	Y-Y Yönü Deprem Hesabı 2.Adım	111

4.3.2	DBYBHY 2006 Süneklik Düzeyi Normal Sistem	118
4.3.2.1	X-X Yönü Deprem Hesabı	118
4.3.2.2	Y-Y Yönü Deprem Hesabı	120
	G+Q±2E ve 0.9G±2E yüklemeleri	125
	SDNS için enkesit koşullarının sağlanması	132
	1.SDNS için eğilme etkisindeki I kesitlerde b/t için sınır değer:	132
	2.SDNS’de eğilme etkisindeki kesitlerde h/t _w için sınır değer;	133
	3.SDNS’de eğilme ve eksenel basınç etkisindeki I kesitleri için sınır değer:	133
4.3.3	DBYBHY 2006 SDYS	135
4.3.3.1	X-X Yönü Deprem Hesabı	135
4.3.3.2	Y-Y Yönü Deprem Hesabı	137
4.3.3.3	DBYBHY 2006 SDYS güçlü kolon zayıf giriş koşulu	142
4.3.3.4	DBYBHY 2006 SDYS X-X Yönü Deprem Hesabı 2.adım	155
4.3.3.5	DBYBHY 2006 SDYS Y-Y Yönü Deprem Hesabı 2.Adım	157
	G+Q±2E ve 0.9G±2E yüklemeleri	161
	SDYS için enkesit koşulları	166
	1.SDYS için eğilme etkisindeki I kesitlerinin b/t oranının maximum değeri:	166
	2.SDYS için eğilme etkisindeki kesitlerde h/t _w ;	166
	3.SDYS’de eğilme ve eksenel basınç etkisindeki I kesitleri için sınır değer:	166
5.	SONUÇLAR	169
	KAYNAKLAR	175
	ÖZGEÇMİŞ	176

SİMGE LİSTESİ

A	Enkesit alanı
A_k	Kesme alanı
A_{net}	Net enkesit alanı
$A(T)$	Spektral İvme Katsayısı
A_o	Etkin Yer İvmesi Katsayısı
B_a	Taşıyıcı sistem elemanının a asal eksenı doğrultusunda tasarıma esas iç kuvvet büyüklüğü
B_{ax}	Taşıyıcı sistem elemanının a asal eksenı doğrultusunda, x doğrultusundaki depremde oluşan iç kuvvet büyüklüğü
B_{ay}	Taşıyıcı sistem elemanının a asal eksenı doğrultusunda, x 'e dik y doğrultusundaki depremde oluşan iç kuvvet büyüklüğü
B_b	Taşıyıcı sistem elemanının b asal eksenı doğrultusunda tasarıma esas iç kuvvet büyüklüğü
B_{bx}	Taşıyıcı sistem elemanının b asal eksenı doğrultusunda, x doğrultusundaki depremde oluşan iç kuvvet büyüklüğü
B_{by}	Taşıyıcı sistem elemanının b asal eksenı doğrultusunda, x 'e dik y doğrultusundaki depremde oluşan iç kuvvet büyüklüğü
B_B	Mod Birleştirme Yöntemi'nde mod katkılarının birleştirilmesi ile bulunan herhangi bir büyüklük
B_D	B_B büyüklüğüne ait büyütölmüş değeri
b	Genişlik
b_{cf}	Kolon kesitinin başlık genişliğı
b_{bf}	Kiriş kesitinin başlık genişliğı
d_b	Kiriş enkesit yüksekliğı
D_i	Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nde burulma düzensizliğı olan binalar için i 'inci katta $\pm$ %5 ek dışmerkezliğı uygulanan büyütme katsayısı
D	Dairesel halka kesitlerde dış çap
D_a	Akma gerilmesi arttırma katsayısı
d_b	Kiriş enkesit yüksekliğı
d_c	Kolon enkesit yüksekliğı
d_{fi}	Binanın i 'inci katında F_{fi} fiktif yüklerine göre hesaplanan yerdeğıştirme
d_i	Binanın i 'inci katında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan

yerdeğiştirme

E	Deprem yükü simgesi
E_s	Yapı çeliği elastisite modülü
e	Bağ kirişi boyu
F_{fi}	Birinci doğal titreşim periyodunun hesabında i'inci kata etkiyen fiktif yük
F_i	Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nde i'inci kata etkiyen eşdeğer deprem yükü
f_e	Yapısal çıkıntının, mimari elemanın, mekanik ve elektrik donanımının ağırlık merkezine etkiyen eşdeğer deprem yükü
G	Sabit yük simgesi
g	Yerçekimi ivmesi (9.81 m/s^2)
g_i	Binanın i'inci katındaki toplam sabit yük
H_i	Binanın i'inci katının temel üstünden itibaren ölçülen yüksekliği (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda i'inci katın zemin kat döşemesi üstünden itibaren ölçülen yüksekliği)
H_N	Binanın temel üstünden itibaren ölçülen toplam yüksekliği (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda zemin kat döşemesi üstünden itibaren ölçülen toplam yükseklik)
H_{ort}	Düğüm noktasının üstündeki ve altındaki kat yüksekliklerinin ortalaması
h	Gövde levhası yüksekliği
h_i	Binanın i'inci katının kat yüksekliği
I	Bina Önem Katsayısı
ℓ_b	Kirişin yanal doğrultuda mesnetlendiği noktalar arasındaki uzaklık
ℓ_n	Kiriş uçlarındaki olası plastik mafsalları arasındaki uzaklık
M_n	n'inci doğal titreşim moduna ait modal kütle
M_{xn}	Gözönüne alınan x deprem doğrultusunda binanın n'inci doğal titreşim modundaki etkin kütle
M_{yn}	Gözönüne alınan y deprem doğrultusunda binanın n'inci doğal titreşim modundaki etkin kütle
M_d	Düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan eğilme momenti
M_p	Eğilme momenti kapasitesi
M_{pa}	Kolonun alt ucunda hesaplanan moment kapasitesi
M_{pi}	Kirişin sol ucu i'de hesaplanan pozitif veya negatif moment kapasitesi
M_{pj}	Kirişin sağ ucu j'de hesaplanan negatif veya pozitif moment kapasitesi
M_{pn}	İndirgenmiş moment kapasitesi

$M_{pü}$	Kolonun üst ucunda hesaplanan moment kapasitesi
M_{vi}	Kirişin sol ucu i' deki olası plastik mafsaldaki kesme kuvvetinden dolayı kolon yüzünde meydana gelen ek eğilme momenti
M_{vj}	Kirişin sağ ucu j' deki olası plastik mafsaldaki kesme kuvvetinden dolayı kolon yüzünde meydana gelen ek eğilme momenti
m_i	Binanın i'inci katının kütlesi ($m_i = w_i / g$)
m_{0i}	Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalışması durumunda, binanın i'inci katının kaydırılmamış kütle merkezinden geçen düşey eksene göre kütle eylemsizlik momenti
N	Binanın temel üstünden itibaren toplam kat sayısı (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda zemin kat döşemesi üstünden itibaren toplam kat sayısı)
N_{bp}	Eksenel basınç kapasitesi
$N_{çp}$	Eksenel çekme kapasitesi
N_d	Düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan eksenel kuvvet
n	Hareketli Yük Katılım Katsayısı
Q	Hareketli yük simgesi
q_i	Binanın i'inci katındaki toplam hareketli yük
R	Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı
$R_{alt}, R_{üst}$	Kolonları üstten mafsallı tek katlı çerçevelerin, yerinde dökme betonarme, prefabrike veya çelik binaların en üst (çatı) katı olarak kullanılması durumunda, sırası ile, alttaki katlar ve en üst kat için tanımlanan R katsayıları
$R_{NÇ}$	Çizelge 3.6'da deprem yüklerinin tamamının süneklik düzeyi normal çerçeveler tarafından taşındığı durum için tanımlanan Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı
R_{YP}	Çizelge 3.6'da deprem yüklerinin tamamının süneklik düzeyi yüksek perdeler tarafından taşındığı durum için tanımlanan Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı
$R_a(T)$	Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı
R	Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
r_y	Kiriş başlığının ve gövdenin $1/5$ 'inin yanal doğrultudaki atalet yarıçapı
$S(T)$	Spektrum Katsayısı
$S_{ae}(T)$	Elastik spektral ivme [m/s^2]
$S_{aR}(T_r)$	r 'inci doğal titreşim modu için azaltılmış spektral ivme [m/s^2]
T	Bina doğal titreşim periyodu [s]
T_1	Binanın birinci doğal titreşim periyodu [s]

T_A, T_B	Spektrum Karakteristik Periyotları [s]
T_m, T_n	Binanın m'inci ve n'inci doğal titreşim periyotları [s]
t	Kalınlık
t_{bf}	Kiriş kesitinin başlık kalınlığı
t_{cf}	Kolon kesitinin başlık kalınlığı
t_{min}	Kayma bölgesindeki en küçük levha kalınlığı
t_p	Takviye levhaları dahil olmak üzere, kayma bölgesindeki toplam levha kalınlığı
t_t	Takviye levhası kalınlığı
t_w	Gövde kalınlığı
u	Kayma bölgesi çevresinin uzunluğu
V_i	Gözönüne alınan deprem doğrultusunda binanın i'inci katına etki eden kat kesme kuvveti
V_t	Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nde gözönüne alınan deprem doğrultusunda binaya etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti)
V_{tB}	Mod Birleştirme Yöntemi'nde, gözönüne alınan deprem doğrultusunda modlara ait katkıların birleştirilmesi ile bulunan bina toplam deprem yükü (taban kesme kuvveti)
V_d	Düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan kesme kuvveti
V_{dy}	Kirişin kolona birleşen yüzünde düşey yüklerden meydana gelen basit kiriş kesme kuvveti
V_e	Kolon-kiriş birleşim bölgesinin gerekli kesme dayanımı
V_{ke}	Kayma bölgesinin gerekli kesme dayanımı
V_{ik}	Çerçevesel veya perdeli-çerçevesel sistemlerin çerçevelerinde, binanın i'inci katındaki tüm kolonlarda, gözönüne alınan deprem doğrultusunda Bölüm 3.1'e göre hesaplanan kesme kuvvetlerinin toplamı
V_{is}	Çerçevesel veya perdeli-çerçevesel sistemlerin çerçevelerinde, binanın i'inci katında Denk.(3.27b)'nin hem alttaki hem de üstteki düğüm noktalarında sağlandığı kolonlarda, gözönüne alınan deprem doğrultusunda Bölüm 3.1'e göre hesaplanan kesme kuvvetlerinin toplamı
V_p	Kesme kuvveti kapasitesi
V_{pn}	İndirgenmiş kesme kuvveti kapasitesi
W	Binanın, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı
w_e	Yapısal çıkıntının, mimari elemanın, mekanik veya elektrik donanımının ağırlığı

w_i	Binanın i'inci katının, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı
W_p	Plastik mukavemet momenti
Y	Mod Birleştirme Yöntemi'nde hesaba katılan yeterli doğal titreşim modu sayısı
α	Deprem derzi boşluklarının hesabında kullanılan katsayı
α_i	Herhangi bir i'inci katta hesaplanan V_{is} / V_{ik} oranı
α_s	Süneklik düzeyi yüksek perdelerin tabanında elde edilen kesme kuvvetleri toplamının, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam kesme kuvvetine oranı
β	Mod Birleştirme Yöntemi ile hesaplanan büyüklüklerin alt sınırlarının belirlenmesi için kullanılan katsayı
Δ_i	Binanın i'inci katındaki azaltılmış görelî kat ötelemesi
Δ_i	Binanın i'inci katındaki görelî kat ötelemesi
$(\Delta_i)_{ort}$	Binanın i'inci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelemesi
ΔF_N	Binanın N'inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü
δ_i	Binanın i'inci katındaki etkin görelî kat ötelemesi
$(\delta_i)_{max}$	Binanın i'inci katındaki maksimum etkin görelî kat ötelemesi
η_{bi}	i'inci katta tanımlanan Burulma Düzensizliği Katsayısı
η_{ci}	i'inci katta tanımlanan Dayanım Düzensizliği Katsayısı
η_{ki}	i'inci katta tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı
Φ_{xin}	Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, n'inci mod şeklinin i'inci katta x eksenî doğrultusundaki yatay bileşeni
Φ_{yin}	Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, n'inci mod şeklinin i'inci katta y eksenî doğrultusundaki yatay bileşeni
$\Phi_{\theta in}$	Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, n'inci mod şeklinin i'inci katta düşey eksen etrafındaki dönme bileşeni
θ_i	i'inci katta tanımlanan İkinci Mertebe Gösterge Değeri
γ_p	Bağ kirişi dönme açısı
Ω_o	Büyütme katsayısı
σ_a	Yapı çeliğinin akma gerilmesi
σ_{bem}	Elemanın narınlığına bağılı olarak, TS-648'e göre hesaplanan basınç emniyet gerilmesi

σ_{em}	Emniyet gerilmesi
θ_p	Görelî kat ötelemesi açısı

KISALTMA LİSTESİ

ABYYHY	Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
DBYBHY	Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
DGÇ	Dışmerkez Güçlendirilmiş Çerçeve
MGÇ	Merkezi Güçlendirilmiş Çerçeve
SAP	Integrated Software for Structural Analysis and Design
SDNS	Süneklik Düzeyi Normal Sistem
SDYS	Süneklik Düzeyi Yüksek Sistem
TS	Türk Standartları

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 Yapı çeliğinin gerilme-birim uzama ilişkisi	2
Şekil 1.2 Yapı çeliğinde çevrimsel gerilme-şekil değiştirme ilişkisi	3
Şekil 1.3 Yapı çeliğinde a)yarı ve b)tam yükleme çeviriminde tüketilen enerji	3
Şekil 1.4 Yön değiştiren yük altında bir çapraz elemanın davranışı	6
Şekil 1.5 Yön değiştiren yük altında değişik boydaki çapraz elemanların davranışı	7
Şekil 1.6 MGÇ sistemlerin inelastik çevrimsel cevabı	8
Şekil 1.7 Çaprazların enerji yutma kapasitelerinin narinliğe göre değişimi	9
Şekil 1.8 Çerçeve yanal rijitliğinin bağlantı elemanı boyu ile değişimi	10
Şekil 1.9 DGÇ sistemi ve moment aktaran çerçevenin yatay yük etkisinde davranışları	10
Şekil 1.10 Bağlantı kirişi detayı	11
Şekil 1.11 Berkitilmiş ve berkitilmemiş kesitin inelastik davranışının karşılaştırılması	12
Şekil 1.12 Güçlendirilmemiş rijit çerçeve sistemlerinin inelastik davranışı	12
Şekil 1.13 Yumuşak kat mekanizmasının oluşumunu	13
Şekil 1.14 Panel bölgesi	14
Şekil 1.15 Çelik kirişin davranışı	15
Şekil 1.16 Kolonun burkulması	16
Şekil 1.17 Kolonun burkulma şeklinin süneklığe etkisi	16
Şekil 1.18 P/P_y oranının moment-rotasyon kapasitesine etkisi	17
Şekil 1.19 P/P_y oranının moment-rotasyon kapasitesine etkisi	17
Şekil 3.1 A1 türü burulma düzensizliği	24
Şekil 3.2 A2 türü burulma düzensizliği	24
Şekil 3.3 A3 türü burulma düzensizliği	25
Şekil 3.4 A4 türü burulma düzensizliği	25
Şekil 3.5 B3 türü burulma düzensizliği	25
Şekil 3.6 Spektrum katsayısı	28
Şekil 3.7 Eşdeğer deprem yükü	38
Şekil 3.8 Kaydırılmış kütle merkezi	40
Şekil 3.9 A2 türü burulma düzensizliği	40
Şekil 3.10 Eşdeğer deprem yükünün katlara dağılımı	42
Şekil 3.11 Kolonların kirişlerden güçlü olması hali	61
Şekil 3.12 Kayma bölgesi	64
Şekil 3.13 Takviye levhaları	65

Şekil 3.14 Merkezi güçlendirilmiş çerçeve tipleri	71
Şekil 3.15 Dışmerkez güçlendirilmiş çerçeve tipleri.....	71
Şekil 3.16 Bağ kirişi dönme açısı sınır değerleri.....	78
Şekil 3.17 Bağ kirişinde rijitlik levhaları.....	79
Şekil 3.18 Bağ kirişinde tam penetrasyonlu kaynak.....	81
Şekil 3.19 Alın levhalı bulonlu birleşim detayı.....	85
Şekil 3.20 Takviyeli alın levhalı bulonlu birleşim detayı.....	86
Şekil 3.21 Alın levhasız bulonlu birleşim detayı.....	87
Şekil 3.22 Kaynaklı birleşim detayı	89
Şekil 3.23 Ek başlık levhalı kaynaklı birleşim detayı	90
Şekil 3.24 Zayıflatılmış kiriş enkesiti kaynaklı birleşim detayı	92
Şekil 4.1 Binada en büyük kesit tesirlerinin olduğu elemanların yerleri.....	93
Şekil 4.2 A-A Dış çerçeve ve 1-1 dış çerçeve	94
Şekil 4.3 Plan	94
Şekil 4.4 Kolon, kiriş ve çapraz kesitleri.....	96

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 3.1 Düzensiz binalar	23
Çizelge 3.2 Etkin yer ivmesi katsayısı (A_0)	26
Çizelge 3.3 Bina önem katsayısı (I)	26
Çizelge 3.4 Spektrum karakteristik periyotları (T_A , T_B).....	27
Çizelge 3.5 ABYYHY 97 Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R).....	29
Çizelge 3.6 DBYBHY 2006 Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R).....	30
Çizelge 3.7 ABYYHY 97 Eşdeğer deprem yükü yöntemi'nin uygulanabileceği binalar	35
Çizelge 3.8 DBYBHY 2006 Eşdeğer deprem yükü yöntemi'nin uygulanabileceği binalar	35
Çizelge 3.9 Hareketli yük katılım katsayısı (n)	36
Çizelge 3.10 Bina türü olmayan yapılar için taşıyıcı sistem davranış katsayıları	51
Çizelge 3.11 D_a arttırma katsayıları.....	55
Çizelge 3.12 Büyütme Katsayıları.....	56
Çizelge 3.13 Enkesit koşulları	59
Çizelge 3.14 Alın levhalı bulonlu kiriş-kolon birleşim detayının uygulama sınırları	85
Çizelge 3.15 Takviyeli alın levhalı bulonlu kiriş-kolon birleşim detayının uygulama sınırları	86
Çizelge 3.16 Alın levhasız bulonlu kiriş-kolon birleşim detayının uygulama sınırları.....	88
Çizelge 3.17 Kaynaklı kiriş-kolon birleşim detayının uygulama sınırları.....	89
Çizelge 3.18 Ek başlık levhalı kaynaklı kiriş-kolon birleşim detayının uygulama sınırları....	91
Çizelge 3.19 Zayıflatılmış kiriş enkesiti kaynaklı kiriş-kolon birleşim detayının uygulama sınırları	91
Çizelge 4.1 Kolon kesitleri	96
Çizelge 4.2 ABYYHY 97 X-X yönü yapıya etkiyen eşdeğer deprem yükünün katlara dağılımı	98
Çizelge 4.3 ABYYHY 97 X-X yönü denk (3.13)'e göre T 'nin bulunması.....	98
Çizelge 4.4 ABYYHY 97 X-X yönü yeni T 'ye göre katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri	99
Çizelge 4.5 ABYYHY 97 X-X yönü denk. (3.22)'e göre görel kat ötelemesi sınırları hesabı	99
Çizelge 4.6 ABYYHY 97 Y-Y yönü yapıya etkiyen eşdeğer deprem yükünün katlara dağılımı	100
Çizelge 4.7 ABYYHY 97 Y-Y yönü denk (3.13)'e göre T 'nin bulunması.....	100
Çizelge 4.8 ABYYHY 97 Y-Y yönü yeni T 'ye göre katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri	101
Çizelge 4.9 ABYYHY 97 Y-Y denk. (3.22)'e göre görel kat ötelemesi sınırları hesabı.....	101
Çizelge 4.10 ABYYHY 97 C3 kolonunun değerleri	102
Çizelge 4.11 ABYYHY 97 K121 kirişinin değerleri	103
Çizelge 4.12 ABYYHY 97 B213 çaprazının değerleri	104

Çizelge 4.13 ABYYHY 97 kolon kesitleri.....	108
Çizelge 4.14 ABYYHY 97 X-X 2.adım yapıya etkiyen eşdeğer deprem yükünün katlara dağılımı	109
Çizelge 4.15 ABYYHY 97 X-X 2.adım denk (3.13)'e göre T'nin bulunması.....	109
Çizelge 4.16 ABYYHY 97 X-X 2.adım yeni T'ye göre katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri	110
Çizelge 4.17 ABYYHY 97 X-X 2.adım denk. (3.22)'e göre görelî kat ötelemesi sınırları hesabı	110
Çizelge 4.18 ABYYHY 97 Y-Y 2.adım yapıya etkiyen eşdeğer deprem yükünün katlara dağılımı	111
Çizelge 4.19 ABYYHY 97 Y-Y 2.adım denk (3.13)'e göre T'nin bulunması.....	111
Çizelge 4.20 ABYYHY 97 Y-Y 2.adım yeni T'ye göre katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri	112
Çizelge 4.21 ABYYHY 97 Y-Y 2.adım denk. (3.22)'e göre görelî kat ötelemesi sınırları hesabı	112
Çizelge 4.22 ABYYHY 97 2.adım C3 kolonunun değerleri.....	113
Çizelge 4.23 ABYYHY 97 2.adım K121 kirişinin değerleri	114
Çizelge 4.24 ABYYHY 97 2.adım B213 çaprazının değerleri	115
Çizelge 4.25 ABYYHY 97 2.adım kolon kesitleri.....	115
Çizelge 4.26 ABYYHY 97 C1 kolonu için enkesit koşulu	116
Çizelge 4.27 ABYYHY 97 C2 kolonu için enkesit koşulu	117
Çizelge 4.28 ABYYHY 97 C3 kolonu için enkesit koşulu	117
Çizelge 4.29 ABYYHY 97 C4 kolonu için enkesit koşulu	117
Çizelge 4.30 DBYBHY SDNS X-X yönü yapıya etkiyen eşdeğer deprem yükünün katlara dağılımı	118
Çizelge 4.31 DBYBHY SDNS X-X yönü denk (3.13)'e göre T'nin bulunması.....	118
Çizelge 4.32 DBYBHY SDNS X-X yönü yeni T'ye göre katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri	119
Çizelge 4.33 DBYBHY SDNS X-X yönü denk. (3.22)'e göre görelî kat ötelemesi sınırları hesabı	119
Çizelge 4.34 DBYBHY SDNS Y-Y yönü yapıya etkiyen eşdeğer deprem yükünün katlara dağılımı	120
Çizelge 4.35 DBYBHY SDNS Y-Y yönü denk (3.13)'e göre T'nin bulunması.....	120
Çizelge 4.36 DBYBHY SDNS Y-Y yönü yeni T'ye göre katlara dağıtılan eşdeğer deprem	121
Çizelge 4.37 DBYBHY SDNS Y-Y yönü denk. (3.22)'e göre görelî kat ötelemesi sınırları hesabı	121
Çizelge 4.38 DBYBHY SDNS'ye göre analiz edilen sistemin C3 kolonunun değerleri.....	122

Çizelge 4.39 DBYBHY SDNS'ye göre analiz edilen sistemin K121 kirişinin değerleri.....	123
Çizelge 4.40 DBYBHY SDNS'ye göre analiz edilen sistemin B213 çaprazının değerleri ...	124
Çizelge 4.41 DBYBHY SDNS kolon kesitleri.....	125
Çizelge 4.42 SDNS C1 kolonu için enkesit koşulu.....	134
Çizelge 4.43 SDNS C2 kolonu için enkesit koşulu.....	134
Çizelge 4.44 SDNS C3 kolonu için enkesit koşulu.....	134
Çizelge 4.45 SDNS C4 kolonu için enkesit koşulu.....	135
Çizelge 4.46 DBYBHY SDYS X-X yönü yapıya etkileyen eşdeğer deprem yükünün katlara dağılımı	135
Çizelge 4.47 DBYBHY SDYS X-X yönü denk (3.13)'e göre T'nin bulunması.....	136
Çizelge 4.48 DBYBHY SDYS X-X yönü yeni T'ye göre katlara etkileyen eşdeğer deprem yükü	136
Çizelge 4.49 DBYBHY SDYS X-X yönü denk. (3.22)'e göre göreceli kat ötelemesi sınırları hesabı	136
Çizelge 4.50 DBYBHY SDYS Y-Y yönü yapıya etkileyen eşdeğer deprem yükünün katlara dağılımı	137
Çizelge 4.51 DBYBHY SDYS Y-Y yönü denk (3.13)'e göre T'nin bulunması.....	137
Çizelge 4.52 DBYBHY SDYS Y-Y yeni T'ye göre katlara etkileyen eşdeğer deprem yükü ..	138
Çizelge 4.53 DBYBHY SDYS Y-Y denk. (3.22)'e göre göreceli kat ötelemesi sınırları hesabı	138
Çizelge 4.54 DBYBHY SDYS için C3 kolonunun değerleri.....	139
Çizelge 4.55 DBYBHY SDYS için K121 kirişinin değerleri	140
Çizelge 4.56 DBYBHY SDYS için B213 çaprazının değerleri	141
Çizelge 4.57 DBYBHY SDYS kolonların kesitleri	142
Çizelge 4.58 DBYBHY SDYS X-X yönü 2.adım yapıya etkileyen eşdeğer deprem yükünün katlara dağılımı	155
Çizelge 4.59 DBYBHY SDYS X-X yönü 2.adım denk (3.13)'e göre T'nin bulunması.....	155
Çizelge 4.60 DBYBHY SDYS X-X yönü 2.adım yeni T'ye göre katlara etkileyen eşdeğer deprem yükü.....	156
Çizelge 4.61 DBYBHY SDYS X-X yönü 2.adım denk. (3.22)'e göre göreceli kat ötelemesi sınırları hesabı.....	156
Çizelge 4.62 DBYBHY SDYS Y-Y yönü 2.adım yapıya etkileyen eşdeğer deprem yükünün katlara dağılımı	157
Çizelge 4.63 DBYBHY SDYS Y-Y yönü 2.adım denk (3.13)'e göre T'nin bulunması.....	157
Çizelge 4.64 DBYBHY SDYS Y-Y yönü 2.adım yeni T'ye göre katlara etkileyen eşdeğer deprem yükü.....	158
Çizelge 4.65 DBYBHY SDYS Y-Y yönü 2.adım denk. (3.22)'e göre göreceli kat ötelemesi	

sınırları hesabı.....	158
Çizelge 4.66 DBYBHY SDYS 2.adım güçlü kolon-zayıf kiriş koşulunu sağlayan C3 kolonunun değerleri	159
Çizelge 4.67 DBYBHY SDYS 2.adım güçlü kolon-zayıf kiriş koşulunu sağlayan K121 kirişinin değerleri	160
Çizelge 4.68 DBYBHY SDYS 2.adım güçlü kolon-zayıf kiriş koşulunu sağlayan B213 çaprazının değerleri.....	161
Çizelge 4.69 DBYBHY SDYS 2.adım kolon kesitleri.....	161
Çizelge 4.71 SDYS C2 kolonu için enkesit koşulu	167
Çizelge 4.72 SDYS C3 kolonu için enkesit koşulu	167
Çizelge 4.73 SDYS C4 kolonu için enkesit koşulu	168
Çizelge 5.1 C3 kolonunun üç sisteme göre karşılaştırılması.....	169
Çizelge 5.2 B213 çaprazının üç sisteme göre karşılaştırılması	170
Çizelge 5.3 K121 kirişinin üç sisteme göre karşılaştırılması	171
Çizelge 5.4 ABYYHY kolon kesitler	172
Çizelge 5.5 DBYBHY SDNS kolon kesitler	172
Çizelge 5.6 DBYBHY SDYS kolon kesitler	172
Çizelge 5.7 Seçilen kesitlerin toplam ağırlıkları	173

ÖNSÖZ

Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yapı Mühendisliği programı çerçevesinde gerçekleştirilen bu yüksek lisans çalışmasında Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 1997 ve Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmeliğin hesap kuralları ve çelik binalar için depreme dayanıklı tasarım kuralları bölümlerinin maddeleri karşılaştırılıp örnek olarak bir çelik yapının iki yönetmeliğe göre deprem yükleri etkisi altındaki analizi ve kesit seçimlerinin karşılaştırılmaları yapılmıştır.

Yüksek lisans öğrenimim süresince bilgi ve tecrübelerinden yararlanma şansı bulduğum tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Ahmet Zafer ÖZTÜRK'e, projenin çözülme aşamasında yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Bilge DORAN'a ve Araş. Gör. Devrim ÖZHENDEKÇİ'ye, tezimin hazırlanmasında bana büyük destek veren meslektaşım Cenk AKSOYLAR'a ve Serhun NADİROĞLU'na teşekkürü bir borç bilirim.

İnş. Müh. Ateş ATEŞ

İstanbul, Aralık 2006

ÖZET

Bu çalışmada Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 1997 ve Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmeliğin hesap kuralları ve çelik binalar için depreme dayanıklı tasarım kuralları bölümlerinin maddeleri karşılaştırılmıştır.

8 katlı bir çelik yapı ele alınıp her iki yönetmelik için de analiz edilmiştir. Binada, deprem yükleri çerçeveler ile birlikte merkezi çaprazlı perdeler tarafından taşınmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Deprem yönetmelikleri, Deprem analizi, Çelik yapılar, Merkezi güçlendirilmiş çerçeve

ABSTRACT

In this study, the rules of calculations and the rules of design for the earthquake resistant steel buildings, that are the part of The Regulations About the Structures to be Built in Disaster Regions and The Regulations About the Buildings to be Built in Earthquake Regions, have been compared.

A steel building, which has eight floor, has been analysed for two regulations. In this building the earthquake load is carried from frames and concentrically braced frames.

Keywords: Earthquake regulations, Seismic analysis, Steel structures, Concentrically braced frame

1. GİRİŞ

Bu çalışmada ilk olarak depreme dayanıklı çelik yapı tasarımı ile ilgili bilgiler verilmiştir. Böylece karşılaştıracağımız yönetmeliklerdeki maddelerin ve sınırlandırmaların nedenleri gösterilmiş olmaktadır.

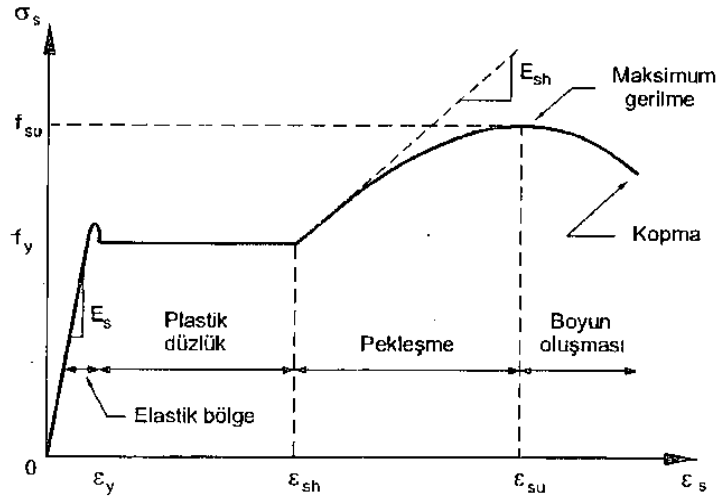
Üçüncü bölümde Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 1997 ve Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmeliğin hesap kuralları ve çelik yapılar için depreme dayanıklı yapı tasarımı bölümlerinin maddeleri karşılaştırılmıştır.

Dördüncü bölümde örnek olarak bir çelik yapının iki yönetmeliğe göre deprem yükleri etkisi altındaki analizleri gösterilmiştir. Tüm kolon-kiriş birleşimleri rijit bağlı, çaprazlar ise kiriş başlıklarına her iki ucundan da mafsallı olarak tanımlanmıştır. Analiz üç boyutlu olarak SAP 2000 programı ile yapılmıştır.

Beşinci bölümde ise sonuçlar karşılaştırılmıştır.

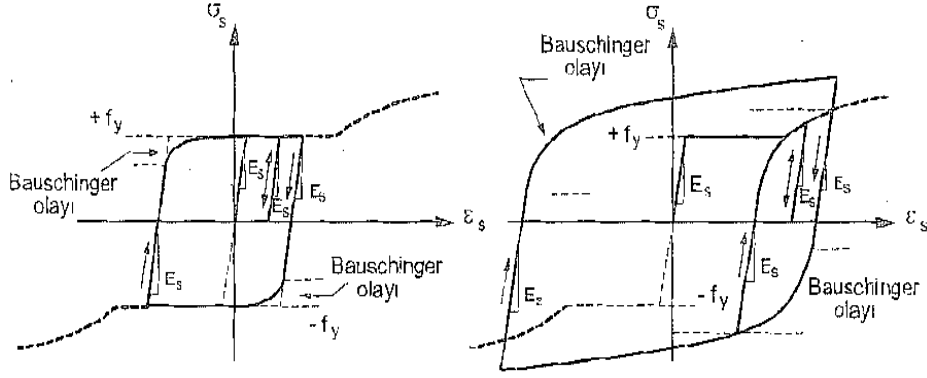
2. DEPREME DAYANIKLI ÇELİK YAPI TASARIMI

Yapı çeliği, demir ve karbon karışımından oluşur. Çelikte bulunan %0.15 - %0.20 oranındaki karbon miktarı dayanımın artmasına sebep olurken kopma uzamasını azaltır. Çeliğin malzeme olarak davranışını çelik çubukta çekme deneyinde elde edilen gerilme - şekil değişimi ($\sigma_s - \epsilon_s$) gösterir (Şekil 1.1). ϵ_s , akma birim uzamasına kadar elastik, $\epsilon_y - \epsilon_{sh}$ arasında plastiktir. Sonrasında pekleşme ile gerilme yükselir ve ϵ_{su} birim uzaması ile meydana gelen yerel kesit azalması ile çelik çubuk kopar. Çeliğin çekme gerilmesi altında gözlenen bu özelliğin basınç gerilmesi için de geçerli olduğu kabul edilir. Çeliğin malzeme olarak kopmadan büyük şekil değiştirmeler yapabilmesi, sünekliğinin ve dayanımının büyük olması çelik yapılara deprem etkilerini karşılamakta üstünlük sağlar.



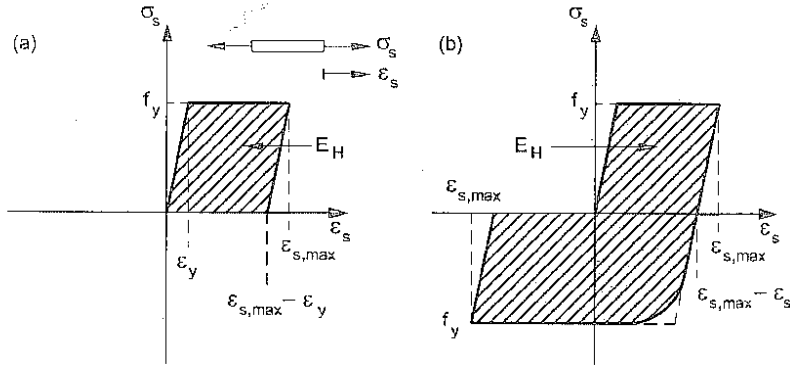
Şekil 1.1 Yapı çeliğinin gerilme-birim uzama ilişkisi¹

¹ Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı 2004, İstanbul



Şekil 1.2 Yapı çeliğinde çevrimsel gerilme-şekil değiştirme ilişkisi²

Çelik elastik sınırlar içinde yüklenip boşaltıldığında herhangi bir kalıcı plastik şekil değiştirme oluşmaz. Yükleme akma sınırından sonra da devam ederse boşalma başlangıçtaki yükleme doğrusuna paralel oluşur ve kalıcı şekil değiştirme meydana gelir. Boşaltmadan sonra yükleme ters yönde yapılırsa akma sınırına erişilmesinde keskin köşe noktası oluşmaz. Bu duruma Bauschinger olayı denir(Şekil 1.2). Eğer gerilmenin geriye dönüşü, gerilme pekleşmesi bölgesine geçilmeden önce başlarsa geriye yükleme halinde de akma platosuna rastlanır. Gerilme pekleşmesi bölgesine girildikten sonra, takip eden çevrimlerde akma platosu kaybolur.



Şekil 1.3 Yapı çeliğinde a)yarı ve b)tam yükleme çevriminde tüketilen enerji³

Süneklik ve tekrarlı inelastik yükleme altında enerji yutma kapasitesi çeliğin en önemli iki

² a.g.e

³ a.g.e

özelliğidir. Bir çelik elemanın plastik uzaması veya kısılması için ihtiyaç duyulan enerji, plastik kuvvet ile plastik deformasyonun çarpımıdır ve buna histerik enerji denilir. Kinetik ve elastik deformasyon enerjisinin tersine, histerik enerji geriye dönüşü olmayan, sarfedilmiş enerjidir. (Şekil 1.3)

$$E_H = P_y (\delta_{\max} - \delta_y) \quad (1.1)$$

Bir taşıyıcı sisteme etkiyen deprem yükü, bu sisteme bir dış enerji uygular. Bu enerjinin karşılığı, sistemde harcanan plastik enerji ile depolanan deformasyon enerjisi ve kinetik enerjidir.

$$E_D = E_H + E_e + E_K \quad (1.2)$$

Burada E_D deprem enerjisi, E_K kinetik enerjisi, E_e elastik deformasyon enerjisi, E_H harcanan plastik enerjidir.

Çelik taşıyıcı sistemin enerji yutma kapasitesi ne kadar çok ise kinetik ve elastik enerji birikimi o kadar azdır.

Taşıyıcı sistem elemanlarının boyutlandırılmasında kullanılan yöntemler aşağıda verilmiştir.

1.Emniyet Gerilmesi Yöntemi: Taşıyıcı sistemde kullanma yükleri olarak isimlendirilen G+Q yükleme durumunda, elemanların davranışının elastik sınırlar içinde kaldığı kabul edilerek, elemanda meydana gelecek gerilmelerin öngörülen emniyet gerilmesini aşmaması esas alınır. Emniyet gerilmesi malzemeye (St.37 ve St.52) ve yükleme türüne bağlıdır.

2.Taşıma Gücü Yöntemi: Taşıyıcı sistemde arttırılmış yükler altında kesitlerde meydana gelen etkilerin kesitin taşıma gücünü geçmemesi esas alınır. Yönetmeliklerde $1.4G + 1.6Q$, $G+Q \pm E$ ve $0.9G \pm E$ esas olmak üzere çeşitli yük kombinasyonları tanımlanmıştır.

3.Plastik Hesap Yöntemi: Taşıyıcı sistemin arttırılmış yükler altında taşıyıcı sistemin kritik kesitlerinde plastik kapasite sınırlarına erişildiği kabul edilir. Elastik ötesi davranış göz önüne alındığından, taşıyıcı sistemdeki ek yük taşıma kapasitesinden faydalanılır. Hesapta taşıyıcı sistemin plastik kapasitesi yükleme adımlarına bağlı değildir ve denge denklemleriyle hesaplanır.

Çelik taşıyıcı sistemler kolon, kiriş, çapraz ve döşeme elemanlarından oluşur. Bu elemanlar perçin, bulon ve kaynakla birleştirilir. Çelik kolonlar yüklerini genellikle betonarme

temellerle zemine iletir.

Birleşim bölgelerine göre taşıyıcı sistemin elastik davranış kabulü ile çözümünde üç tür birleşimden söz edilebilir:

- 1.Mafsallı birleşimlerde, birleşim bölgelerinde kesme kuvveti ve normal kuvvet iletilir. Kolonların burkulma boyu büyük olduğu için kolonlar olumsuz etkilenir.
- 2.Rijit birleşimde, birleşim bölgelerinde bütün kesit tesirleri iletilir. Birleşim bölgelerindeki şekil değiştirmelerin taşıyıcı sistemdeki kuvvet dağılımını ve sistemde oluşan şekil değiştirmeleri etkilememesi gerekir.
- 3.Yarı rijit birleşimde, birleşim bölgelerinde eğilme momenti ile dönme arasında önceden kabul edilen bir etkileşim olduğu varsayılır.

2.1 Çelik Çerçeveler

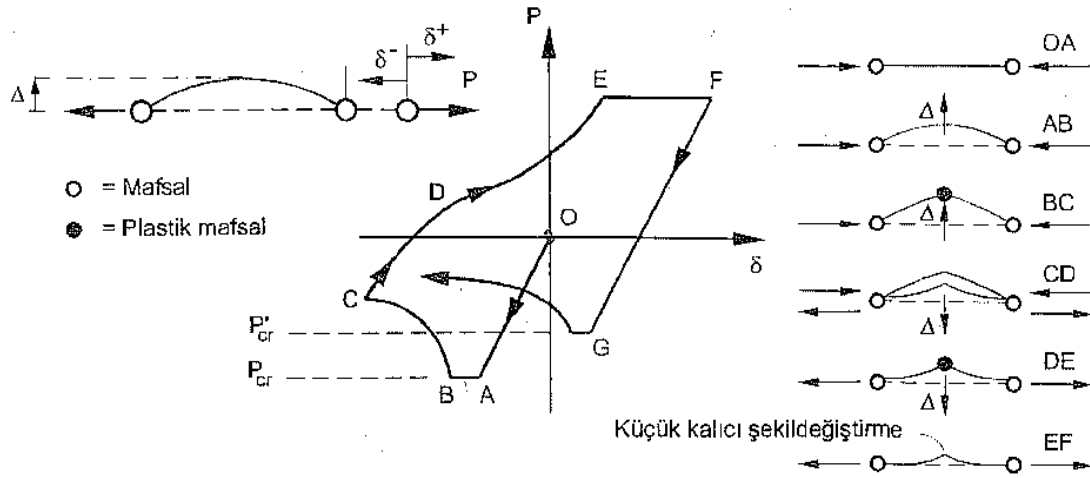
Depreme dayanıklı çelik taşıyıcı sistemin oluşturulurken, taşıyıcı sistemde yeterli yatay rijitliğin bulunmasına ve sünekliğin yüksek olmasına özen gösterilmelidir. Bir taşıyıcı sistemin deprem etkisi altında sünekliği, çevrimsel etki altında enerji tüketen bölgelerin bulunması ile artar. Deprem etkisi altında sünek olan yapılar enerji tüketen bölgelerin türüne göre üçe ayrılır:

1. Merkezi güçlendirilmiş çerçeveler (MGÇ)
2. Dışmerkez güçlendirilmiş çerçeveler (DGÇ)
3. Güçlendirilmemiş rijit çerçeveler

1.MGÇ sistemlerin çaprazları, yön değiştiren büyük yatay etkilerde basınç altında burkulup akmaya erişerek ve çekme altında akarak enerjinin tüketilmesini sağlar. Boyutlamada, kolon kirişler ve birleşim bölgelerinde hasara izin verilmez ve düşey yükler için gerekli olan taşıma kapasitesinde bir azalma olmadan, çaprazlarda plastik şekil değiştirmelerin meydana gelmesi sağlanır. Ancak geçmişte meydana gelen depremler bu isteğin çaprazlı çerçevenin ve birleşim bölgelerinin özenle düzenlenmemesi durumunda ortaya çıkmadığını göstermiştir.⁴ Bazı durumlarda kontrolsüz elastik olmayan davranış sonucu bu tür çerçevelerde toptan göçmeye

⁴ a.g.e

kadar varan hasarlar görülmüştür. Bu sakınca sebebiyle ABYYHY 1997 de bu tür sistemler süreklilik düzeyi normal sistemler olarak kabul edilmiştir.

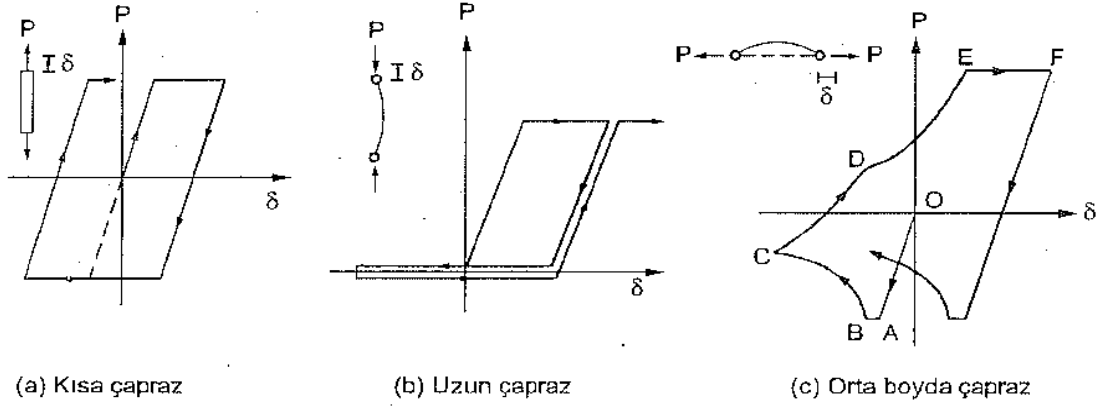


Şekil 1.4 Yön değiştiren yük altında bir çapraz elemanın davranışı⁵

MGÇ sistemlerde enerji tüketimi incelemek için bir çaprazın aksenal kuvvet altındaki davranışının inceleyelim. Çapraza etkiyen aksenal yük P , boy kısalması δ ve orta noktasının eksene dik yerdeğiştirmesi Δ ile göstereyim (Şekil 1.4). Çapraz yüksüz durumda O noktasında bulunur. Basınç etkisi altında elastik olarak kısalarak A noktasına erişir. Çaprazda burkulma meydana geldiğinde aksenal kuvvette önemli değişiklik olmaz ama kısalma artar. Bu aşamaya kadar elastik olan davranışta, boşalma yapılırsa BAO çizgisi izlenerek yüksüz duruma geri gelinir. Burkulma durumunda orta kesitte normal kuvvet ile birlikte en büyük eğilme momenti meydana gelir. Gerilmelerin artması orta kesitte plastik mafsall oluşmasına sebep olabilir. Bu durumda Δ orta kesit yerdeğiştirmesinin büyümesi ile, bu kesitte plastik dönmeler artarken, aksenal yükte düşme oluşur ve böylece C noktasına erişilir. Bu noktadan itibaren yükte boşalma yapılırsa, çaprazda plastik aksenal şekil değiştirme ve yanal yerdeğiştirme kalır. Basınç kuvveti boşaldıktan sonra, çapraza çekme kuvveti uygulanırsa, elastik şekil değiştirmeler ve orta kesitteki plastik mafsall dönmesi geriye çevrilerek azalır. Çekme kuvvetinin artmasıyla, çaprazda aksenal plastik şekil değiştirmeler meydana gelir. Bu durum şekilde $E-F$ doğrusuna karşı gelir. Devam ederek tekrar boşaltmanın yapılması ve basınç kuvvetinin yüklenmesi durumunda ise $F-G$ yolu izlenir. Yükleme ve boşaltmaların sonucunda

⁵ a.g.e

çaprazda meydana gelen kalıcı şekil değiştirmelerden dolayı burkulma yükü küçülür. Ancak çevrimin sürekli devam etmesi durumunda küçülme hızla durur ve burkulma yükü, çaprazın narinliğine bağlı olan bir değerde karar kılar. Çaprazın narinliğine bağlı olarak davranışı Şekil 1.4’de verilmiştir.



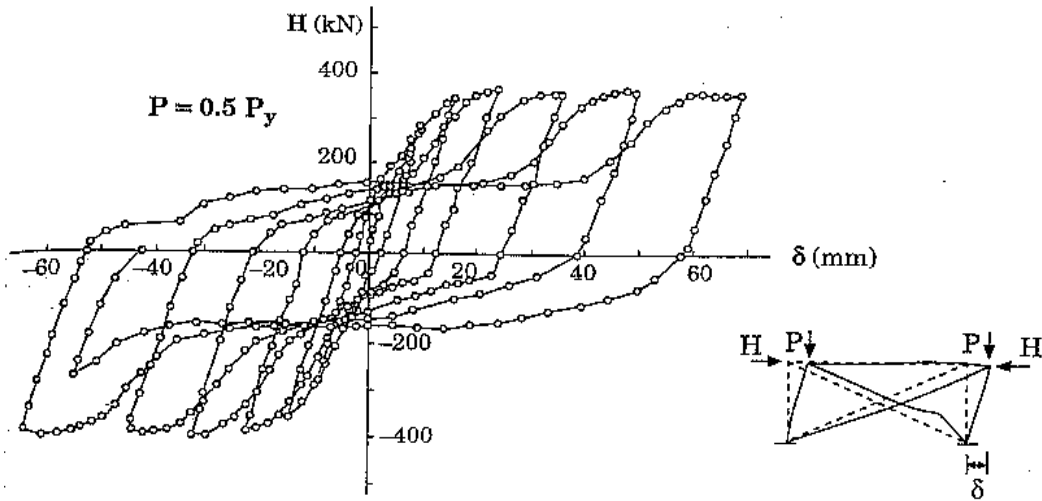
Şekil 1.5 Yön değiştiren yük altında değişik boydaki çapraz elemanların davranışı⁶

Yukarıda açıklanan davranış orta narinlikte olan çapraz elemanlarda ortaya çıkar. Çapraz eleman çok kısa ise, basınçta burkulma ortaya çıkmadan basınçta ve çekmede akma meydana gelerek, klasik elasto-plastik davranış ortaya çıkar. Eğer çaprazın narinliği büyük ise, çekmede akmadan dolayı bir enerji tüketimi ortaya çıkarken basınçta burkulmanın elastik olması sonucu enerji tüketimi meydana gelmez. Ayrıca bu durumda yatay etkilerin artmasıyla yatay yer değiştirmeler sürekli artacağından, taşıyıcı sistemi güç tükenmesine götüren ikinci mertebe etkileri oluşabilir. Bu nedenle çok narin ve yalnız basınç taşıyan bu tür çaprazların deprem etkilerinde kullanılmasına izin verilmez. Bu amaçla çapraz elemanların narinliğine yönetmeliklerde değişik sınırlar getirilmiştir. Çaprazların çekme kuvveti altında akma ile enerji tüketimi, basınç altındakilerin burkulma ile tüketiminden daha güvenilirdir. Bu sebepten, depremin her iki yönde de etkidiği göz önüne alınarak, basınç ve çekme çaprazlarının taşıyıcı sistemde dengeli şekilde dağıtılması uygundur. Bu sebeplerden dolayı, yönetmeliklerde, binanın bir aksı üzerindeki düşey merkezi çapraz elemanlar, o aks doğrultusundaki depremde ve her bir deprem yönünde etkiyen yatay kuvvetlerin en az %30'u ve en çok %70'i basınçta çalışan çaprazlar tarafından karşılanacak şekilde düzenlenmesi öngörülmektedir.

Eğer çapraz eleman çekme etkisinde ise elemanın kolon ve kirişlere birleşimi, çaprazın kendisinden daha kuvvetli olmalıdır. Çaprazın taşıyabileceği en büyük kuvvet, akma gerilmesinin uygun bir katsayı ile artırılması ile elde edilen kopma gerilmesi esas alınarak bulunmalı ve birleşim bu kuvvete göre boyutlandırılmalıdır.

V ve ters V türü çaprazlar kirişlere açıklıkta birleşirler. Kirişe birleşen çaprazların eşit olmayan basınç ve çekme kuvvetlerinden oluşan düşey kuvvet, kirişte eğilme ve hatta plastik mafsallara oluşmasına bile sebep olur. Bu sebepten dolayı yönetmeliklerde kirişin kolonlar arasında sürekli olması ve kirişlerin çaprazlar yokmuş kabul edilerek boyutlandırılması şartları vardır.

Kolona birleşen çaprazlarda meydana gelen basınç burkulma kuvveti ile çekme kapasite kuvvetinin dengelenmemiş yatay bileşeninin, kolonun tam orta kesitinde plastik mafsallara meydana getirmesi, düşey yüklerin bile taşınmasını kritik duruma getirebilir.

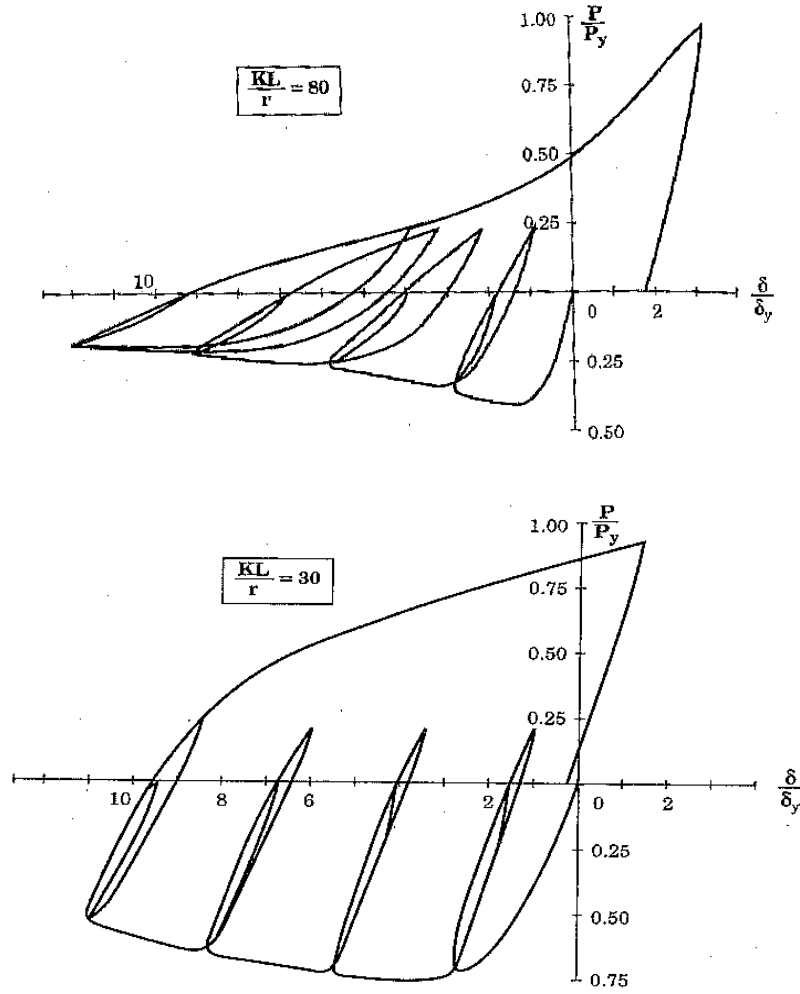


Şekil 1.6 MGÇ sistemlerin inelastik çevrimsel cevabı⁷

MGÇ sistemlerin inelastik çevrimsel cevapları DGÇ sistemlere göre yeterli değildir. MGÇ sistemler güçlendirilmemiş sistemlere göre oldukça büyük elastik yatay rijitliği vardır. Çaprazların enerji yutma kapasiteleri narinliklerinin azalmasıyla beraber artar.

⁶ a.g.e

⁷ Çelik Yapılar 2002, İstanbul



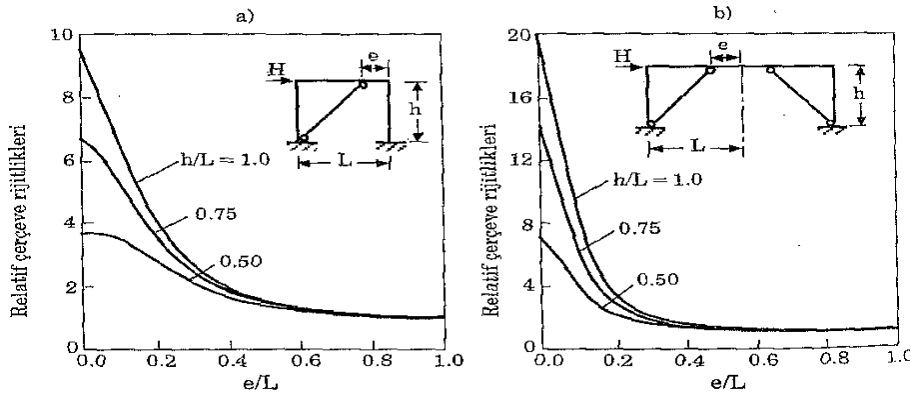
Şekil 1.7 Çaprazların enerji yutma kapasitelerinin narinliğe göre değişimi⁸

Çaprazın narinliği (KL/r) azaldıkça inelastik çevrimsel davranışlar iyileşmeye, yani enerji yutma kapasiteleri artmaya başlar. Bu yüzden yönetmeliklerde çaprazların narinliği sınırlandırılmıştır.(Şekil 1.7)

2.DGÇ sistemlerinde çaprazlar kirişe tek bir noktada birleşmez ve kirişte bağlantı elemanı olarak isimlendirilen bir çeşit sigorta görevi yapan kiriş kısmını oluşturur. Birleşim noktası ile bu bağlantı arasındaki kiriş parçası büyük plastik deformasyonlar yapabilmelidir. Bunun

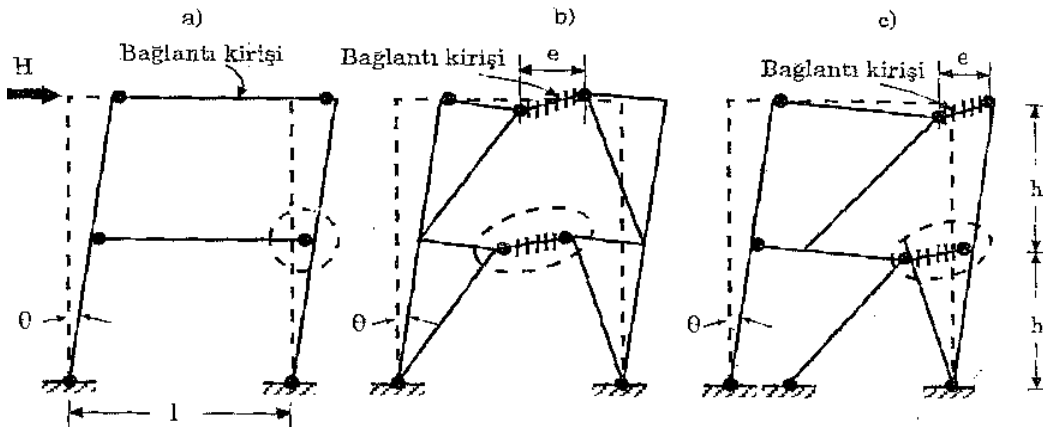
⁸ a.g.e

sebebi deprem dizayn yük değerleri üzerine çıkan dış yükler halinde (büyük depremlerde olduğu gibi), güçlendirme elemanlarının burkulmasını önlemektir. Kolon-kiriş birleşim noktası ile güçlendirme elemanı arasında kalan bağlantı kirişinin plastik kayma deformasyonu yapmasına imkan verilerek enerji yutması sağlanır. Bağlantı kirişinin dışındaki bütün kirişler, kolonlar ve çaprazlar ve birleşim elemanlarının deprem etkisinde elastik kalacak şekilde boyutlandırılmalıdır.



Şekil 1.8 Çerçeve yanal rijitliğinin bağlantı elemanı boyu ile değişimi⁹

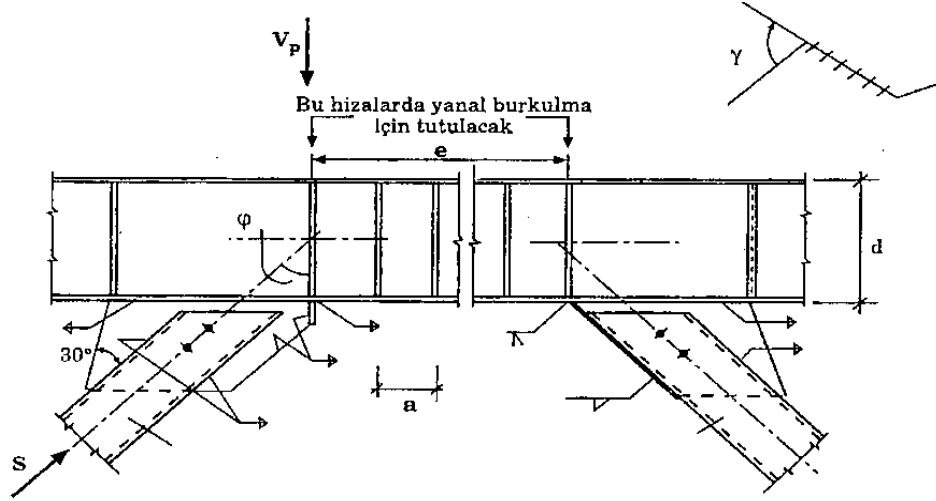
DGÇ sistemin rölatif rijitliğinin, bağlantı kirişinin kirişin boyuna oranına bağlı olarak değişimi Şekil 1.8’ de gösterilmiştir. Burada $e/L = 0$ MGÇ sisteme ve $e/L = 1$ moment aktaran çerçeveye karşılık gelir. Bağlantı elemanın boyunun artması ile şekil değiştirmeler de artacağından rijitlik azalır.



Şekil 1.9 DGÇ sistemi ve moment aktaran çerçevenin yatay yük etkisinde davranışları¹⁰

⁹ a.g.e

DGÇ sistemlerin güçlendirilmemiş rijit çerçeve sistemlerinden yanal rijitlik açısından daha üstündür. Elastik olmayan davranış bakımından bakıldığında ise güçlendirilmemiş rijit çerçeve ve DGÇ sisteminin aynı yanal açısal sapması (θ) için farklı sünek davranış görülmektedir. Güçlendirilmemiş rijit çerçeve sisteminde plastik mafsallar θ kadar dönme yapmış olmaları nedeniyle sünek davranış DGÇ sistemine göre daha azdır.



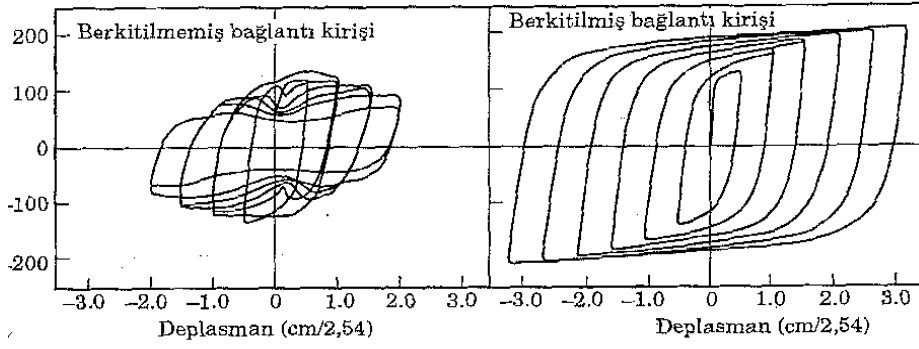
Şekil 1.10 Bağlantı kirişi detayı¹¹

DGÇ sistemlerinde güçlendirme elemanında oluşacak eksenel yük kirişe eksenel gerilme yaratan yatay bileşeni ve kiriş gövdesinde kayma gerilmeleri oluşturan düşey bileşeni ile aktarılır. Kaliforniya'daki Berkeley Üniversitesi'nde yapılan deneysel çalışmalar, bağlantı kirişlerinin gövde takviye levhaları olmaksızın tekrarlı yüklere karşı koyacak kapasiteye sahip olmadığını ve bunların yük taşıma kapasitesi, gövde buruşması nedeniyle önemli oranda azaldığını göstermiştir.¹² Bunun için, gövde burkulmasını önleyecek şekilde bağlantı kirişine rijitlik verilmelidir.(Şekil 1.10)

¹⁰ a.g.e

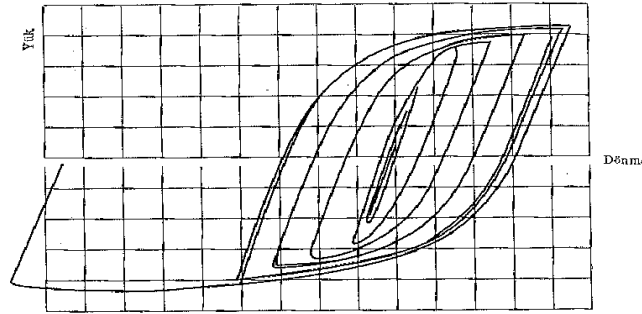
¹¹ a.g.e

¹² a.g.e



Şekil 1.11 Berkitilmiş ve berkitilmemiş kesitin inelastik davranışının karşılaştırılması¹³

3. Güçlendirilmemiş rijit çerçeve sistemleri, birbirine rijit olarak bağlanmış kolon ve kiriş elemanlarından oluşur. Yanal yüklere direnç, esas olarak çerçeve elemanlarında ve birleşimlerinde moment ve kesme kuvveti oluşumu ile sağlanır.

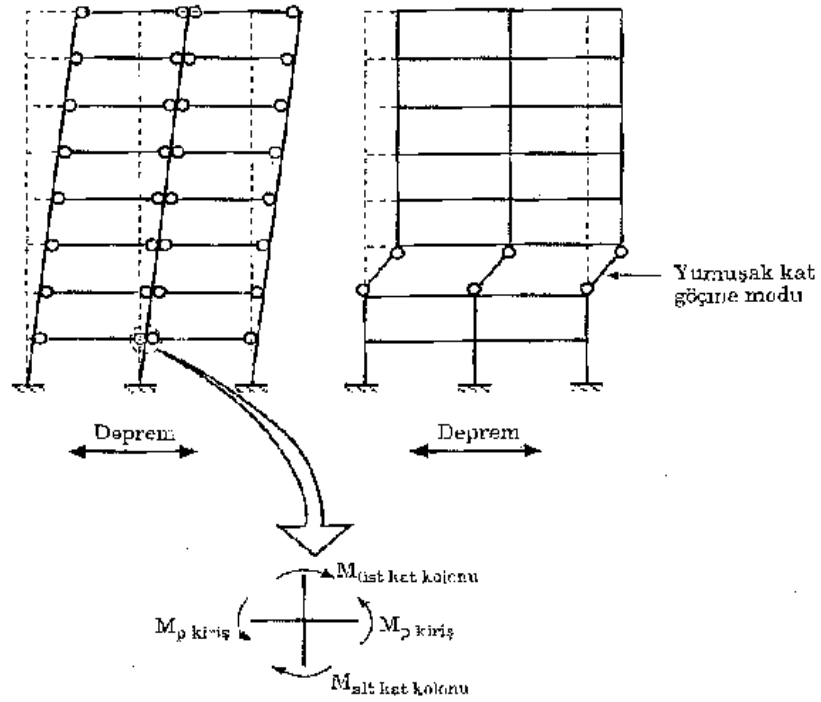


Şekil 1.12 Güçlendirilmemiş rijit çerçeve sistemlerinin inelastik davranışı¹⁴

Çelik çerçeve sistemleri, aşırı deprem yükleri altında plastik mafsalların kolonlardan çok kirişlerde oluşması halinde daha çok histerik enerji sarf ederler. Plastik mafsalların kirişlerde oluşması sonucu ortaya çıkan göçme mekanizması yumuşak kat mekanizmasının oluşumunu önler. Plastik mafsalları kolonlardan çok kirişlerde oluşacak şekilde boyutlandıran çerçeve sistemlerine “kuvvetli kolon- zayıf kiriş sistemleri” adı verilir. (Şekil 1.13)

¹³ a.g.e

¹⁴ a.g.e



Şekil 1.13 Yumuşak kat mekanizmasının oluşumunu¹⁵

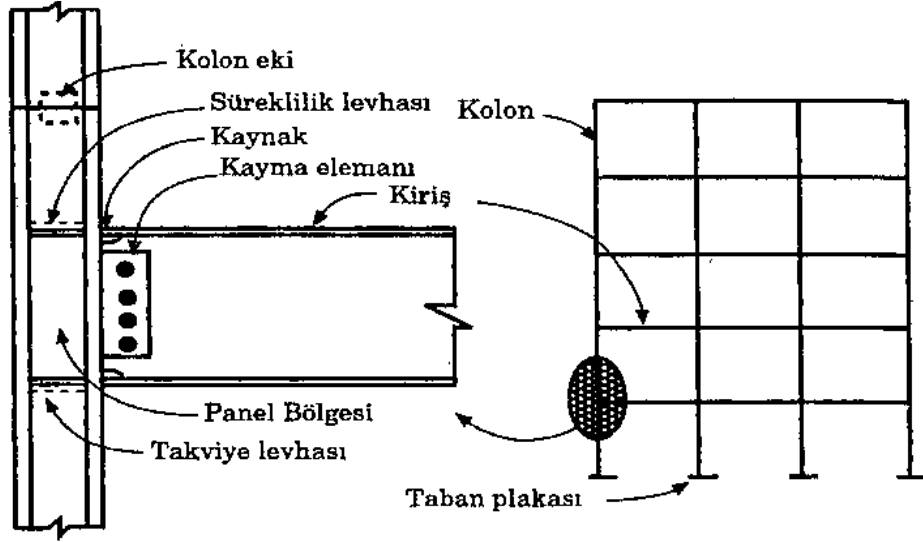
Güçlendirilmemiş rijit çelik çerçeveler kaynaklı ve/veya yüksek mukavemetli bulonlu birleşimlere sahiptir. Kolon ve kirişlerin birleşim bölgesindeki esneklik ihmal edilerek, rijit birleşim kabul edilir. Gerçekte birleşim bölgelerindeki elastik birleşim sonucu bu tür çerçevede yerdeğiştirmeler büyür. Yönetmeliklerde süneklik düzeyi normal ve yüksek olmak üzere iki tür güçlendirilmemiş çerçeve tanımlanmıştır.

Süneklik düzeyi yüksek çerçeveler, süneklik özelliklerinden ve mimari taleplere cevap vermesi nedeniyle yaygın olarak kullanılır. Bunlarda deprem yükü azaltma katsayısı büyük olmasına karşılık ; kiriş, kolon ile birleşim bölgelerinin boyutlandırılmasında daha katı ve ayrıntılı kurallar geçerlidir. Çerçevede, kiriş başlıkları ile üstten ve alttan sınırlı olan kolon gövdesi panel bölgesi olarak isimlendirilir. Bu bölgenin elemanlarda oluşan eğilme momenti sonucu meydana gelen kesme kuvvetini karşılayacak biçimde boyutlandırılması gerekir. Bu amaçla kolonda kiriş başlıklarının devamı şeklinde berkitme levhaları kullanılabilir. Bu çerçevelerin kapasite kavramına uygun boyutlandırılmasında, enerjinin çerçevenin kiriş kesitlerinde tüketilmesi esas alınır. Yüklerin karşılanması sırasında plastik mafsalların oluştuğunun kabul edildiği bu kesitlerin dışındaki diğer kiriş kesitleri ile kolonların ve kiriş-

¹⁵ a.g.e

kolon birleşim bölgelerinin elastik kaldığı kabul edilir.

Buna karşılık süneklik düzeyi normal çerçeveler, daha az sünektir ve sınırlı elastik ötesi şekil değiştirmeleri destekler. Daha az sünek oldukları için süneklik düzeyi yüksek çerçevelere göre daha küçük deprem yükü azaltma katsayısı söz konusudur.



Şekil 1.14 Panel bölgesi¹⁶

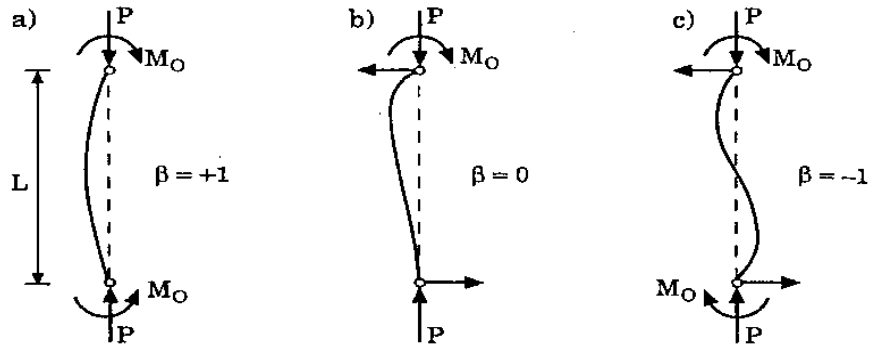
Sünek, güçlendirilmemiş çerçeve sistemlerin deprem etki altında gereken performansı göstermesi için kolon- kiriş birleşimlerinin yeterli seviyede boyutlandırılması gerekir. Bu amaçla birleşim yerinde, oluşmaları muhtemel olan akma, buruşma ve panel bölgesi yük taşıma kaybı durumlarının önlenmesi gerekir. Kiriş başlık levhaları hizasında kolon gövdesinde her iki yandan konan takviye levhaları, kolon gövdesinde oluşması muhtemel akma ve buruşma durumlarını etkin biçimde önler.

Rijit çelik çerçeve sistemlerinin değişken deprem yükleri nedeniyle sünek davranış göstererek, moment taşıma kapasitesini kaybetmeden, histerik çevrimsel enerji sarfetme mekanizması ile deprem enerjisini yutması istenir.

¹⁶ a.g.e

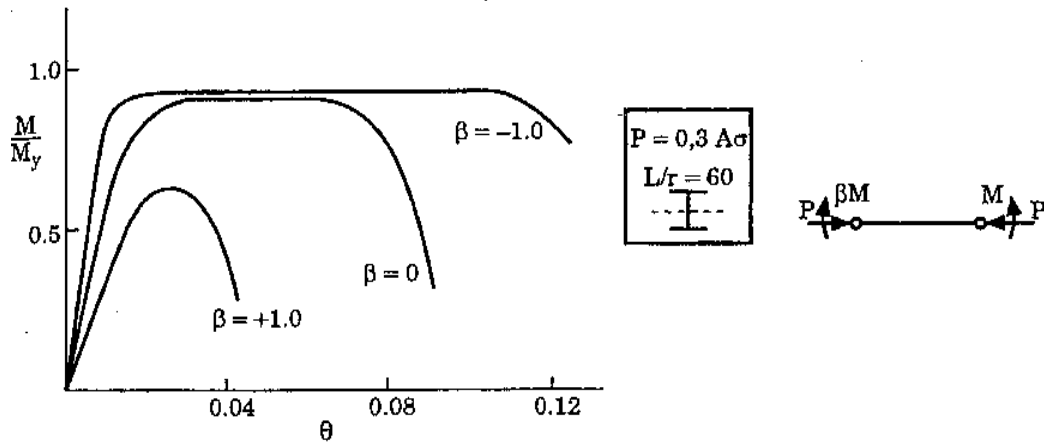
¹⁸ a.g.e

2.3 Kolonlar



Şekil 1.16 Kolonun burkulması¹⁹

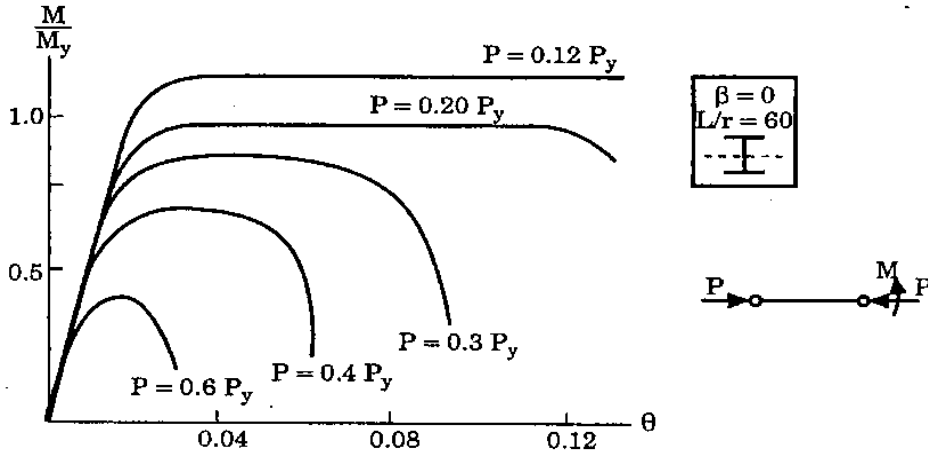
Kolonların uçlarına etkiyen yüklere göre burkulma şekilleri Şekil 1.16’da gösterilmiştir. Tek eğrilik ($\beta = +1$) hali Şekil 1.17’de görüleceği gibi daha az süneklik özelliği gösterir. Deprem yükleri etkisinde genellikle böyle bir durumdan ziyade iki eğrilikli ($\beta = -1$) durum gözlenir. Diyagramdan anlaşıldığı üzere bu durumda en yüksek süneklik elde edilmektedir.



Şekil 1.17 Kolonun burkulma şeklinin süneklığe etkisi²⁰

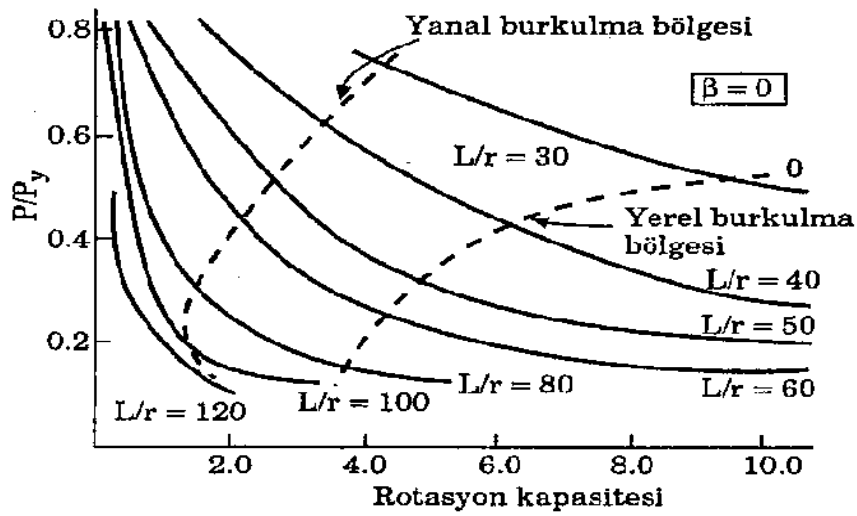
¹⁹ a.g.e

²⁰ a.g.e



Şekil 1.18 P/P_y oranının moment-rotasyon kapasitesine etkisi²¹

Burada P kolona etki eden eksenel kuvvet, P_y ise akma sınır gerilmesiyle hesaplanan eksenel yüküdür. Bu diyagramdan küçük eksenel basınç kuvveti altındaki kolonların daha sünek olduğunu anlıyoruz. Büyük eksenel yükler etkisindeki kolonlar ise daha az süneklik özelliği göstermektedir.



Şekil 1.19 P/P_y oranının moment-rotasyon kapasitesine etkisi²²

Şekil 1.19'da en alt kesikli çizginin sağ alt bölgesi yerel burkulma bölgesi olarak

²¹ a.g.e

²² a.g.e

adlandırılmıştır. Bu bölge içinde, kolon yerel burkulma etkisi için kontrol edilmelidir. Kolon kesitinde yerel burkulma oluşmazsa şekilde görülen eğrileri sapmadan izler. Başlık uzunluğunun genişliğine oranı ve gövde boyunun kalınlığına oranı büyük olan kesitler yerel burkulma etkisiyle bu eğrilerden ayrılırlar. Bu yüzden yönetmeliklerde kolonlar için de çeşitli enkesit koşulları bulunmaktadır.

3. 1997 AFET BÖLGELERİNDE YAPILACAK YAPILAR HAKKINDA YÖNETMELİK İLE 2006 DEPREM BÖLGELERİNDE YAPILACAK BİNALAR HAKKINDA YÖNETMELİĞİN KARŞILAŞTIRILMASI

Bu bölümde her iki yönetmeliğin depreme dayanıklı binalar için hesap kuralları ve çelik binalar için depreme dayanıklı tasarım kuralları bölümleri karşılaştırılacaktır.

Konunun daha iyi anlaşılması açısından ABYYHY 97'nin bölümleri yönetmeliğin kendi numaralarına göre takip edilip DBYBHY 2006'da o bölümle ilgili herhangi bir değişiklik varsa hemen o bölümün sonunda belirtilecektir.

3.1 ABYYHY 97 Bölüm 6. Depreme Dayanıklı Binalar İçin Hesap Kuralları

3.1.1 ABYYHY 97 Bölüm 6. 6.1 Kapsam

ABYYHY 97 6.1.1- Genel Hükümlerinde tanımlanan deprem bölgelerinde yeni yapılacak tüm yerinde dökme ve prefabrike betonarme binalar ile çelik binalar ve bina türü yapıların depreme dayanıklı olarak hesaplanmasında esas alınacak deprem yükleri ve uygulanacak hesap kuralları bu bölümde tanımlanmıştır. Ahşap, Yığma kargir ve kerpiç binalara ilişkin kurallar ise, sırası ile ABYYHY 97 Bölüm 9, Bölüm 10 ve Bölüm 11'de verilmiştir.

ABYYHY 97 6.1.2-Bina temellerinin ve zemin dayanma (istinat) yapılarının hesabına ilişkin kurallar ABYYHY 97 Bölüm 6'da verilmiştir.

ABYYHY 97 6.1.3-Bina türünde olmayan, ancak bu bölümde verilen kurallara göre hesaplanmasına izin verilen yapılar, ABYYHY 97 6.12'de belirtilenlerle sınırlıdır.

DBYBHY 2006'da ek olarak; mevcut binaların deprem performanslarının değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi için uygulanacak hesap kuralları DBYBHY 2006 Bölüm 7'de verilmiştir.

3.1.2 ABYYHY 97 6.2 Genel İlke Ve Kurallar

3.1.2.1 ABYYHY 97 6.2.1 Bina Taşıyıcı Sistemlerine İlişkin Genel İlkeler

ABYYHY 97 6.2.1.1-Bir bütün olarak deprem yüklerini taşıyan bina taşıyıcı sisteminde ve aynı zamanda taşıyıcı sistemi oluşturan elemanların her birinde, deprem yüklerinin temel zeminine kadar sürekli bir şekilde ve güvenli olarak aktarılmasını sağlayacak yeterlikte rijitlik, kararlılık ve dayanım bulunmalıdır. Döşeme sistemleri, deprem kuvvetlerinin taşıyıcı

sistem elemanları arasında güvenle aktarılmasını sağlayacak düzeyde rijitlik ve dayanıma sahip olmalıdır.

DBYBHY 2006'da ek olarak; "Yeterli olmayan durumlarda, döşemelerde uygun aktarma elemanları düzenlenmelidir." cümlesi vardır.

ABYYHY 97 6.2.1.2-Binaya aktarılan deprem enerjisinin önemli bir bölümünün taşıyıcı sistemin sünek davranışı ile tüketilmesi için, ABYYHY 97 Bölüm 7 ve Bölüm 8'de belirtilen sünek tasarım ilkelerine titizlikle uyulmalıdır.

ABYYHY 97 6.2.1.3-Aşağıda tanımlanan düzensiz binaların tasarımından ve yapımından kaçınılmalıdır. Taşıyıcı sistem planda simetrik veya simetriğe yakın düzenlenmeli ve Çizelge 3.1'de A1 başlığı ile tanımlanan burulma düzensizliğine olabildiğince yer verilmemelidir. Bu bağlamda, perde vb rijit taşıyıcı sistem elemanlarının binanın burulma rijitliğini arttıracak biçimde yerleştirilmesine özen gösterilmelidir. Düşey doğrultuda ise özellikle Çizelge 3.1'de B1 ve B2 başlıkları ile tanımlanan ve herhangi bir katta zayıf kat veya yumuşak kat durumu oluşturan düzensizliklerden kaçınılmalıdır. Bu bağlamda, taşıyıcı sistem hesabında göz önüne alınmayan, ancak kendi düzlemlerinde önemli derecede rijitliğe sahip olabilen dolgu duvarların bazı katlarda ve özellikle binaların giriş katlarında kaldırılması ile oluşan ani rijitlik ve dayanım azalmalarının olumsuz etkilerini gidermek için bina taşıyıcı sisteminde gerekli önlemler alınmalıdır.

DBYBHY 2006'da "Bu bağlamda, taşıyıcı sistem hesabında göz önüne alınmayan, ancak kendi düzlemlerinde önemli derecede rijitliğe sahip olabilen dolgu duvarların bazı katlarda ve özellikle binaların giriş katlarında kaldırılması ile oluşan ani rijitlik ve dayanım azalmalarının olumsuz etkilerini gidermek için bina taşıyıcı sisteminde gerekli önlemler alınmalıdır." cümlesi bulunmamaktadır.

ABYYHY 97 6.2.1.4- Bölüm 12'de tanımlanan (C) ve (D) gruplarına giren zeminlere oturan kolon ve özellikle perde temellerindeki dönmelerin taşıyıcı sistem hesabına etkileri, uygun idealleştirme yöntemleri ile gözönüne alınmalıdır.

3.1.2.2 ABYYHY 97 6.2.2. Deprem Yüklerine İlişkin Genel Kurallar

ABYYHY 97 6.2.2.1-Binalara etkiyen deprem yüklerinin belirlenmesi için, bu bölümde aksi belirtilmedikçe, ABYYHY 97 6.4'te tanımlanan Spektral İvme Katsayısı ve ABYYHY 97 6.5'te tanımlanan Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı esas alınacaktır.

ABYYHY 97 6.2.2.2-ABYYHY 97’de aksi belirtilmedikçe, deprem yüklerinin sadece yatay düzlemde ve binanın birbirine dik iki eksenini doğrultusunda etkidikleri varsayılacaktır. Taşıyıcı sistem elemanlarının asal eksenlerinin göz önüne alınan yatay deprem doğrultuları ile çakışmadığı durumlarda ABYYHY 97 6.3.2.3 uygulanacaktır.

ABYYHY 97 6.2.2.3-Deprem yükleri ile diğer yüklerin ortak etkisi altında binanın taşıyıcı sistem elemanlarında oluşacak tasarım iç kuvvetlerinin taşıma gücü ilkesine göre hesabında kullanılacak yük katsayıları, ABYYHY 97’de aksi belirtilmedikçe, ilgili yapı yönetmeliklerinden alınacaktır.

ABYYHY 97 6.2.2.4-Deprem yükleri ile rüzgar yüklerinin binaya aynı zamanda etkilediği varsayılacak ve her bir yapı elemanının boyutlandırılmasında, deprem ya da rüzgar etkisi için hesaplanan büyüklüklerin elverişsiz olanı gözönüne alınacaktır. Ancak, rüzgardan oluşan büyüklüklerin daha elverişsiz olması durumunda bile; elemanların boyutlandırılması, detaylandırılması ve birleşim noktalarının düzenlenmesinde, ABYYHY 97’de belirtilen koşullara uyulması zorunludur.

3.1.3 ABYYHY 97 6.3 Düzensiz Binalar

3.1.3.1 ABYYHY 97 6.3.1 Düzensiz Binaların Tanımı

Depreme karşı davranışlarındaki olumsuzluklar nedeni ile tasarımından ve yapımından kaçınılması gereken *düzensiz binalar*’ın tanımlanması ile ilgili olarak, planda ve düşey doğrultuda düzensizlik meydana getiren durumlar Çizelge 3.1’de, bunlarla ilgili koşullar ise ABYYHY 97 6.3.2’de verilmiştir.

3.1.3.2 ABYYHY 97 6.3.2 Düzensiz Binalara İlişkin Koşullar

Çizelge 3.1’de tanımlanan düzensizlik durumlarına ilişkin koşullar aşağıda belirtilmiştir:

ABYYHY 97 6.3.2.1 – A1 ve B2 türü düzensizlikler, 2.6’da belirtildiği üzere, deprem hesap yönteminin seçiminde etken olan düzensizliklerdir.

ABYYHY 97 6.3.2.2 – A2 ve A3 türü düzensizliklerin bulunduğu binalarda, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, kat döşemelerinin kendi düzlemleri içinde deprem kuvvetlerini düşey taşıyıcı sistem elemanları arasında güvenle aktarabildiği hesapla doğrulanacaktır.

ABYYHY 97 6.3.2.3 – A4 türü düzensizliğin bulunduğu binalarda, taşıyıcı sistem

elemanlarının asal eksen doğrultularındaki iç kuvvet büyüklükleri 6.7.5 ve 6.8.6'ya göre hesaplanacaktır.

DBYBHY 2006'da A4 türü düzensizliği ile ilgili bir madde bulunmamaktadır.

ABYYHY 97 6.3.2.4 – B1 türü düzensizliğinin bulunduğu binalarda, gözönüne alınan i'inci kattaki dolgu duvarı alanlarının toplamı bir üst kattakine göre fazla ise, η_{ci} 'nin hesabında dolgu duvarları göz önüne alınmayacaktır. $0.60 \leq (\eta_{ci})_{min} < 0.80$ aralığında Çizelge 3.6'da verilen taşıyıcı sistem davranış katsayısı, $1.25 (\eta_{ci})_{min}$ değeri ile çarpılarak her iki deprem doğrultusunda da binanın tümüne uygulanacaktır. Ancak hiçbir zaman $\eta_{ci} < 0.60$ olmayacaktır. Aksi durumda, zayıf katın dayanımı ve rijitliği artırılarak deprem hesabı tekrarlanacaktır.

ABYYHY 97 6.3.2.5– B3 türü düzensizliğin bulunduğu binalara ilişkin koşullar, bütün deprem bölgelerinde uygulanmak üzere, aşağıda belirtilmiştir:

(a) Kolonların binanın herhangi bir katında konsol kirişlerin veya alttaki kolonlarda oluşturulan guselerin üstüne veya ucuna oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez.

(b) Kolonun iki ucundan mesnetli bir kirişe oturması durumunda, kirişin bütün kesitlerinde ve ayrıca gözönüne alınan deprem doğrultusunda bu kirişin bağlandığı düğüm noktalarına birleşen diğer kiriş ve kolonların bütün kesitlerinde, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm iç kuvvet değerleri %50 oranında arttırılacaktır.

(c) Üst katlardaki perdenin altta kolonlara oturtulması durumunda, bu kolonlarda düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm iç kuvvet değerleri %50 arttırılacaktır. Bu tür düzensizliğin bulunduğu betonarme binalarda ayrıca ABYYHY 97 7.3.4.3'te verilen koşullar uygulanacaktır.

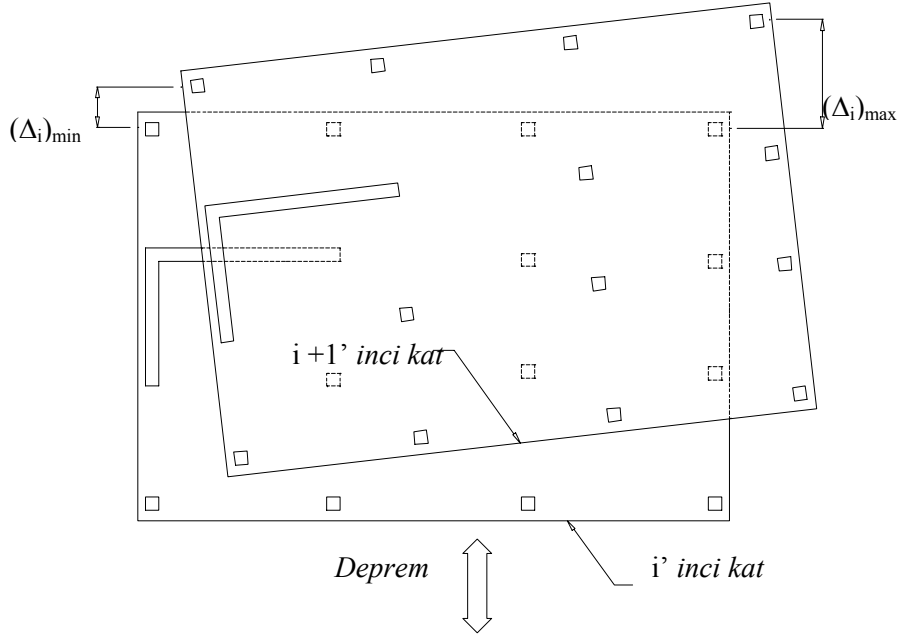
DBYBHY 2006'da "(c) Üst katlardaki perdenin altta kolonlara oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez" maddesi yer almaktadır.

(d) Perdelerin binanın herhangi bir katında, kendi düzlemleri içinde kirişlerin üstüne açıklık ortasında oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez.

DBYBHY 2006'da Aşağıdaki Çizelgedeki A4 türü düzensizlik bölümü bulunmamaktadır. Ayrıca B2'deki Rijitlik Düzensizliği Katsayısı sınırı 1.5 değil 2.0'dır.

Çizelge 3.1 Düzensiz binalar

A – PLANDA DÜZENSİZLİK DURUMLARI	İlgili Maddeler
A1 – Burulma Düzensizliği : Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük görelî kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama görelî ötelemeye oranını ifade eden Burulma Düzensizliği Katsayısı η_{bi} 'nin 1.2'den büyük olması durumu (Şekil 3.1). [$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{\max} / (\Delta_i)_{\text{ort}} > 1.2$] Görelî kat ötelemelerinin hesabı, $\pm$ %5 ek dışmerkezlilik etkileri de gözönüne alınarak, 2.7'ye göre yapılacaktır.	ABYYHY 97 6.3.2.1
A2 – Döşeme Süreksizlikleri : Herhangi bir kattaki döşemede (Şekil 3.2); I – Merdiven ve asansör boşlukları dahil, boşluk alanları toplamının kat brüt alanının 1/3'ünden fazla olması durumu, II – Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması durumu, III – Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumu	ABYYHY 97 6.3.2.2
A3 – Planda Çıkıntılar Bulunması : Bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de, binanın o katının aynı doğrultulardaki toplam plan boyutlarının %20'sinden daha büyük olması durumu (Şekil 3.3).	ABYYHY 97 6.3.2.2
A4 – Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması: Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının plandaki asal eksenlerinin, göz önüne alınan birbirine dik yatay deprem doğrultularına paralel olmaması durumu.(Şekil 3.4)	ABYYHY 97 6.3.2.3
B – DÜŞEY DOĞRULTUDA DÜZENSİZLİK DURUMLARI	İlgili Maddeler
B1 – Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat) : Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki etkili kesme alanı'nın, bir üst kattaki etkili kesme alanı'na oranı olarak tanımlanan Dayanım Düzensizliği Katsayısı η_{ci} 'nin 0.80'den küçük olması durumu. $[\eta_{ci} = (\sum A_e)_i / (\sum A_e)_{i+1} < 0.80]$ Herhangi bir katta etkili kesme alanının tanımı: $\sum A_e = \sum A_w + \sum A_g + 0.15 \sum A_k$	ABYYHY 97 6.3.2.3
B2 – Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat) : Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir i'inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranının bir üst veya bir alt kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranına bölünmesi ile tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı η_{ki} 'nin 2.0'den fazla olması durumu. [$\eta_{ki} = (\Delta_i/h_i)_{\text{ort}} / (\Delta_{i+1}/h_{i+1})_{\text{ort}} > 2.0$ veya $\eta_{ki} = (\Delta_i/h_i)_{\text{ort}} / (\Delta_{i-1}/h_{i-1})_{\text{ort}} > 2.0$] Görelî kat ötelemelerinin hesabı, $\pm$ %5 ek dışmerkezlilik etkileri de gözönüne alınarak 6.7'ye göre yapılacaktır.	ABYYHY 97 6.3.2.1
B3 – Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği : Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının (kolon veya perdelerin) bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin veya guseli kolonların üstüne veya ucuna oturtulması, yada üst kattaki perdelerin altta kolonlara oturtulması durumu (Şekil 3.4).	ABYYHY 97 6.3.2.4

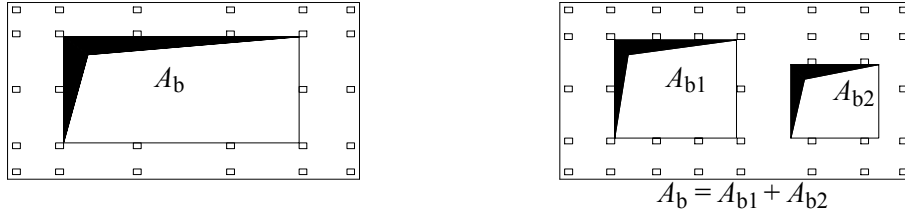


Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda

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

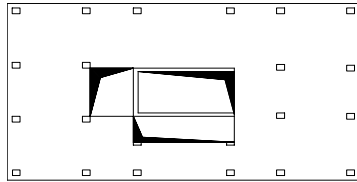
$$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{max} / (\Delta_i)_{ort}$$

Şekil 3.1 A1 türü burulma düzensizliği

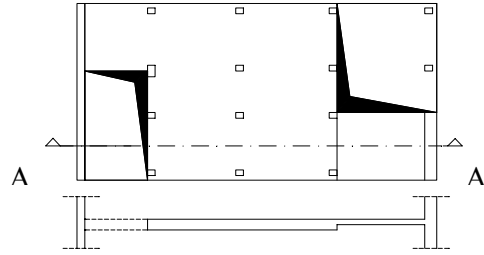


A2 türü düzensizlik durumu – I

$$A_b / A > 1/3$$

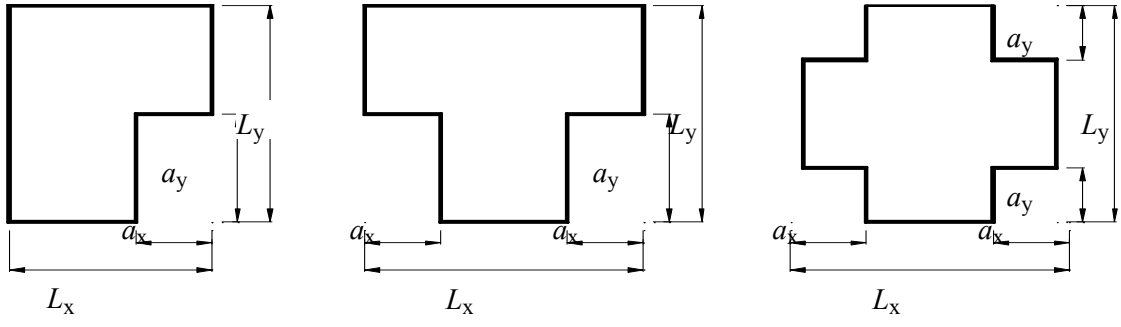


A2 türü düzensizlik durumu – II



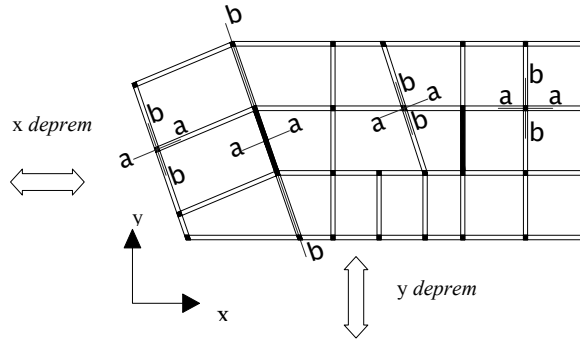
Kesit A-A

Şekil 3.2 A2 türü burulma düzensizliği

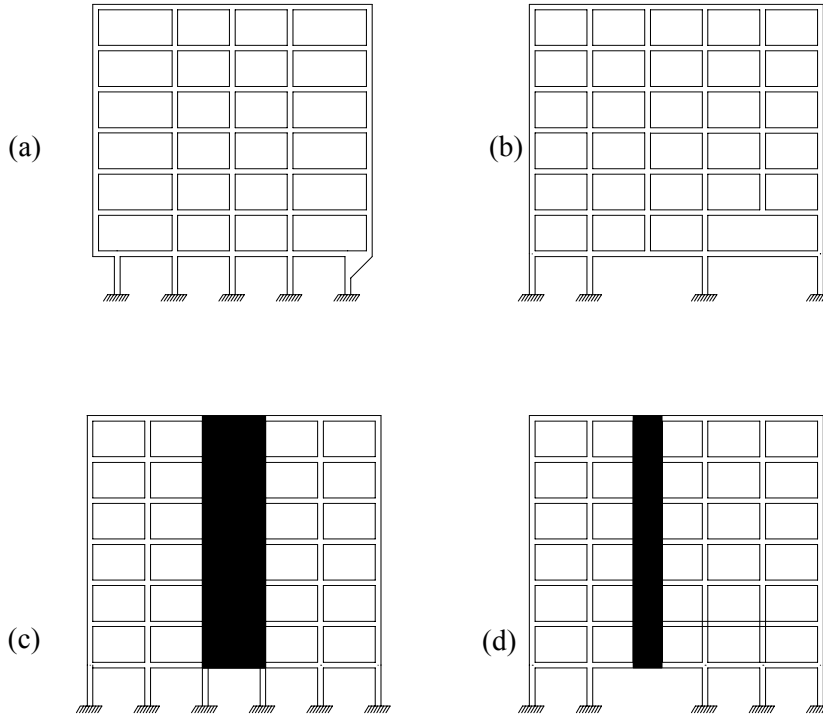


A3 türü düzensizlik durumu: $a_x > 0.2 L_x$ ve aynı zamanda $a_y > 0.2 L_y$

Şekil 3.3 A3 türü burulma düzensizliği



Şekil 3.4 A4 türü burulma düzensizliği



Şekil 3.5 B3 türü burulma düzensizliği

3.1.4 ABYYHY 97 6.4 Elastik Deprem Yüklerinin Tanımlanması : Spektral İvme Katsayısı

Deprem yüklerinin belirlenmesi için esas alınacak olan ve tanım olarak %5 sönüm oranı için elastik Tasarım İvme Spektrumu'nun yerçekimi ivmesi g 'ye bölünmesine karşılık gelen Spektral İvme Katsayısı, $A(T)$, Denk.(3.1) ile verilmiştir.

$$A(T) = A_0 I S(T) \quad (3.1)$$

3.1.4.1 ABYYHY 97 6.4.1 Etkin Yer İvmesi Katsayısı

Denk.(3.1)'de yer alan Etkin Yer İvmesi Katsayısı, A_0 , Çizelge 3.2'de tanımlanmıştır.

Çizelge 3.2 Etkin yer ivmesi katsayısı (A_0)

Deprem Bölgesi	A_0
1	0.4
2	0.3
3	0.2
4	0.1

3.1.4.2 ABYYHY 97 6.4.2 Bina Önem Katsayısı

Denk.(3.1)'de yer alan Bina Önem Katsayısı, I , Çizelge 3.3'te tanımlanmıştır.

Çizelge 3.3 Bina önem katsayısı (I)

Binanın Kullanım Amacı veya Türü	Bina Önem Katsayısı (I)
1. Deprem sonrası kullanımı gereken binalar ve tehlikeli madde içeren binalar Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastaneler, dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları ve terminalleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri; vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, ilk yardım ve afet planlama istasyonları) b) Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	1.5
2. İnsanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu ve değerli eşyanın saklandığı binalar a) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kıışlalar, cezaevleri, vb. b) Müzeler	1.4
3. İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar Spor tesisleri, sinema, tiyatro ve konser salonları, vb.	1.2
4. Diğer binalar Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb)	1.0

3.1.4.3 ABYYHY 97 6.4.3 Spektrum Katsayısı

ABYYHY 97 6.4.3.1 – Denk.(3.1)’de yer alan *Spektrum Katsayısı*, $S(T)$, yerel zemin koşullarına ve bina doğal periyodu T ’ye bağlı olarak Denk.(3.2) ile hesaplanacaktır (Şekil 3.6).

$$\begin{aligned} S(T) &= 1 + 1.5 \frac{T}{T_A} & (0 \leq T \leq T_A) \\ S(T) &= 2.5 & (T_A < T \leq T_B) \\ S(T) &= 2.5 \left(\frac{T_B}{T} \right)^{0.8} & (T_B < T) \end{aligned} \quad (3.2)$$

Denk.(3.2)’deki *Spektrum Karakteristik Periyotları*, T_A ve T_B , ABYYHY 97 Bölüm 6’da Çizelge 3.2 ile tanımlanan *Yerel Zemin Sınıfları*’na bağlı olarak Çizelge 3.4’te verilmiştir.

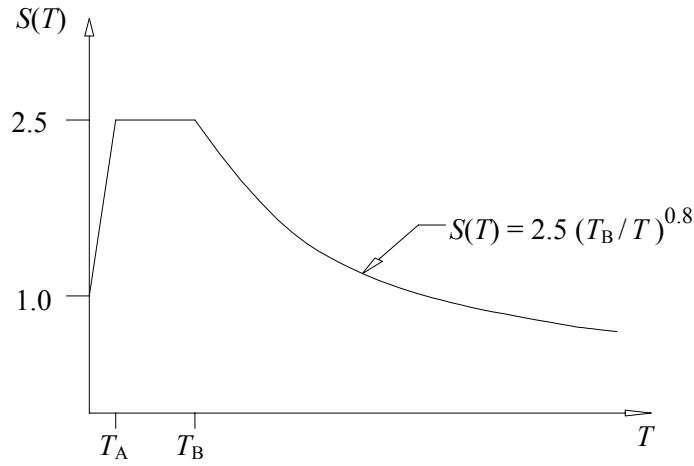
Çizelge 3.4 Spektrum karakteristik periyotları (T_A , T_B)

Çizelge 6.2’ye göre Yerel Zemin Sınıfı	T_A (saniye)	T_B (saniye)
Z1	0.10	0.30
Z2	0.15	0.40
Z3	0.15	0.60
Z4	0.20	0.90

ABYYHY 97 6.4.3.2 – ABYYHY 1997 Bölüm 6’da 6.2.1.2 ve 6.2.1.3’te belirtilen koşulların yerine getirilmemesi durumunda, Çizelge 3.4’te Z4 yerel zemin sınıfı için tanımlanan spektrum karakteristik periyotları kullanılacaktır.

3.1.4.4 ABYYHY 97 6.4 Özel Tasarım İvme Spektrumları

Gerekli durumlarda elastik tasarım ivme spektrumu, yerel deprem ve zemin koşulları gözönüne alınarak yapılacak özel araştırmalarla da belirlenebilir. Ancak, bu şekilde belirlenecek ivme spektrumu ordinatlarına karşı gelen spektral ivme katsayıları, tüm periyotlar için, Çizelge 3.4’teki ilgili karakteristik periyotlar gözönüne alınarak Denk. (3.1)’den bulunacak değerlerden hiçbir zaman daha küçük olmayacaktır.



Şekil 3.6 Spektrum katsayısı

3.1.5 ABYYHY 97 6.5 Elastik Deprem Yüklerinin Azaltılması: Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı

Depremde taşıyıcı sistemin kendine özgü doğrusal elastik olmayan davranışını gözönüne almak üzere, 3.4'te verilen spektral ivme katsayısına göre bulunacak elastik deprem yükleri, aşağıda tanımlanan Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı'na bölünecektir.

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı $R_a(T)$, çeşitli taşıyıcı sistemler için aşağıdaki Çizelge 3.6'da tanımlanan Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı, R 'ye ve doğal titreşim periyodu, T 'ye bağlı olarak Denk.(3.3) ile belirlenecektir.

$$\begin{aligned}
 R_a(T) &= 1.5 + (R - 1.5) \frac{T}{T_A} & (0 \leq T \leq T_A) \\
 R_a(T) &= R & (T_A < T)
 \end{aligned} \tag{3.3}$$

Çizelge 3.5 ABYYHY 97 Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R)

BİNA TAŞIYICI SİSTEMİ	Süneklik Düzeyi Normal Sistemler	Süneklik Düzeyi Yüksek Sistemler
(1) YERİNDE DÖKME BETONARME BİNALAR		
(1.1) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar	4	8
(1.2) Deprem yüklerinin tamamının bağ kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı binalar.....	4	7
(1.3) Deprem yüklerinin tamamının boşluksuz perdelerle taşındığı binalar.....	4	6
(1.4) Deprem yüklerinin çerçeveler ile boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar..	4	7
(2) PREFABRİKE BETONARME BİNALAR		
(2.1) Deprem yüklerinin tamamının bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen çerçevelerle taşındığı binalar	3	6
(2.2) Deprem yüklerinin tamamının, üstteki bağlantıları mafsallı olan kolonlar tarafından taşındığı tek katlı binalar.....	—	5
(2.3) Deprem yüklerinin tamamının prefabrike veya yerinde dökme boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı, çerçeve bağlantıları mafsallı olan prefabrike binalar..	—	4
(2.4) Deprem yüklerinin, bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen prefabrike çerçeveler ile yerinde dökme boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar.....	3	5
(3) ÇELİK BİNALAR		
(3.1) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar.....	5	8
(3.2) Deprem yüklerinin tamamının, üstteki bağlantıları mafsallı olan kolonlar tarafından taşındığı tek katlı binalar.....	4	6
(3.3) Deprem yüklerinin tamamının çaprazlı perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından taşındığı binalar		
(a) Çaprazların merkezi olması durumu.....	3	—
(b) Çaprazların dışmerkez olması durumu.....	—	7
(c) Betonarme perdelerin kullanılması durumu.....	4	6
(3.4) Deprem yüklerinin çerçeveler ile birlikte çaprazlı çelik perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar		
(a) Çaprazların merkezi olması durumu.....	4	—
(b) Çaprazların dışmerkez olması durumu.....	—	8
(c) Betonarme perdelerin kullanılması durumu.....	4	7

Çizelge 3.6 DBYBHY 2006 Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R)

BİNA TAŞIYICI SİSTEMİ	Süneklik Düzeyi Normal Sistemler	Süneklik Düzeyi Yüksek Sistemler
(1) YERİNDE DÖKME BETONARME BİNALAR		
(1.1) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar	4	8
(1.2) Deprem yüklerinin tamamının bağ kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı binalar.....	4	7
(1.3) Deprem yüklerinin tamamının boşluksuz perdelerle taşındığı binalar.....	4	6
(1.4) Deprem yüklerinin çerçeveler ile boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar..	4	7
(2) PREFABRİKE BETONARME BİNALAR		
(2.1) Deprem yüklerinin tamamının bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen çerçevelerle taşındığı binalar	3	7
(2.2) Deprem yüklerinin tamamının, üstteki bağlantıları mafsallı olan kolonlar tarafından taşındığı tek katlı binalar.....	—	3
(2.3) Deprem yüklerinin tamamının prefabrike veya yerinde dökme boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı, çerçeve bağlantıları mafsallı olan prefabrike binalar..	—	5
(2.4) Deprem yüklerinin, bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen prefabrike çerçeveler ile yerinde dökme boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar.....	3	6
(3) ÇELİK BİNALAR		
(3.1) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar.....	5	8
(3.2) Deprem yüklerinin tamamının, üstteki bağlantıları mafsallı olan kolonlar tarafından taşındığı tek katlı binalar.....	—	4
(3.3) Deprem yüklerinin tamamının çaprazlı perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından taşındığı binalar		
(a) Çaprazların merkezi olması durumu.....	4	5
(b) Çaprazların dışmerkez olması durumu.....	—	7
(c) Betonarme perdelerin kullanılması durumu.....	4	6
(3.4) Deprem yüklerinin çerçeveler ile birlikte çaprazlı çelik perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar		
(a) Çaprazların merkezi olması durumu.....	5	6
(b) Çaprazların dışmerkez olması durumu.....	—	8
(c) Betonarme perdelerin kullanılması durumu.....	4	7

3.1.5.1 ABYYHY 97 6.5.1 Taşıyıcı Sistemlerin Süneklik Düzeylerine İlişkin Genel Koşullar

ABYYHY 97 6.5.1.1 Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayıları Çizelge 3.6’da verilen süneklik düzeyi yüksek taşıyıcı sistemler ve süneklik düzeyi normal taşıyıcı sistemler’e ilişkin tanımlar ve uyulması gerekli koşullar, betonarme binalar için ABYYHY 97 Bölüm 7’de, çelik binalar için ise Bölüm 8’de verilmiştir.

ABYYHY 97 6.5.1.2 Çizelge 3.6’da süneklik düzeyi yüksek olarak gözönüne alınacak taşıyıcı sistemlerde, süneklik düzeyinin her iki yatay deprem doğrultusunda da yüksek olması zorunludur. Süneklik düzeyi bir deprem doğrultusunda yüksek, buna dik diğer deprem doğrultusunda ise normal olan sistemler, her iki doğrultuda da süneklik düzeyi normal sistemler olarak sayılacaktır.

ABYYHY 97 6.5.1.3 – Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, aşağıda belirtilen betonarme binalarda süneklilik düzeyi yüksek sistemler’in kullanılması zorunludur.

(a) Taşıyıcı sistemi sadece çerçevelerden oluşan binalar,

(b) Taşıyıcı sistemden bağımsız olarak, Çizelge 3.3’ e göre Bina Önem Katsayısı $I=1.5$ ve $I=1.4$ olan tüm binalar (Bu tür binalarda ABYYHY 97 6.5.4.2’de tanımlanan süneklik düzeyi bakımından karma taşıyıcı sistemler kullanılabilir.)

ABYYHY 97 6.5.1.4 – Aşağıda ABYYHY 97 6.5.3.1’de belirtilen sistemler hariç olmak üzere, taşıyıcı sistemi sadece süneklik düzeyi normal çerçevelerden oluşan betonarme binalar, üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde $H_N > 25m$ olmak koşulu ile yapılabilir. Bu binaların $H_N > 25m$ durumunda yapılabilmesi için, aşağıda ABYYHY 97 6.5.3.2’de verilen kurallara uyulması zorunludur.

3.1.5.2 ABYYHY 97 6.5.3 Süneklik Düzeyi Normal Bazı Sistemlerde Perde Kullanım Zorunluluğuna İlişkin Koşullar

ABYYHY 97 6.5.3.1 – Kirişsiz döşemeli betonarme sistemler ile, kolon ve kirişleri ABYYHY 97 7.3, 7.4, ve 7.5’te verilen koşullardan herhangi birini sağlamayan dolgulu veya dolgusuz dişli ve kaset döşemeli sistemler, süneklilik düzeyi normal sistemler olarak göz önüne alınacaktır. Bu sistemler, binada perde kullanılmaması durumunda, sadece üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde ve $H_N \leq 13m$ olmak koşulu ile yapılabilir.

ABYYHY 97 6.5.3.2 – Yukarıda ABYYHY 97 6.5.1.4’te tanımlanan binaların $H_N > 25\text{m}$ durumunda yapılabilmesi, ABYYHY 97 6.5.3.1’de tanımlanan taşıyıcı sistemlerin ise birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde veya $H_N > 13\text{m}$ olması durumunda üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde uygulanabilmesi için, binanın tüm yüksekliği boyunca devam eden ve aşağıdaki koşulları sağlayan süneklik düzeyi normal veya yüksek betonarme boşluksuz ya da bağ kirişli (boşluklu) perdelerin kullanılması zorunludur.

(a) Taşıyıcı sistemde süneklik düzeyi normal perdelerin kullanılması durumunda, her bir deprem doğrultusunda, deprem yüklerine göre perdelerin tabanında elde edilen eğilme momentlerinin toplamı, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam devrilme momentinin %75’inden daha fazla olacaktır.(Perde tabanındaki eğilme momentlerinin hesabında perdeler düzlemi içerisinde saplanan kirişlerin uçlarında depremden meydana gelen kesme kuvvetlerinin katkısı da göz önüne alınabilir.)

(b) Taşıyıcı sistemde süneklik düzeyi yüksek perdelerin kullanılması durumunda aşağıda karma taşıyıcı sistemler için verilen ABYYHY 97 6.5.4.2 uygulanacaktır.

DBYBHY 2006’da ABYYHY 97 6.5.3.2 (a)’dan farklı olarak;

DBYBHY 2.5.3.1 - Taşıyıcı sistemde süneklik düzeyi normal perdelerin kullanılması durumunda, her bir deprem doğrultusunda, deprem yüklerine göre perdelerin tabanında elde edilen kesme kuvvetinin toplamı, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam kesme kuvvetinin %75’inden daha fazla olacaktır, maddesi bulunmaktadır.

3.1.5.3 ABYYHY 97 6.5.4 Karma Taşıyıcı Sistemlere İlişkin Koşullar

ABYYHY 97 6.5.4.1 – Aşağıda ABYYHY 97 6.5.4.2 ve ABYYHY 97 6.5.4.3’te belirtilen durumlar hariç olmak üzere, Çizelge 3.6’da tanımlanan yatay yük taşıyıcı sistemlerinin iki yatay deprem doğrultusunda birbirinden farklı olması veya herhangi bir doğrultuda karma olarak kullanılması durumunda, değeri en küçük olan R katsayısı her iki doğrultuda da tüm binaya uygulanacaktır.

DBYBHY 2006’da ABYYHY 97 6.5.4.1’den farklı olarak;

DBYBHY 2.5.1.3 - Süneklik düzeyleri her iki doğrultuda aynı olan veya bir doğrultuda yüksek, diğer doğrultuda karma olan sistemlerde, farklı doğrultularda birbirinden farklı R katsayıları kullanılabilir, maddesi bulunmaktadır.

ABYYHY 97 6.5.4.2 – Yukarıda ABYYHY 97 6.5.3.2’de belirtilen betonarme sistemler ile süneklik düzeyi normal kiriş ve kolonlardan oluşan çelik çerçeveli sistemlerin, süneklik düzeyi yüksek perdelerle bir arada kullanılması mümkündür. Bu şekilde oluşturulan süneklik düzeyi bakımından karma sistemlerde aşağıda belirtilen koşullara uymak kaydı ile, süneklik düzeyi yüksek boşluksuz, bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler veya çelik binalar için dışmerkez çaprazlı çelik perdeler kullanılabilir.

(a) Bu tür karma sistemlerin deprem hesabında çerçeveler ve perdeler bir arada göz önüne alınacak , ancak her bir deprem doğrultusunda mutlaka $\alpha_S \geq 0.40$ olacaktır.

(b) Her iki deprem doğrultusunda da $\alpha_S \geq 2/3$ olması durumunda, Çizelge 3.6’da deprem yüklerinin tamamının *süneklik düzeyi yüksek* perde tarafından taşındığı durum için verilen R katsayısı ($R_{YP} = R_{NÇ}$), taşıyıcı sistemin tümü için kullanılabilir.

(c) $0.40 < \alpha_S < 2/3$ aralığında ise, her iki deprem doğrultusunda da taşıyıcı sistemin tümü için $R = R_{NÇ} + 1.5 \alpha_S (R_{YP} - R_{NÇ})$ bağıntısı uygulanacaktır.

ABYYHY 98 6.5.4.2 – Binaların bodrum katlarının çevresinde kullanılan rijit betonarme perde duvarları, Çizelge 3.6’da yer alan perdeli veya perdeli-çerçeveli sistemlerin bir parçası olarak gözönüne alınmayacaktır. Bu tür binaların hesabında izlenecek kurallar ABYYHY 97 6.7.2.4 ve ABYYHY 97 6.8.3.2’de verilmiştir.

3.1.5.4 ABYYHY 97 6.5.5 Düğüm Noktaları Mafsallı Sistemlere İlişkin Koşullar

ABYYHY 97 6.5.5.1 - Kolonları temelden ankastre ve üstten mafsallı tek katlı çerçevelerden oluşan ve R katsayıları Çizelge 3.5’te (2.2) ve (3.2)’de verilen betonarme prefabrik ve çelik binaların içinde tek asma kat yapılabilir. Ancak bu tür binaların deprem hesabında asma kat taşıyıcı sistemi, ana taşıyıcı çerçevelerle birlikte göz önüne alınacak ve bu sistem, betonarme prefabrike binalarda süneklik düzeyi yüksek sistem olarak düzenlenecektir.

ABYYHY 97 6.5.5.2 - Yukarıdaki paragrafın dışında, düğüm noktaları mafsallı çerçevelerden oluşan betonarme prefabrike ve çelik çok katlı binalarda, her iki yatay doğrultuda deprem yüklerinin tamamını almak üzere Çizelge 3.6’da R katsayıları (1.2), (1.3) ve (3.3)’te verilen yerinde dökme betonarme veya çaprazlı çelik perdeler kullanılacaktır.

DBYBHY 2006’da ABYYHY 97 6.5.5.1’teki asma kat yapılmasıyla ilgili şu maddeler bulunmaktadır;

Kolonları üstten mafsallı tek katlı çerçevelerden oluşan ve R katsayıları Çizelge 3.6'da (2.2) ve (3.2)'de verilen betonarme prefabrike ve çelik binalara ilişkin koşullar DBYBHY 2.5.5.1'de verilmiştir. Bu tür çerçevelerin, yerinde dökme betonarme, prefabrike veya çelik binalarda en üst kat (çatı katı) olarak kullanılması durumuna ilişkin koşullar ise DBYBHY 2.5.5.2'de tanımlanmıştır.

DBYBHY 2.5.5.1 – Bu tür tek katlı binaların içinde planda, binanın oturma alanının %25'inden fazla olmamak kaydı ile, kısmi tek bir ara kat yapılabilir. Ancak deprem hesabında ara katın taşıyıcı sistemi, ana taşıyıcı çerçevelerle birlikte gözönüne alınacak ve bu ortak sistem, betonarme prefabrike binalarda süneklik düzeyi yüksek sistem olarak düzenlenecektir. Ortak sistemde, Çizelge 3.1'de tanımlanan burulma düzensizliğinin bulunup bulunmadığı mutlaka kontrol edilecek ve varsa hesapta gözönüne alınacaktır. Ara katın ana taşıyıcı çerçevelere bağlantıları mafsallı veya monolitik olabilir.

DBYBHY 2.5.5.2 -Kolonları üstten mafsallı tek katlı çerçevelerin, yerinde dökme betonarme, prefabrike veya çelik binalarda en üst kat (çatı katı) olarak kullanılması durumunda, en üst kat için Çizelge 3.6'da (2.2) veya (3.2)'de tanımlanan R katsayısı ($R_{üst}$) ile alttaki katlar için farklı olarak tanımlanabilen R katsayısı (R_{alt}), aşağıdaki koşullara uyulmak kaydı ile, birarada kullanılabilir.

(a) Başlangıçta deprem hesabı, binanın tümü için $R = R_{alt}$ alınarak 2.7 veya 2.8'e göre yapılacaktır. DBYBHY 2.10.1'de tanımlanan azaltılmış ve etkin görelî kat ötelemeleri, binanın tümü için bu hesaptan elde edilecektir.

(b) En üst katın iç kuvvetleri, (a)'da hesaplanan iç kuvvetlerin ($R_{alt} / R_{üst}$) oranı ile çarpımından elde edilecektir.

(c) Altteki katların iç kuvvetleri ise iki kısmın toplamından oluşacaktır. Birinci kısım, (a)'da hesaplanan iç kuvvetlerdir. İkinci kısım ise, (b)'de en üst kat kolonlarının mesnet reaksiyonları olarak hesaplanan kuvvetlerin ($1 - R_{üst} / R_{alt}$) ile çarpılarak alttaki katların taşıyıcı sistemine etki ettirilmesi ile ayrıca hesaplanacaktır.

3.1.6 ABYYHY 97 6.6 Hesap Yönteminin Seçilmesi

3.1.6.1 ABYYHY 97 6.6.1 Hesap Yöntemleri

Binaların ve bina türü yapıların deprem hesabında kullanılacak yöntemler; Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi, Mod Birleştirme Yöntemi ve Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemleri'dir. Mod Birleştirme Yöntemi ve Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemleri tüm binaların ve bina türü yapıların deprem hesabında kullanılabilir.

3.1.6.2 ABYYHY 97 6.6.2 Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin Uygulama Sınırları

ABYYHY 97 6.7'de verilen Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin uygulanabileceği binalar Çizelge 3.7'de özetlenmiştir. Çizelge 3.7'nin kapsamına girmeyen binaların deprem hesabında, Mod Birleştirme Yöntemi ve Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemleri kullanılacaktır.

Çizelge 3.7 ABYYHY 97 Eşdeğer deprem yüğü yöntemi'nin uygulanabileceği binalar

Deprem Bölgesi	Bina Türü	Toplam Yükseklik Sınırı
1, 2	A1 türü burulma düzensizliği olmayan, varsa her bir katta $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağlayan binalar	$H_N \leq 25$ m
1, 2	A1 türü burulma düzensizliği olmayan, varsa her bir katta $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağladığı ve ayrıca B2 türü düzensizliğinin olmadığı binalar	$H_N \leq 60$ m
3, 4	Tüm binalar	$H_N \leq 75$ m

DBYBHY 2006'da bu çizelge aşağıdaki şekilde değiştirilmiştir;

Çizelge 3.8 DBYBHY 2006 Eşdeğer deprem yüğü yöntemi'nin uygulanabileceği binalar

Deprem Bölgesi	Bina Türü	Toplam Yükseklik Sınırı
1, 2	Her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağladığı binalar	$H_N \leq 25$ m
1, 2	Her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağladığı ve ayrıca B2 türü düzensizliğinin olmadığı binalar	$H_N \leq 40$ m
3, 4	Tüm binalar	$H_N \leq 40$ m

3.1.7 ABYYHY 97 6.7 Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi

3.1.7.1 ABYYHY 97 6.7.1 Toplam Eşdeğer Deprem Yükünün Belirlenmesi

Göz önüne alınan deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen Toplam Eşdeğer Deprem Yükü (taban kesme kuvveti), V_t , Denk.(3.4) ile belirlenecektir.

$$V_t = \frac{WA(T_1)}{R_a(T_1)} \geq 0.10 A_0 I W \quad (3.4)$$

Binanın birinci doğal titreşim periyodu T_1 , aşağıdaki ABYYHY 97 6.7.4'e göre hesaplanacaktır.

Denk.(3.2)'te yer alan ve binanın deprem yüklerinin hesaplanmasında kullanılacak toplam ağırlığı, W , Denk.(3.5) ile belirlenecektir.

$$W = \sum_{i=1}^N w_i \quad (3.5)$$

Denk.(3.5)'teki w_i kat ağırlıkları ise Denk.(3.6) ile hesaplanacaktır.

$$w_i = g_i + n q_i \quad (3.6)$$

Denk.(3.6)'da yer alan Hareketli Yük Katılım Katsayısı, n , Çizelge 3.7'de verilmiştir. Endüstri binalarında; sabit ekipman ağırlıkları için $n = 1$ alınacak, ancak vinç kaldırma yükleri kat ağırlıklarının hesabında göz önüne alınmayacaktır. Deprem yüklerinin belirlenmesinde kullanılacak çatı katı ağırlığının hesabında kar yüklerinin % 30'u göz önüne alınacaktır.

Çizelge 3.9 Hareketli yük katılım katsayısı (n)

Binanın Kullanım Amacı	n
Depo, antrepo, vb.	0.80
Okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema, tiyatro, konser salonu, garaj, lokanta, mağaza, vb.	0.60
Konut, işyeri, otel, hastane, vb.	0.30

3.1.7.2 ABYYHY 97 6.7.2 Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yüklerinin Belirlenmesi

ABYYHY 97 6.7.2.1 - Denk.(3.4) ile hesaplanan toplam eşdeğer deprem yükü, bina katlarına etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin toplamı olarak Denk.(3.7) ile ifade edilir:

$$V_t = \Delta F_N + \sum_{i=1}^N F_i \quad (3.7)$$

ABYYHY 97 6.7.2.2 - $H_N > 25$ m için binanın N 'inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü ΔF_N 'in değeri , hesaplanan birinci doğal titreşim periyodu T_1 'e bağlı olarak, Denk.(3.8) ile belirlenecektir. $H_N \leq 25$ m için $\Delta F_N = 0$ alınacaktır.

$$\Delta F_N = 0.07 T_1 V_t \leq 0.2 V_t \quad (3.8)$$

DBYBHY 2006'da bu formül şu şekilde değiştirilmiştir;

$$\Delta F_N = 0.0075 N V_t \quad (3.9)$$

ABYYHY 97 6.7.2.3 - Toplam eşdeğer deprem yükünün ΔF_N dışında geri kalan kısmı, N 'inci kat dahil olmak üzere, bina katlarına Denk.(3.10) ile dağıtılacaktır.

$$F_i = W_i H_i \frac{(V_t - \Delta F_N)_t}{\sum_{j=1}^N W_j H_j} \quad (3.10)$$

ABYYHY 97 6.7.2.4 - Bodrum katlarında rijitliği üst katlara oranla çok büyük olan betonarme çevre perdelerinin bulunduğu ve bodrum kat döşemelerinin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, bodrum katlarına ve üstteki katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri, aşağıda belirtildiği üzere, ayrı ayrı hesaplanacaktır.

DBYBHY 2006'da bu maddeye “Bu yükler, üst ve alt katların birleşiminden oluşan taşıyıcı sisteme birlikte uygulanacaktır.” cümlesi eklenmiştir.

(a) Üstteki katlara etkiyen toplam eşdeğer deprem yükünün ve eşdeğer kat deprem yüklerinin Denk.(3.4), Denk.(3.5), ve Denk.(3.6)'e göre belirlenmesinde, bodrumdaki rijit çevre perdeleri gözönüne alınmaksızın Çizelge 3.5'ten seçilen R katsayısı kullanılacak ve sadece üstteki katların ağırlıkları hesaba katılacaktır. Bu durumda ilgili bütün tanım ve bağıntılarda temel üst kotu yerine zemin katın kotu gözönüne alınacaktır. Denk.(3.11)'e göre birinci doğal titreşim periyodunun hesabında da, fiktif yüklerin belirlenmesi için sadece üstteki katların ağırlıkları kullanılacaktır (Şekil 3.7).

(b) Rijit bodrum katlarına etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin hesabında, sadece bodrum kat ağırlıkları gözönüne alınacak ve bu katlar için hesap üstteki katlardan bağımsız olarak

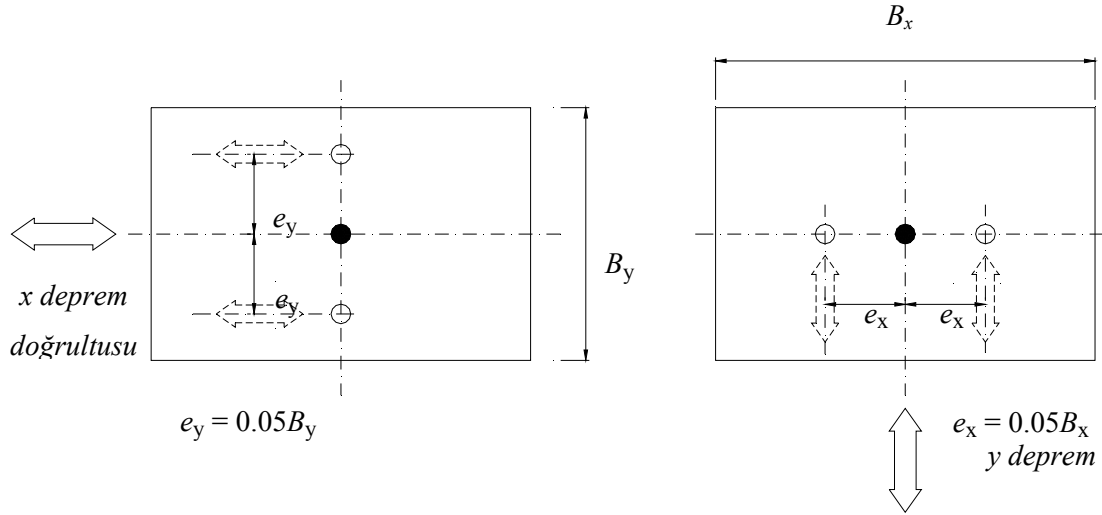
3.1.7.3 ABYYHY 97 6.7.3 Gözönüne Alınacak Yerdeğiştirme Bileşenleri ve Deprem Yüklerinin Etkime Noktaları

ABYYHY 97 6.7.3.1 – Döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, her katta iki yatay yerdeğiştirme bileşeni ile düşey eksen etrafındaki dönme, bağımsız yerdeğiştirme bileşenleri olarak gözönüne alınacaktır. Her katta ABYYHY 97 6.7.2'ye göre belirlenen eşdeğer deprem yükleri, ek dışmerkezlik etkisi'nin hesaba katılabilmesi amacı ile, gözönüne alınan deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun +%5'i ve -%5'i kadar kaydırılması ile belirlenen noktalara ve ayrıca kat kütle merkezine uygulanacaktır (Şekil 3.8).

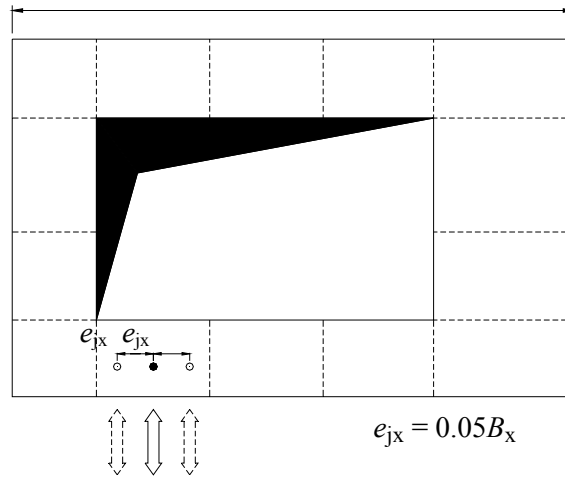
ABYYHY 97 6.7.3.2 – Çizelge 3.1'de tanımlanan A2 türü düzensizliğin bulunduğu ve döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalışmadığı binalarda, döşemelerin yatay düzlemdeki şekildeğiştirmelerinin gözönüne alınmasını sağlayacak yeterlikte bağımsız statik yerdeğiştirme bileşeni hesapta gözönüne alınacaktır. Ek dışmerkezlik etkisinin hesaba katılabilmesi için, her katta çeşitli noktalarda dağılı bulunan tekil kütlelere etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin her biri, deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun +%5'i ve -%5'i kadar kaydırılacaktır (Şekil 3.9).

ABYYHY 97 6.7.3.3 – Binanın herhangi bir i'inci katında Çizelge 3.1'de tanımlanan A1 türü düzensizliğin bulunması durumunda, $1.2 < \eta_{bi} \leq 2.0$ olmak koşulu ile, 6.7.3.1 ve/veya 6.7.3.2'ye göre bu katta uygulanan $\pm\%5$ ek dışmerkezlik, her iki deprem doğrultusu için Denk.(3.11)'da verilen D_i katsayısı ile çarpılarak büyütülecektir.

$$D_i = \left(\frac{\eta_{bi}}{1.2} \right)^2 \quad (3.11)$$



Şekil 3.8 Kaydırılmış kütle merkezi



Şekil 3.9 A2 türü burulma düzensizliği

3.1.7.4 ABYYHY 97 6.7.4 Binanın Birinci Doğal Titreşim Periyodunun Belirlenmesi

ABYYHY 97 6.7.4.1 - Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin uygulandığı tüm binaların birinci doğal titreşim periyodu, aşağıdaki Denk(3.12)'ye göre hesaplanabilir. Ancak, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde $H_N \leq 25m$ koşulunu sağlayan binaların, üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde ise Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin uygulandığı tüm binaların birinci doğal titreşim periyodunun Denk(3.12)'deki yaklaşık yöntemle hesaplanmasına izin verilmiştir. Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde $H_N > 25m$ olması durumunda Denk(3.9)'un uygulanması zorunludur.

ABYYHY 97 6.7.4.2 - Yukarıdaki belirtilen koşullar göz önüne alınarak binanın birinci doğal titreşim periyodu, aşağıdaki yaklaşık bağıntı ile hesaplanabilir.

$$T_1 \cong T_{1A} = C_{tt} H_N^{3/4} \quad (3.12)$$

Denk.(3.9) deki C_t değeri, bina taşıyıcı sistemine bağlı olarak aşağıda tanımlanmıştır:

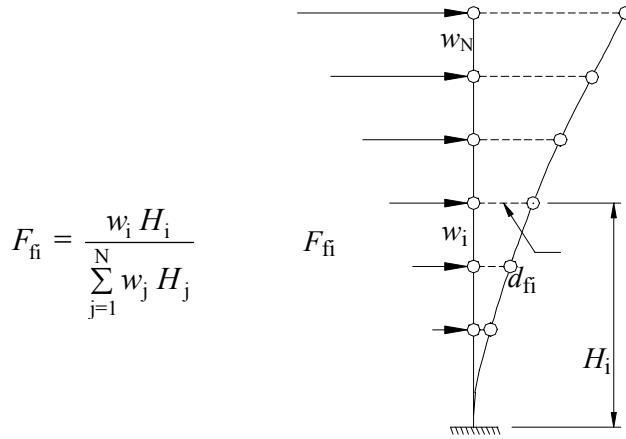
(b) Taşıyıcı sistemi sadece betonarme çerçevelerden veya dışmerkez çaprazlı çelik perdelerden oluşan binalarda $C_t = 0.07$, taşıyıcı sistemi sadece çelik çerçevelerden oluşan binalarda $C_t = 0.08$, diğer tüm binalarda ise $C_t = 0.05$ alınacaktır.

ABYYHY 97 6.7.4.3 - Yukarıda belirtilen koşullar göz önüne alınarak binanın birinci doğal titreşim periyodu, daha kesin bir hesap yapılmadıkça, Denk.(3.13) ile hesaplanacak ve elde edilen değer aşağıda belirtilen şekilde sınırlandırılacaktır.

$$T = 2\pi \left[\sum_{i=1}^N (m_i d_n^2) \sum_{i=1}^N (F_n d_n) \right]^{1/2} \quad (3.13)$$

Burada m_i , i'inci katın kütesini göstermektedir. ($m_i = w_i/g$). İ'inci kata etkiyen fiktif yükü gösteren F_n , Denk.(3.10)'da $(V_t - \Delta F_N)$ yerine herhangi bir değer (örneğin birim değer) konularak elde edilecektir. (Şekil 3.9). Her katta fiktif yükler, göz önüne alınan deprem doğrultusunda ABYYHY 97 6.7.3.1'e göre gerçek (kaydırılmamış) kütle merkezine veya ABYYHY 97 6.7.3.2'ye göre tekil kütlelere etki ettirilecektir. d_n , bu fiktif yüklerin etkisi altında, aynı noktalarda deprem doğrultusunda hesaplanan yerdeğiştirmeleri göstermektedir.

ABYYHY 97 6.7.4.4 - Bina birinci doğal titreşim periyodu hesaplanacak ve Denk.(2.12)'den bulunan periyodun $T_{1A} > 1.0$ s olması durumunda, Denk. (3.13)'den elde edilen T_1 'in deprem hesabında göz önüne alınacak en büyük değeri, T_{1A} 'nın 1.30 katından daha fazla olmayacaktır.



Şekil 3.10 Eşdeğer deprem yükünün katlara dağılımı

DBYBHY 2006 ABYYHY 97 6.7.4. Binanın Birinci Doğal Titreşim Periyodunun Belirlenmesi maddesi daha kısa olarak şu şekilde oluşturulmuştur;

3.1.7.5 DBYBHY 2006 2.7.4 Binanın Birinci Doğal Titreşim Periyodunun Belirlenmesi

DBYBHY 2006 2.7.4.1 – Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin uygulanması durumunda, binanın deprem doğrultusundaki hakim doğal periyodu, Denk.(3.14) ile hesaplanan değerden daha büyük alınmayacaktır.

$$T_1 = 2\pi \left(\frac{\sum_{i=1}^N m_i d_{fi}^2}{\sum_{i=1}^N F_{fi} d_{fi}} \right)^{1/2} \quad (3.14)$$

i'inci kata etkiyen fiktif yükü gösteren F_{fi} , Denk.(3.10)'da $(V_t - \Delta F_N)$ yerine herhangi bir değer (örneğin birim değer) konularak elde edilecektir (Şekil 3.9).

DBYBHY 2006 2.7.4.2 – Denk.(3.14) ile hesaplanan değerden bağımsız olarak, bodrum kat(lar) hariç kat sayısı $N > 13$ olan binalarda doğal periyod, $0.1N$ 'den daha büyük alınmayacaktır.

3.1.7.6 ABYYHY 97 6.4.3.5 Asal Eksenleri Deprem Doğrultularına Paralel Olmayan Taşıyıcı Sistem Elemanlarına İlişkin Büyüklükler

Çizelge 3.1'de tanımlanan A4 türü düzensizliğin bulunduğu binalarda, elemanların asal eksen doğrultularındaki iç kuvvetler Denk. (3.15a)'ya göre elde edilecektir.

$$\begin{aligned} B_a &= \pm B_{ax} \pm 0.30 B_{ay} \\ B_a &= \pm 0.30 B_{ax} \pm B_{ay} \end{aligned} \quad (3.15a)$$

Yukarıdaki işlemler a eksenini ve buna dik b eksen için, x ve y deprem doğrultuları ve yönleri göz önüne alınarak en elverişsiz sonucu verecek şekilde yapılacaktır.

DBYBHY 2006’da bu madde şu şekli almıştır;

Taşıyıcı sisteme ayrı ayrı etki ettirilen x ve y doğrultularındaki depremlerin ortak etkisi altında, taşıyıcı sistem elemanlarının a ve b asal eksen doğrultularındaki iç kuvvetler, en elverişsiz sonucu verecek şekilde Denk.(3.15b) ile elde edilecektir (Şekil 3.4).

$$\begin{aligned} B_a &= \pm B_{ax} \pm 0.30 B_{ay} \quad \text{veya} \quad B_a = \pm 0.30 B_{ax} \pm B_{ay} \\ B_b &= \pm B_{bx} \pm 0.30 B_{by} \quad \text{veya} \quad B_b = \pm 0.30 B_{bx} \pm B_{by} \end{aligned} \quad (3.15b)$$

3.1.8 ABYYHY 97 6.8 Mod Birleştirme Yöntemi

Bu yöntemde maksimum iç kuvvetler ve yerdeğiştirmeler, binada yeterli sayıda doğal titreşim modunun her biri için hesaplanan maksimum katkıların istatistiksel olarak birleştirilmesi ile elde edilir.

3.1.8.1 ABYYHY 97 6.8.1 İvme Spektrumu

Herhangi bir r’inci titreşim modunda gözönüne alınacak *azaltılmış ivme spektrumu* ordinatı Denk.(3.16) ile belirlenecektir.

$$S_{pa}(T_r) = A(T_r)g / R_a(T_r) \quad (3.16)$$

Elastik tasarım ivme spektrumunun ABYYHY 97 6.4.4’e göre özel olarak belirlenmesi durumunda, Denk.(3.16)’da $S_{ae}(T_n)$ yerine, ilgili özel spektrum ordinatı gözönüne alınacaktır.

3.1.8.2 ABYYHY 97 6.8.2 Gözönüne Alınacak Dinamik Serbestlik Dereceleri

ABYYHY 97 6.8.2.1-Döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, her bir katta, birbirine dik doğrultularda iki yatay serbestlik derecesi ile kütle merkezinden geçen düşey eksen etrafındaki dönme serbestlik derecesi gözönüne alınacaktır. Her katta modal deprem yükleri bu serbestlik dereceleri için hesaplanacak, ancak *ek dışmerkezlik etkisi*’nin hesaba katılabilmesi amacı ile, deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat

boyutunun +%5'i ve -%5'i kadar kaydırılması ile belirlenen noktalara ve ek bir yükleme olarak kat kütle merkezine uygulanacaktır (Şekil 3.8).

ABYYHY 97 6.8.2.2 Çizelge 3.1'de A2 başlığı altında tanımlanan döşeme süreksizliğinin bulunduğu ve döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalışmadığı binalarda, döşemelerin kendi düzlemleri içindeki şekildeğiştirmelerinin gözönüne alınmasını sağlayacak yeterlikte dinamik serbestlik derecesi gözönüne alınacaktır. Ek dışmerkezlik etkisinin hesaba katılabilmesi için, her katta çeşitli noktalarda dağılı bulunan tekil kütlelere etkiyen modal deprem yüklerinin her biri, deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun +%5'i ve -%5'i kadar kaydırılacaktır (Şekil 3.8). Bu tür binalarda, sadece ek dışmerkezlik etkilerinden oluşan iç kuvvet ve yerdeğiştirme büyüklükleri ABYYHY 97 6.7'ye göre de hesaplanabilir. Bu büyüklükler, ek dışmerkezlik etkisi gözönüne alınmaksızın her bir titreşim modu için hesaplanarak ABYYHY 97 6.8.4'e göre birleştirilen büyüklüklere doğrudan eklenecektir.

3.1.8.3 ABYYHY 97 6.8.3 Hesaba Katılacak Yeterli Titreşim Modu Sayısı

ABYYHY 97 6.8.3.1-Hesaba katılması gereken yeterli titreşim modu sayısı, Y , gözönüne alınan birbirine dik x ve y yatay deprem doğrultularının her birinde, her bir mod için hesaplanan etkin kütle'lerin toplamının hiçbir zaman bina toplam kütlelerinin %90'ından daha az olmaması kuralına göre belirlenecektir. Ayrıca göz önüne alınan dprem doğrultusunda etkin kütlesi, bina toplam kütlelerinin %5'inden büyük olan bütün titreşim modları göz önüne alınacaktır.

$$\sum_{n=1}^Y M_{xn} = \sum_{n=1}^Y \frac{L_{xn}^2}{M_n} \geq 0.90 \sum_{i=1}^N m_i$$

$$\sum_{n=1}^Y M_{yn} = \sum_{n=1}^Y \frac{L_{yn}^2}{M_n} \geq 0.90 \sum_{i=1}^N m_i$$
(3.17)

Denk.(3.17)'de yer alan L_{xn} ve L_{yn} ile modal kütle M_n 'nin ifadeleri, kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalar için aşağıda verilmiştir:

$$L_{xn} = \sum_{i=1}^N m_i \Phi_{xin} \quad ; \quad L_{yn} = \sum_{i=1}^N m_i \Phi_{yin}$$

$$M_n = \sum_{i=1}^N (m_i \Phi_{xin}^2 + m_i \Phi_{yin}^2 + m_{\theta i} \Phi_{\theta in}^2)$$
(3.18)

ABYYHY 97 6.8.3.2 - Bodrum katlarında rijitliği üst katlara oranla çok büyük olan

betonarme çevre perdelerinin bulunduğu ve bodrum kat döşemelerinin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binaların hesabında, sadece bodrum katların üstündeki katlarda etkin olan titreşim modlarının gözönüne alınması ile yetinilebilir. Bu durumda, Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi için verilen ABYYHY 97 6.7.2.4'ün (a) paragrafının karşılığı olarak Mod Birleştirme Yöntemi ile yapılacak hesapta, bodrumdaki rijit çevre perdeleri gözönüne alınmaksızın Çizelge 3.6'dan seçilen R katsayısı kullanılacak ve sadece üstteki katların kütleleri gözönüne alınacaktır. ABYYHY 97 6.7.2.4'ün (b) ve (c) paragrafları ise aynen uygulanacaktır.

3.1.8.4 ABYYHY 97 6.8.4 Mod Katkılarının Birleştirilmesi

Binaya etkiyen toplam deprem yükü, kat kesme kuvveti, iç kuvvet bileşenleri, yerdeğiştirme ve görelî kat ötelemesi gibi büyüklüklerin her biri için ayrı ayrı uygulanmak üzere, her titreşim modu için hesaplanan ve eşzamanlı olmayan maksimum katkıların istatistiksel olarak birleştirilmesi için uygulanacak kurallar aşağıda verilmiştir:

ABYYHY 97 6.8.4.1 - $T_s < T_r$ olmak üzere, gözönüne alınan herhangi iki titreşim moduna ait doğal periyotların daima $T_s / T_r < 0.80$ koşulunu sağlaması durumunda, maksimum mod katkılarının birleştirilmesi için Karelerin Toplamının Kare Kökü Kuralı uygulanabilir.

ABYYHY 97 6.8.4.2 - Yukarıda belirtilen koşulun sağlanamaması durumunda, maksimum mod katkılarının birleştirilmesi için Tam Karesel Birleştirme (CQC) Kuralı uygulanacaktır. Bu kuralın uygulanmasında kullanılacak çapraz korelasyon katsayıları'nın hesabında, modal sönüm oranları bütün titreşim modları için %5 olarak alınacaktır.

3.1.8.5 ABYYHY 97 6.8.5 Hesaplanan Büyüklüklere İlişkin Altsınır Değerleri

Gözönüne alınan deprem doğrultusunda, ABYYHY 97 6.8.4'e göre birleştirilerek elde edilen bina toplam deprem yükü V_{tB} 'nin, Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nde Denk.3.4'ten hesaplanan bina toplam deprem yükü V_t 'ye oranının aşağıda tanımlanan β değerinden küçük olması durumunda ($V_{tB} < \beta V_t$), Mod Birleştirme Yöntemi'ne göre bulunan tüm iç kuvvet ve yerdeğiştirme büyüklükleri, Denk.(3.19)'ya göre büyütülecektir.

$$B_D = \frac{\beta V_t}{V_{tB}} B_B \quad (3.19)$$

Çizelge 3.1'de tanımlanan A1, B2 veya B3 türü düzensizliklerden en az birinin binada

bulunması durumunda Denk.(3.18)'de $\beta=1.00$, bu düzensizliklerden hiçbirinin bulunmaması durumunda ise $\beta=0.90$ alınacaktır.

DBYBHY 2006'da bu madde;

Çizelge 3.1'de tanımlanan A1, B2 veya B3 türü düzensizliklerden en az birinin binada bulunması durumunda Denk.(3.18)'de $\beta=0.90$, bu düzensizliklerden hiçbirinin bulunmaması durumunda ise $\beta=0.80$ alınacaktır.

Şeklinde değiştirilmiştir.

3.1.8.6 ABYYHY 97 6.8.6 Asal Eksenleri Deprem Doğrultularına Paralel Olmayan Taşıyıcı Sistem Elemanlarına İlişkin Büyüklükler

Bazı taşıyıcı sistem elemanlarının asal eksen doğrultularının göz önüne alınan birbirine dik deprem doğrultularına paralel olmaması durumunda, bu elemanlarda ABYYHY 97 6.4.4.4'e göre birleştirilerek elde edilen iç kuvvetler için ABYYHY 97 6.4.3.5'te verilen birleştirme kuralı uygulanacaktır.

3.1.9 ABYYHY 97 6.9 Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemleri

ABYYHY 97 6.9.1 - Özel durumlarda, bina ve bina türü yapıların zaman tanım alanında doğrusal elastik ya da doğrusal elastik olmayan deprem hesabı için, daha önce kaydedilen veya yapay yollarla üretilen benzeştirilmiş deprem yer hareketleri kullanılabilir.

ABYYHY 97 6.9.2 - Zaman tanım alanında yapılacak deprem hesabında, aşağıdaki özellikleri taşıyan en az üç kaydedilmemiş veya benzeştirilmiş ivme kaydı kullanılacak ve bunlara göre elde edilen büyüklüklerin en elverişsiz olanları tasarıma esas alınacaktır.

DBYBHY 2006'da buna ek olarak “ Bu tür yer hareketleri üretilirken yerel zemin koşulları da uygun biçimde göz önüne alınmalıdır.” cümlesi vardır.

(a) İvme kayıtlarındaki kuvvetli yer hareketi kısmının süresi, ivmelerin zarfları $\pm 0.05g$ den az olmamak koşulu ile, yapının birinci doğal titreşim periyodunun 5 katından ve 15 saniyeden daha kısa olmayacaktır.

(b) Kaydedilmemiş veya benzeştirilmiş her bir ivme kaydına göre %5 sönüm oranı için yeniden bulunacak spektral ivme değerleri, bütün periyodlar için, ABYYHY 97 6.4'te tanımlanan $A(T)$ spektral ivme katsayısı değerlerinin g ile çarpımının %90'ından daha az

olmayacaktır. Ancak, zaman tanım alanında doğrusal elastik hesap yapılması durumunda, azaltılmış deprem yer hareketinin elde edilmesi için esas alınacak spektral ivme değerleri Denk.(3.16) ile hesaplanacaktır.

DBYBHY 2006'da ABYYHY 97 6.9.2 (b) maddesinde geçen ‘‘bütün periyodlar için’’ yerine DBYBHY 2006 2.9.2 (c)'de ‘‘göz önüne alınan deprem doğrultusundaki birinci (hakim) periyod T_1 'e göre $0.2T_1$ ile $2.0T_1$ arasındaki periyodlar için’’ kullanılmıştır. Ayrıca üretilen deprem yer hareketinin sıfır periyoda karşı gelen spektral ivme değerlerinin ortalaması A_{0g} 'den daha küçük olmayacaktır, koşulu vardır.

ABYYHY 97 6.9.3 - Zaman tanım alanında doğrusal elastik hesap yapılması durumunda, taşıyıcı sistem elemanlarının tekrarlı yükler altındaki şekildeğiştirme bağıntıları, bu yönetmeliğin genel felsefesi çerçevesinde, geçerliliği teorik ya da deneysel olarak kanıtlanmış yöntemlerle elde edilecektir.

DBYBHY 2006'da bu maddeye ek olarak ‘‘Doğrusal veya doğrusal olmayan hesapta, üç yer hareketi kullanılması durumunda sonuçların maksimumu, en az yedi yer hareketi kullanılması durumunda ise sonuçların ortalaması tasarım için kullanılacaktır.’’ cümlesi vardır.

3.1.10 ABYYHY 97 6.10 Yer Değiştirmelerin Sınırlandırılması, İkinci Mertebe Etkileri Ve Deprem Derzleri

ABYYHY 97 6.10.1 - Herhangi bir kolon veya perde için, ardışık iki kat arasındaki yerdeğiştirme farkını ifade eden görelî kat ötelemesi, Δ_i , Denk. (3.20) ile elde edilecektir.

$$\Delta_i = d_i - d_{i-1} \quad (3.20)$$

Denk. (3.20)'de d_i ve d_{i-1} , binanın i 'inci ve $(i-1)$ 'inci katlarında herhangi bir kolon veya perdenin uçlarında hesaptan elde edilen yatay yer değiştirmeleri göstermektedir.

ABYYHY 97 6.10.2 - Her bir deprem doğrultusu için, binanın herhangi bir i 'inci katındaki kolon veya perdelerde, Denk.(3.20) ile hesaplanan görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değeri $(\Delta_i)_{\max}$, Denk. (3.21)'de verilen koşulların elverişsiz olanını sağlayacaktır:

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.0035 \quad (3.21)$$

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02 / R \quad (3.22)$$

DBYBHY 2006'da $(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.0035$ koşulu kaldırılmıştır.

ABYYHY 97 6.10.3 – Denk. (3.22)’de verilen koşulun binanın herhangi bir katında sağlanamaması durumunda, taşıyıcı sistem rijitliği arttırılarak deprem hesabı tekrarlanacaktır. Ancak verilen koşul sağlansa bile, yapısal olmayan gevrek elemanların (cephe elemanları vb), elde edilen görelî kat ötelemeleri altında kullanılabilirliği doğrulanmalıdır.

3.1.10.1 ABYYHY 97 6.10.2 İkinci Mertebe Etkileri

Taşıyıcı sistem elemanlarının doğrusal elastik olmayan davranışını esas alan daha kesin bir hesap yapılmadıkça, ikinci mertebe etkileri yaklaşık olarak aşağıdaki şekilde gözönüne alınabilir:

ABYYHY 97 6.10.2.1 - Gözönüne alınan deprem doğrultusunda her bir katta, *İkinci Mertebe Gösterge Değeri*, θ_i ’nin Denk.(3.23) ile verilen koşulu sağlaması durumunda, ikinci mertebe etkileri yürürlükteki betonarme ve çelik yapı yönetmeliklerine göre değerlendirilecektir.

$$\theta_i = \frac{(\Delta_i)_{\text{ort}} \sum_{j=i}^N w_j}{V_i h_i} \leq 0.12 \quad (3.23)$$

Burada $(\Delta_i)_{\text{ort}}$, i’inci kattaki kolon ve perdelerde hesaplanan azaltılmış görelî kat ötelemelerinin kat içindeki ortalama değeri olarak Denk.(3..20)’e göre bulunacaktır.

ABYYHY 97 6.10.2.2 - Denk.(3.23)’deki koşulun herhangi bir katta sağlanamaması durumunda, taşıyıcı sistemin rijitliği yeterli ölçüde arttırılarak deprem hesabı tekrarlanacaktır.

3.1.10.2 ABYYHY 97 6.10.3 Deprem Derzleri

Farklı zemin oturmalarına bağlı temel öteleme ve dönmeleri ile sıcaklık değişmelerinin etkisi dışında, bina blokları veya mevcut eski binalarla yeni yapılacak binalar arasında, sadece deprem etkisi için bırakılacak derz boşluklarına ilişkin koşullar aşağıda belirtilmiştir:

Bırakılacak minimum derz boşluğu, 6 m yüksekliğe kadar en az 30 mm olacak ve bu değere 6 m’den sonraki her 3 m’lik yükseklik için en az 10 mm eklenecektir

Bundan daha elverişsiz bir sonuç elde edilmedikçe derz boşlukları, her bir kat için komşu blok veya binalarda elde edilen yerdeğiştirmelerin mutlak değerlerinin toplamı ile aşağıda tanımlanan α katsayısının çarpımı sonucunda bulunan değerden az olmayacaktır. Gözönüne alınacak kat yerdeğiştirmeleri, kolon veya perdelerin bağlandığı düğüm noktalarında

hesaplanan yerdeğiştirmelerinin kat içindeki ortalamaları olacaktır. Mevcut eski bina için hesap yapılmasının mümkün olmaması durumunda eski binanın yerdeğiştirmeleri, yeni bina için aynı katlarda hesaplanan değerlerden daha küçük alınmayacaktır.

(a) Komşu binaların veya bina bloklarının kat döşemelerinin bütün katlarda aynı seviyede olmaları durumunda $\alpha = R / 4$ alınacaktır.

(b) Komşu binaların veya bina bloklarının kat döşemelerinin, bazı katlarda olsa bile, farklı seviyelerde olmaları durumunda, tüm bina için $\alpha = R / 2$ alınacaktır.

Bina blokları arasındaki derzler, depremde blokların bütün doğrultularda birbirlerinden bağımsız olarak çalışmasına olanak verecek şekilde düzenlenecektir.

3.1.11 ABYYHY 97 6.11 Yapısal Çıkıntılara, Mimari Elemanlara, Mekanik Ve Elektrik Donanıma Etkiyen Deprem Yükleri

3.1.11.1 ABYYHY 97 6.11.1 Yapısal Çıkıntılara, Mimari Elemanlara Etkiyen Deprem Yükleri

Binalarda balkon, parapet, baca, vb konsol olarak binanın taşıyıcı sistemine bağlı, ancak bağımsız çalışan yapısal çıkıntılar ile cephe, ara bölme panoları, vb yapısal olmayan tüm mimari elemanlara uygulanacak; mekanik ve elektrik donanımlar ile bunların bina taşıyıcı sistem elemanlarına bağlantılarının hesabında kullanılacak eşdeğer deprem yükleri, $S(T) = 1.0$ alınarak Denk.(3.21)'den bulunan spektral ivme katsayısının ilgili elemanın toplam ağırlığı ile çarpılmasından elde edilecektir. Hesaplanan deprem yükü, yatay veya düşey doğrultuda, en elverişsiz iç kuvvetleri verecek yönde ilgili elemanın ucuna etki ettirilecektir.

3.1.11.2 ABYYHY 97 6.11.2 Mekanik Ve Elektrik Donanıma Etkiyen Deprem Yükleri

ABYYHY 97 6.11.2.1 - Binalardaki mekanik ve elektrik donanımların ve bunların bina taşıyıcı sistem elemanlarına bağlantılarının hesabında kullanılacak yatay deprem yükleri Denk. (3.24a) ile verilmiştir. Ancak, Denk.(3.24a)'da w_e ile gösterilen mekanik veya elektrik donanım ağırlıklarının binanın herhangi bir i 'inci katındaki toplamın $0.2 w_i$ 'den büyük olması durumunda, donanımların ağırlıklarının ve binaya bağlantılarının rijitlik özellikleri, bina taşıyıcı sistemin deprem hesabında göz önüne alınacaktır.

$$f_e = w_e A_0 I (1 + H_i / H_N) \quad (3.24a)$$

DBYBHY 2006 bu formül şu şekli almıştır;

$$f_e = 0.5 A_0 I w_e \left(1 + 2 \frac{H_i}{H_N} \right) \quad (3.24b)$$

ABYYHY 97 6.11.2.2 -Kalorifer brülör kazanları, acil yedek elektrik sistemleri ve yangın söndürme sistemleri ile dolgu duvarlarına bağlanan donanımlar ve bunların bağlantılarında Denk. (3.24a) ile hesaplanan deprem yükünün iki katı alınacaktır.

ABYYHY 97 6.11.2.3 -Endüstri binalarında, mekanik veya elektrik donanımının bulunduğu kattaki en büyük ivmeyi tanımlayan kat ivme spektrumu'nun uygun yöntemlerle belirlenmesi durumunda, Denk.(3.24a) uygulanmayabilir.

3.1.11.3 ABYYHY 97 6.12 Bina Türü Olmayan Yapılar

Bina türü olmadığı halde, deprem hesabının bu bölümde verilen kurallara göre yapılmasına izin verilen yapılar ve bu yapılara uygulanacak Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayıları (R), Çizelge 3.10'da tanımlanmıştır. Deprem yükü azaltma katsayıları ise Denk.(3.3)'e göre belirlenecektir.

Gerekli durumlarda, Çizelge 3.3'de verilen Bina Önem Katsayıları bu yapılar için de kullanılacaktır. Ancak Çizelge 3.7'de verilen Hareketli Yük Katılım Katsayıları geçerli değildir. Kar yükleri ve vinç kaldırma yükleri dışında, depolanan her türlü katı ve sıvı maddeler ile mekanik gereçlerin ağırlıklarının azaltılmamış değerleri kullanılacaktır.

3.1.12 ABYYHY 97 6.13 Deprem Hesap Raporlarına İlişkin Kurallar

Binaların deprem hesaplarını içeren hesap raporlarının hazırlanmasında aşağıda belirtilen kurallara uyulacaktır:

ABYYHY 97 6.13.1 - Tasarımı yapılan bina için, Çizelge 3.1'de tanımlanan düzensizlik türleri ayrıntılı olarak irdelenecek, eğer varsa, binada hangi tür düzensizliklerin bulunduğu açık olarak belirtilecektir.

ABYYHY 97 6.13.2 - Seçilen süneklik düzeyi yüksek veya normal taşıyıcı sistemin ABYYHY 97 Bölüm 3 veya ABYYHY 97 Bölüm 4'teki koşullara göre tanımı açık olarak yapılacak ve Çizelge 3.6'dan R katsayısının seçim nedeni belirtilecektir.

ABYYHY 97 6.13.3 - Binanın bulunduğu deprem bölgesi, bina yüksekliği ve taşıyıcı sistem düzensizlikleri gözönüne alınarak, ABYYHY 97 Bölüm 2.6'ya göre uygulanacak hesap yönteminin seçim nedeni açık olarak belirtilecektir.

Bilgisayarla hesap yapılması durumunda, aşağıdaki kurallar uygulanacaktır:

- (a) Düğüm noktalarının ve elemanların numaralarını gösteren üç boyutlu taşıyıcı sistem şeması hesap raporunda yer alacaktır.
- (b) Tüm giriş bilgileri ile iç kuvvetleri ve yerdeğiştirmeleri de içeren çıkış bilgileri, kolayca anlaşılır biçimde mutlaka hesap raporunda yer alacaktır. Proje kontrol makamının talep etmesi durumunda, tüm bilgisayar dosyaları elektronik ortamda teslim edilecektir.
- (c) Hesapta kullanılan bilgisayar yazılımının adı, müellifi ve versiyonu hesap raporunda açık olarak belirtilecektir.
- (d) Proje kontrol makamının talep etmesi durumunda, bilgisayar yazılımının teorik açıklama kılavuzu ve kullanma kılavuzu hesap raporuna eklenecektir.

Cizelge 3.10 Bina türü olmayan yapılar için taşıyıcı sistem davranış katsayıları

YAPI TÜRÜ	R
Süneklik düzeyi yüksek çerçeveler veya dışmerkez çaprazlı çelik perdeler tarafından taşınan yükseltilmiş sıvı tankları, basınçlı tanklar, bunkerler, hazneler	4
Süneklik düzeyi normal çerçeveler veya merkezi çaprazlı çelik perdeler tarafından taşınan yükseltilmiş sıvı tankları, basınçlı tanklar, bunkerler, hazneler	2
Kütlesi yüksekliği boyunca yayılı, yerinde dökülmüş betonarme silo, endüstri bacaları ve benzeri taşıyıcı sistemler ^(*)	3
Betonarme soğutma kuleleri ^(*)	3
Kütlesi yüksekliği boyunca yayılı uzay kafes kirişli çelik kuleler, çelik silo ve endüstri bacaları ^(*)	4
Gergili yüksek çelik direk ve gergili çelik bacalar	2
Kütlesi tepede yığılı, bağımsız tek bir düşey taşıyıcı eleman tarafından taşınan ters sarkaç türü yapılar	2
Endüstri tipi çelik depolama ve istif rafları	4

^(*) Bu tür yapıların deprem hesabı, taşıyıcı sistemi yeterince tanımlayan ayrık dinamik serbestlik dereceleri gözönüne alınarak, ABYYHY 97 6.8 veya ABYYHY 97 6.9'a göre

yapılacaktır.

3.1.13 ABYYHY 97 6.14 Binalara İvme Kayıtlarının Yerleştirilmesi

Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından uygun görülmesi durumunda, bakanlık veya üniversite kuruluşlarınca kuvvetli deprem hareketinin ölçülmesi amacı ile kamuya veya özel ve tüzel kişilere ait binalara ve diğer yapılara ivme kayıtlarının yerleştirilmesine izin verilecek, bina veya yapı sahipleri ya da işletmecileri bunların korunmasından sorumlu olacaktır.

3.2 ABYYHY 97 Bölüm 8 Çelik Binalar İçin Depreme Dayanıklı Tasarım Kuralları

3.2.1 ABYYHY 97 8.1 Kapsam

ABYYHY 97 8.1.1 – Deprem bölgelerinde yapılacak tüm çelik binaların taşıyıcı sistem elemanlarının boyutlandırılması ve birleşimlerinin düzenlenmesi, bu konuda yürürlükte olan ilgili standart ve yönetmeliklerle birlikte, öncelikle bu bölümde belirtilen özel kurallara uyularak yapılacaktır.

ABYYHY 97 8.1.2 – Bu bölümün kapsamı içindeki çelik binaların yatay yük taşıyıcı sistemleri; sadece çelik çerçevelerden, sadece merkezi veya dışmerkez çelik çaprazlı perdelerden veya çerçevelerin, çelik çaprazlı perdeler ya da betonarme perdelerle birleşiminden oluşabilir.

DBYBHY 2006’da bu maddeye “Betonarme döşemelerin çelik kirişler ile kompozit olarak çalıştığı çelik taşıyıcı sistemler de bu bölümün kapsamı içindedir.” cümlesi eklenmiştir.

ABYYHY 98 8.1.3 – Çelik bina temelleri ile ilgili kurallar ABYYHY 97 Bölüm 12’de verilmiştir.

3.2.2 ABYYHY 97 8.2 Genel Kurallar

3.2.2.1 ABYYHY 97 8.2.1 Çelik Taşıyıcı Sistemlerin Sınıflandırılması

Depreme karşı davranışları bakımından, çelik binaların yatay yük taşıyıcı sistemleri, aşağıda tanımlanan iki sınıfa ayrılmıştır. Bu iki sınıfa giren sistemlerin karma olarak kullanılmasına ilişkin özel durum ve koşullar, ABYYHY 97 6.5.4’te verilmiştir. Taşıyıcı sistemde

betonarme perdelerin kullanılması durumunda ABYYHY 97 7.6 veya 7.10'da verilen kurallar uygulanacaktır.

ABYYHY 97 8.2.1.1 – Aşağıda belirtilen çelik taşıyıcı sistemler, Süneklik Düzeyi Yüksek Sistemler olarak tanımlanmıştır:

- (a) 8.3'te belirtilen koşulları sağlayan çerçeve türü taşıyıcı sistemler,
- (b) 8.4'te belirtilen koşulları sağlayan dışmerkezi çaprazlı çelik perdelerden oluşan yatay yük taşıyıcı sistemler

DBYBHY 2006'da 4.6'da belirtilen koşulları sağlayan merkezi çaprazlı çelik perdelerden meydana gelen yatay yük taşıyıcı sistemler de Süneklik Düzeyi Yüksek Sistemler sınıfına girer.

- (c) Yukarıda belirtilen iki tür sistemin birleşiminden oluşturulan çaprazlı çelik perdeli-çerçevesi sistemler

ABYYHY 97 8.2.1.2 – Aşağıda belirtilen çelik taşıyıcı sistemler, Süneklik Düzeyi Normal Sistemler olarak tanımlanmıştır:

- (a) 8.5'te belirtilen koşulları sağlayan çerçeve türü taşıyıcı sistemler.
- (b) 8.6'da belirtilen koşulları sağlayan merkezi çaprazlı çelik perdelerden meydana gelen yatay yük taşıyıcı sistemler.
- (c) Yukarıda belirtilen iki tür sistemin birleşiminden oluşan çaprazlı çelik perdeli-çerçevesi sistemler.

DBYBHY 2006'da bu bölümde yatay yük taşıyıcı sistemlerin her iki yatay deprem doğrultusunda birbirinden farklı olması durumunda uygulanacak R katsayılarına ilişkin koşullar DBYBHY 2.5.1.2 ve DBYBHY 2.5.1.3'de, herhangi bir doğrultuda karma olarak kullanılması durumunda uygulanacak R katsayılarına ilişkin koşullar ise DBYBHY 2.5.4'te, düşey doğrultuda en çok iki farklı yatay yük taşıyıcı sistem içeren çelik veya betonarme-çelik karma binalara ve bunlara uygulanacak R katsayılarına ilişkin koşullar DBYBHY 2.5.5.2'de verildiği belirtilmiştir.

3.2.2.2 ABYYHY 97 8.2.2 İlgili Standartlar

Bu bölümün kapsamı içinde bulunan çelik taşıyıcı sistemlerin tasarımı; bu Yönetmelikte Bölüm 6'da verilen deprem yükleri ve hesap kuralları, TS-498'de öngörülen diğer yükler, emniyet gerilmeleri yöntemine ilişkin olarak TS-648 ve TS-3357 veya taşıma gücü yöntemine ilişkin

TS-4561'deki kurallara göre yapılacaktır. Ancak sadece çerçevelerden oluşan yatay yük taşıyıcı sistemlerinde, TS-4561'in en fazla iki katlı binalara kadar geçerli olduğu göz önünde tutulacaktır.

DBYBHY 2006'da "taşıma gücü yöntemine ilişkin TS-4561'deki kurallara göre yapılacaktır." ibaresi bulunmamakta ayrıca ek olarak;"İlgili standartlarda verilen kuralların farklı olduğu özel durumlarda, bu bölümdeki kurallar esas alınacaktır.

Birleşim elemanları ile ilgili olarak, bu bölümde verilen kuralların dışında kalan diğer hususlar için TS-648 ve TS-3357'deki kurallara uyulacaktır."cümleleri bulunmaktadır.

3.2.2.3 ABYYHY 97 8.2.3 Emniyet Gerilmeleri, Yük ve Malzeme Güvenlik Katsayıları

ABYYHY 97 8.2.3.1 – Emniyet Gerilmeleri Yöntemi'ne göre yapılan kesit hesaplarında, birleşim ve ekler dışında, emniyet gerilmeleri için TS-648'deki EİY yükleme durumunda izin verilen %15 arttırım, deprem durumunda en fazla %33'e çıkarılabilir.

DBYBHY 2006'da ek olarak; "Birleşim ve eklerin tasarımı ise, bu bölümün ilgili maddelerinde belirtildiği şekilde, emniyet gerilmeleri esasına göre ve/veya eleman kapasitelerine ya da arttırılmış deprem etkilerine göre yapılacaktır." diye ek vardır. Bununla birlikte ABYYHY 97'den çok daha ayrıntılı olarak örneğin bulon ve elektrodun özelliklerine kadar olan maddeler eklenmiştir:

DBYBHY 2006 4.2.3.1 – Bu Yönetmelik (DBYBHY 2006) kapsamında, TS-648'de veya uluslararası düzeyde kabul görmüş diğer standartlarda tanımlanan ve kaynaklanabilme özelliğine sahip olan tüm yapı çelikleri kullanılabilir. Başlıklarının et kalınlığı en az 40 mm olan hadde profillerinde, kalınlığı en az 50 mm olan levhalar ve bu levhalar ile imal edilen yapma profillerde, minimum Charpy-V-Notch (CVN) dayanımı (Çentik Dayanımı) değeri 21°C'de 27 Nm (27 J) olacaktır.

DBYBHY 2006 4.2.3.2 – Deprem yükleri etkisindeki elemanların birleşim ve eklerinde

kullanılacak bulonlar ISO 8.8, 10.9 veya daha yüksek kalitede olacaktır. Bu bulonlar, moment aktaran birleşimlerde kendilerine uygulanabilecek öngerme kuvvetinin tümü ile, diğer birleşimlerde ise en az yarısı ile öngerilecektir. Deprem yükleri etkisinde olmayan elemanların birleşim ve eklerinde ISO 4.6 ve 5.6 kalitesinde bulonlar kullanılabilir.

DBYBHY 2006 4.2.3.3 – Kaynaklı birleşimlerde çelik malzemesine ve kaynaklama yöntemine uygun elektrod kullanılacak ve elektrodun akma dayanımı birleştirilen malzemelerin akma dayanımından daha az olmayacaktır. Moment aktaran çerçevelerin kaynaklı kolon-kiriş birleşimlerinde tam penetrasyonlu küt kaynak veya köşe kaynağı dikişleri kullanılacaktır. Bu kaynaklarda kullanılan elektrodun minimum Charpy-V-Notch (CVN) dayanımı (Çentik Dayanımı) -29°C’de 27 Nm (27 J) olacaktır.

DBYBHY 2006 4.2.3.4 – Deprem yükleri etkisindeki elemanlarda, aynı birleşim noktasında, kaynaklı ve bulonlu birleşimler bir arada kullanılamaz.

DBYBHY 2006 4.2.3.6 – Bu bölümün 4.3.2.1, 4.3.4.1, 4.8.6 ve 4.9.1 maddelerinde öngörüldüğü şekilde, çelik yapı elemanlarının ve birleşim detaylarının gerekli kapasitelerinin hesabında, σ_a akma gerilmesi yerine $D_a \sigma_a$ arttırılmış akma gerilmesi değerleri kullanılacaktır. Arttırılmış akma gerilmesinin hesabında uygulanacak D_a katsayıları, yapı çeliğinin sınıfına ve eleman türüne bağlı olarak, Çizelge 3.11’ de verilmiştir.

Çizelge 3.11 D_a arttırma katsayıları

Yapı Çeliği Sınıfı ve Eleman Türü	D_a
Fe 37 çeliğinden imal edilen hadde profilleri	1.2
Diğer yapı çeliklerinden imal edilen hadde profilleri	1.1
Tüm yapı çeliklerinden imal edilen levhalar	1.1

ABYYHY 97 8.2.3.2 – Taşıma Gücü Yöntemi’ne göre yapılan kesit hesaplarında, deprem etkisini içeren yükleme durumları için TS-4561’deki yük katsayıları aşağıdaki şekilde değiştirilecektir:

$$1.0 G + 1.0 Q \pm 1.0 E \quad (3.25a)$$

veya daha elverişsiz sonuç vermesi durumunda,

$$0.9 G \pm \Omega_0 E \quad (3.25b)$$

Ayrıca Taşıma Gücü Yöntemi ile TS-4561'e göre yapılacak hesaplarda çelik akma sınırına uygulanacak malzeme güvenlik katsayısı 1.15, betonarme-çelik kompozit döşemelerde beton karakteristik basınç dayanımına uygulanacak malzeme güvenlik katsayısı ise 1.5 olarak alınacaktır.

ABYYHY 97 8.2.3.3 – Bütün deprem bölgelerinde kaynak emniyet gerilmesi veya taşıma gücü %25 oranında azaltılacaktır. Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, şantiyede kaynaklı birleşim ve eklerin sertifikalı kaynakçı tarafından yapılması zorunludur.

DBYBHY 2006'da arttırılmış deprem yükleri verilmiştir:

3.2.2.4 DBYBHY 2006 4.2.4 Arttırılmış Deprem Etkileri

Bu bölümün DBYBHY 2006 4.3.1.2, 4.3.5.3, 4.4.2.1, 4.4.2.3, 4.6.3.1, 4.6.5.2, 4.7.2.1, 4.8.6.4 ve 4.9.1 maddelerinde gerekli görülen yerlerde, çelik yapı elemanlarının ve birleşim detaylarının tasarımında, aşağıda verilen arttırılmış deprem etkileri gözönüne alınacaktır. Arttırılmış deprem etkilerini veren yüklemeler

$$1.0 G + 1.0 Q \pm \Omega_0 E \quad (3.25c)$$

veya daha elverişsiz sonuç vermesi halinde

$$0.9 G \pm \Omega_0 E \quad (3.25d)$$

şeklinde tanımlanmıştır. DBYBHY 2006 Bölüm 2'ye göre hesaplanan deprem yüklerinden oluşan iç kuvvetlere uygulanacak Ω_0 Büyütme Katsayısı'nın değerleri, çelik taşıyıcı sistemlerin türlerine bağlı olarak, Çizelge 3.12'de verilmiştir.

Çizelge 3.12 Büyütme Katsayıları

Taşıyıcı Sistem Türü	Ω_0
Süneklik düzeyi yüksek çerçeveler	2.5
Süneklik düzeyi normal çerçeveler	2.0
Merkezi çelik çaprazlı perdeler (süneklik düzeyi yüksek veya normal)	2.0
Dışmerkez çelik çaprazlı perdeler	2.5

3.2.2.5 DBYBHY 2006 4.2.5 İç Kuvvet Kapasiteleri ve Gerilme Sınır Değerleri

Gerekli durumlarda kullanılmak üzere, yapı elemanlarının iç kuvvet kapasiteleri ve birleşim elemanlarının gerilme sınır değerleri aşağıda tanımlanmıştır.

Yapı elemanlarının iç kuvvet kapasiteleri:

$$\text{Eğilme momenti kapasitesi: } M_p = W_p \sigma_a \quad (3.26a)$$

$$\text{Kesme kuvveti kapasitesi : } V_p = 0.60 \sigma_a A_k \quad (3.26b)$$

$$\text{Eksenel basınç kapasitesi: } N_{bp} = 1.7 \sigma_{bem} A \quad (3.26c)$$

$$\text{Eksenel çekme kapasitesi: } N_{cp} = \sigma_a A_{net} \quad (3.26d)$$

Birleşim elemanlarının gerilme sınır değerleri: Tam penetrasyonlu kaynak : σ_a

Kısmi penetrasyonlu küt kaynak veya köşe kaynağı: $1.7 \sigma_{em}$

Bulonlu birleşimler: $1.7 \sigma_{em}$ Burada, σ_{em} ilgili birleşim elemanına ait emniyet gerilmelerini (normal gerilme, kayma ve ezilme gerilmelerini göstermektedir.)

3.2.3 ABYYHY 97 8.3 Süneklik Düzeyi Yüksek Çerçeveler

3.2.3.1 ABYYHY 97 8.3.1 Enkesit koşulları

Kesit hesapları TS-648'e göre emniyet gerilmeleri yöntemi ile yapılsa bile, tüm çerçeve elemanlarında başlık genişliği/ kalınlığı ve gövde derinliği/kalınlığı oranları için TS-4561, Madde 2.5.4'de verilen koşullara uyacaktır.

TS 4561'de başlıklarda kritik (genişlik/kalınlık) oranı St. 37 için $b/t_b \leq 17$, sadece basınç kuvveti etkisinde

$$\text{gövdede } h/t_w \leq 43 \sqrt{\frac{2531}{\sigma_a}} \leq 44.16 \text{ olması gerekir.}$$

Basınç kuvvetiyle birlikte eğilme momenti etkisindeki gövde levhaları için $\frac{N}{N_p} > 0.27$ ise

$$h/t_w \leq 43 \sqrt{\frac{2531}{\sigma_a}} = 44.16$$

$$\frac{N}{N_p} \leq 0.27 \text{ ise } h/t_w \leq \left(70 - 100 \frac{N}{N_p} \right) \sqrt{\frac{2531}{\sigma_a}} \text{ olması gerekir.}$$

DBYBHY 2006’da başlık genişliği/kalınlığı ve gövde yüksekliği/kalınlığı oranlarına ilişkin koşullar Çizelge 3.13’te verilmiştir.

DBYBHY 2006 4.3.1.2 – Kolonlar, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan eksenel kuvvet ve eğilme momentleri altında gerekli gerilme kontrollerini sağlamaları yanında, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, Denk.(3.25a) ve Denk.(3.25b)’ye göre arttırılmış yükleme durumlarından oluşan eksenel basınç ve çekme kuvvetleri altında da (eğilme momentleri gözönüne alınmaksızın) yeterli dayanım kapasitesine sahip olacaktır. Kolon enkesitlerinin eksenel basınç ve çekme kapasiteleri Denk.(3.25c) ve Denk.(3.25d) ile hesaplanacaktır.

Çizelge 3.13 Enkesit koşulları

Eleman Tanımı	Narinlik Oranları	Sınır Değerler	
		Süneklik Düzeyi Yüksek Sistem	Süneklik Düzeyi Normal Sistem
Eğilme etkisindeki I Kesitleri U Kesitleri	b/t	$0.3\sqrt{E_s/\sigma_a}$	$0.4\sqrt{E_s/\sigma_a}$
Eğilme etkisindeki I Kesitleri U Kesitleri	h/t_w	$3.2\sqrt{E_s/\sigma_a}$	$4.0\sqrt{E_s/\sigma_a}$
Basınç etkisindeki T Kesitleri L Kesitleri	h/t_w	$0.3\sqrt{E_s/\sigma_a}$	$0.4\sqrt{E_s/\sigma_a}$
Eğilme ve eksenel basınç etkisindeki I Kesitleri U Kesitleri	h/t_w	$ N_d/\sigma_a A \leq 0.10$ için $3.2\sqrt{E_s/\sigma_a} \left(1 - 1.7 \left \frac{N_d}{\sigma_a A} \right \right)$	$ N_d/\sigma_a A \leq 0.10$ için $4.0\sqrt{E_s/\sigma_a} \left(1 - 1.7 \left \frac{N_d}{\sigma_a A} \right \right)$
		$ N_d/\sigma_a A > 0.10$ için $1.33\sqrt{E_s/\sigma_a} \left(2.1 - \left \frac{N_d}{\sigma_a A} \right \right)$	$ N_d/\sigma_a A > 0.10$ için $1.66\sqrt{E_s/\sigma_a} \left(2.1 - \left \frac{N_d}{\sigma_a A} \right \right)$
Eğilme veya eksenel basınç etkisindeki dairesel halka kesitler (borular)	D/t	$0.05 \frac{E_s}{\sigma_a}$	$0.07 \frac{E_s}{\sigma_a}$
Eğilme veya eksenel basınç etkisindeki dikdörtgen kutu kesitler	b/t veya h/t_w	$0.7\sqrt{E_s/\sigma_a}$	$1.1\sqrt{E_s/\sigma_a}$
Tanımlar b :I kesitlerinde yarım başlık genişliği U kesitleri ve dikdörtgen kutu kesitlerde başlık genişliği h :I , U , T kesitleri ve dikdörtgen kutu kesitlerde gövde yüksekliği L kesitlerinde büyük kenar uzunluğu D :daireseel halka kesitlerde (borularda) dış çap t :I , U , T kesitleri ve dikdörtgen kutu kesitlerde başlık kalınlığı halka kesitlerde (borularda) kalınlık t_w :I , U , T, L kesitleri ve dikdörtgen kutu kesitlerde gövde kalınlığı			

3.2.3.2 ABYYHY 97 8.3.2 Kolonların Kirişlerden Daha Güçlü Olması Koşulu

ABYYHY 97 8.3.1 - Çerçeve türü sistemlerde veya perdeli-çerçeve sistemlerin çerçevelerinde, göz önüne alınan deprem doğrultusunda her bir kolon - kiriş düğüm noktasına birleşen kolonların moment kapasitelerinin toplamı, o düğüm noktasına birleşen kirişlerin moment kapasiteleri toplamından daha büyük olacaktır.

$$(M_{pa} + M_{pü}) \geq (M_{pi} + M_{pj}) \quad (3.27a)$$

Denklem (3.27a), depremin her iki yönü için elverişsiz sonuç verecek şekilde ayrı ayrı uygulanacaktır. Kolon plastikleşme momentlerinin hesabında, depremin yönü ile uyumlu olarak bu momentleri en küçük yapan tasarım eksenel kuvvetleri göz önüne alınacaktır.

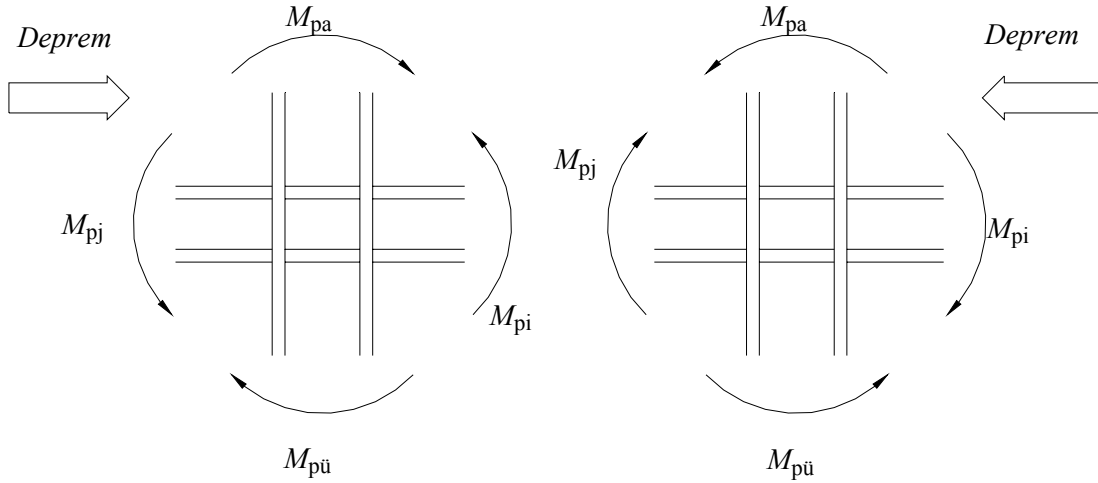
Tek katlı binalarda ve çok katlı binaların en üst katındaki düğüm noktalarında denklem (3.27a)'ün sağlanıp sağlanmadığına bakılmayacaktır.

3.2.3.3 DBYBHY 2006 4.3.2 Kolonların Kirişlerden Daha Güçlü Olması Koşulu

DBYBHY 2006 4.3.2.1 – Çerçeve türü sistemlerde veya perdeli-çerçeve sistemlerin çerçevelerinde, gözönüne alınan deprem doğrultusunda her bir kolon - kiriş düğüm noktasına birleşen kolonların eğilme momenti kapasitelerinin toplamı, o düğüm noktasına birleşen kirişlerin kolon yüzündeki eğilme momenti kapasiteleri toplamının $1.1D_a$ katından daha büyük olacaktır (Şekil 3.11).

$$(M_{pa} + M_{pü}) \geq 1.1D_a (M_{pi} + M_{vi} + M_{pj} + M_{vj}) \quad (3.27b)$$

Bu denklemdeki M_{vi} ve M_{vj} terimleri, zayıflatılmış kiriş enkesitleri kullanılması veya kiriş uçlarında guseler oluşturulması halinde, kiriş uçlarındaki olası plastik mafsallardaki kesme kuvvetlerinden dolayı, kolon yüzünde meydana gelen ek eğilme momentlerini göstermektedir. Plastik momentlerin kirişlerin kolon yüzündeki kesitlerinde oluşması halinde, bu terimler sıfır değerini almaktadır.



Şekil 3.11 Kolonların kirişlerden güçlü olması hali

3.2.3.4 ABYYHY 97 8.3.3 Kolonların Kirişlerden Daha Güçlü Olması Koşulunun Bazı Kolonlarda Sağlanamaması Durumu

ABYYHY 97 8.3.3.1 – Sadece çerçevelerden veya perde ve çerçevelerin birleşiminden oluşan taşıyıcı sistemlerde, gözönüne alınan deprem doğrultusunda binanın herhangi bir i'inci katında, Denk.(3.28)'in sağlanması koşulu ile, ilgili katın alt ve/veya üstündeki bazı düğüm noktalarında Denk.(3.27b)'nin sağlanamamış olmasına izin verilebilir.

$$\alpha_i = V_{is} / V_{ik} \geq 0.70 \quad (3.28)$$

ABYYHY 8.3.3.2 – Denk.(3.28)'ün sağlanması durumunda, $0.70 < \alpha_i < 1.00$ aralığında, Denk.(3.27)'in hem alttaki, hem de üstteki düğüm noktalarında sağlandığı kolonlara etkiyen eğilme momentleri ve kesme kuvvetleri $(1/\alpha_i)$ oranı ile çarpılarak arttırılacaktır.

DBYBHY 2006'da bu maddenin sonunda ‘‘Denk.(3.27)’yi sağlamayan kolonlar, kesitlerinde oluşan düşey yük ve deprem etkileri altında hesaplanacaktır.’’ cümlesi vardır.

ABYYHY 97 4.3.3.3 – Herhangi bir katta Denk.(3.28)'in sağlanamaması durumunda, sadece çerçevelerden veya perde ve çerçevelerin birleşiminden oluşan taşıyıcı sistemlerdeki tüm çerçeveler Süneklik Düzeyi Normal Çerçeve olarak gözönüne alınacak ve Çizelge 3.5'e göre taşıyıcı sistem davranış katsayısı değiştirilerek hesap tekrarlanacaktır. Ancak ABYYHY 97 6.5.4.1'de belirtildiği üzere, süneklik düzeyi normal çerçevelerin, süneklik düzeyi yüksek perdelerle birarada kullanılması da mümkündür.

3.2.3.5 ABYYHY 97 4.3.4 Çerçevelerde Ek ve Birleşimler

ABYYHY 97 4.3.4.1 – Çerçevelerin kolon-kiriş birleşimlerinde kolon sürekli olacaktır. Kirişin kolon kesitinin başlığına bağlanması durumunda kolon gövdesi kiriş başlığı seviyesinde berkitme levhaları ile güçlendirilecektir.

ABYYHY 97 4.3.4.2 – Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, eğilme aktaran birleşim ve eklerde kaba bulon kullanılamaz. Ancak, öngermeli olarak kullanılan yüksek dayanımlı bulonlar ve ankraj bulonları bu kısıtlamanın dışındadır. Yüksek dayanımlı bulonlar ISO 8.8 veya 10.9 kalitesinde olacaktır.

ABYYHY 97 4.3.4.3 – Kolon ekleri, kolon-kiriş birleşim yerinden en az kat yüksekliğinin 1/4 ‘ü kadar uzakta yapılacaktır. Eklerin küt kaynakla yapılması durumunda, kaynak ağzı açılacak ve derin penetrasyonlu kaynak kullanılacaktır.

ABYYHY 97 4.3.4.4 – Köşe kaynaklı ya da öngermesiz bulonlu kolon-kiriş birleşimlerinin yük aktarma gücü, birleşime bağlanan elemanın taşıma gücünün 1.20 katından az olamaz. Diğer tür kolon-kiriş birleşimlerinde, birleşimin yük aktarma gücü, birleşime bağlanan elemanın kendi taşıma gücünden hiçbir zaman daha az olamaz.

ABYYHY 97 4.3.4.5 – Kiriş ekleri, kolon-kiriş birleşim yerinden en az kiriş yüksekliği kadar uzakta yapılacaktır.

ABYYHY 97 4.3.4.6 – Birleşim ve ek hesaplarının proje hesap raporlarında ayrıntılı olarak verilmesi zorunludur.

DBYBHY 2006’da birleşimler için ABYYHY 97’de bulunmayan oldukça ayrıntılı maddeler konulmuştur:

3.2.3.6 DBYBHY 2006 4.3.4 Kiriş - Kolon Birleşim Bölgeleri

DBYBHY 2006 4.3.4.1 – Süneklik düzeyi yüksek çerçevelerin moment aktaran kiriş-kolon birleşimlerinde aşağıdaki üç koşul birarada sağlanacaktır:

(a) Birleşim en az 0.04 radyan Görelî Kat Ötelemesi Açısı’nı (görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği) sağlayabilecek kapasitede olacaktır. Bunun için, deneysel ve/veya analitik yöntemlerle geçerliliği kanıtlanmış olan detaylar kullanılacaktır. Geçerliliği kanıtlanmış olan çeşitli bulonlu ve kaynaklı birleşim detayı örnekleri ve bunların uygulama sınırları

Bilgilendirme Eki 4A'da verilmiştir.

(b) Birleşimin kolon yüzündeki gerekli eğilme dayanımı, birleşen kirişin kolon yüzündeki eğilme momenti kapasitesinin $0.80 \times 1.1D_a$ katından daha az olmayacaktır. Ancak bu dayanımın üst limiti, düğüm noktasına birleşen kolonlar tarafından söz konusu birleşime aktarılan en büyük eğilme momenti ile uyumlu olacaktır. Zayıflatılmış kiriş enkesitleri kullanılması veya kiriş uçlarında guseler oluşturulması halinde, kolon yüzündeki eğilme momenti kapasitesi, kiriş plastik momenti ile kiriş ucundaki olası plastik mafsaldaki kesme kuvvetinden dolayı kolon yüzünde meydana gelen ek eğilme momenti toplanarak hesaplanacaktır.

(c) Birleşimin boyutlandırılmasında esas alınacak V_e kesme kuvveti Denk.(3.29) ile hesaplanacaktır.

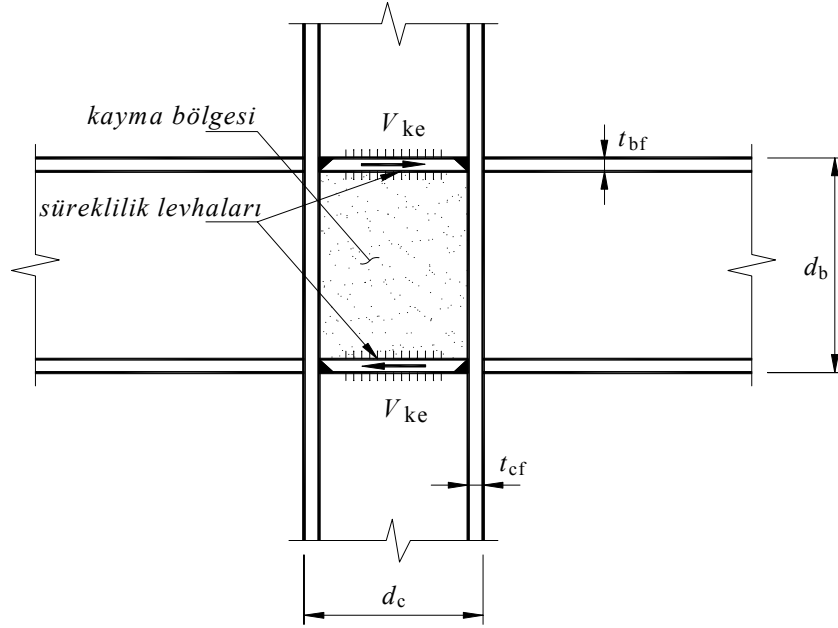
$$V_e = V_{dy} \pm 1.1R_a \frac{(M_{pi} + M_{pj})}{\ell_n} \quad (3.29)$$

DBYBHY 2006 4.3.4.2 – Birleşimin taşıma kapasitesinin hesabında, DBYBHY 4.2.5'te verilen gerilme sınır değerleri kullanılacaktır.

DBYBHY 2006 4.3.4.3 – Kiriş – kolon birleşim detayında, kolon ve kiriş başlıklarının sınırladığı kayma bölgesi (Şekil 3.12) aşağıdaki koşulları sağlayacak şekilde boyutlandırılacaktır:

(a) Kayma bölgesinin gerekli V_{ke} kesme kuvveti dayanımı, düğüm noktasına birleşen kirişlerin kolon yüzündeki eğilme momenti kapasiteleri toplamının 0.80 katından meydana gelen kesme kuvvetine eşit olarak alınacaktır.

$$V_{ke} = 0.8 \sum M_p \left(\frac{1}{d_b} - \frac{1}{H_{ort}} \right) \quad (3.30)$$



Şekil 3.12 Kayma bölgesi

b) Kayma bölgesinin V_p kesme kuvveti kapasitesi

$$V_p = 0.6 \sigma_a d_c t_p \left[1 + \frac{3b_{cf} t_{cf}^2}{d_b d_c t_p} \right] \quad (3.31)$$

denklemini ile hesaplanacaktır. Kayma bölgesinin yeterli kesme dayanımına sahip olması için

$$V_p \geq V_{ke} \quad (3.32)$$

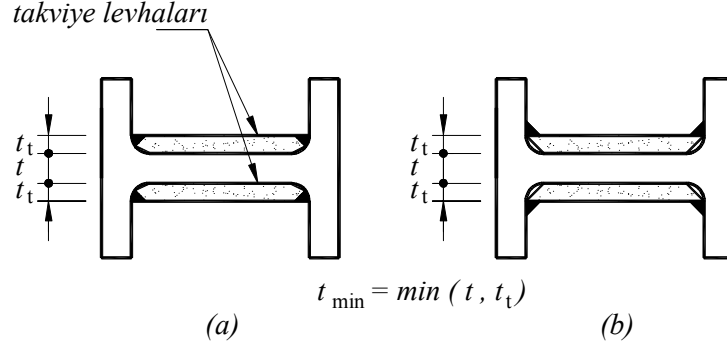
koşulunun sağlanması gerekmektedir. Bu koşulun sağlanmaması halinde, gerekli miktarda takviye levhası kullanılacak veya kayma bölgesine köşegen doğrultusunda berkitme levhaları eklenecektir.

(c) Kolon gövde levhasının ve eğer kullanılmış ise takviye levhalarının her birinin en küçük kalınlığı, t_{min} , (Şekil 3.13) aşağıdaki koşulu sağlayacaktır.

$$t_{min} \geq u/180 \quad (3.33)$$

Bu koşulun sağlanmadığı durumlarda takviye levhaları ve kolon gövde levhası birbirlerine kaynakla bağlanarak birlikte çalışmaları sağlanacak ve levha kalınlıkları toplamının Denk.(3.33)'ü sağladığı kontrol edilecektir.

(d) Kayma bölgesinde takviye levhaları kullanılması halinde, bu levhaların kolon başlık levhalarına bağlanması için tam penetrasyonlu küt kaynak veya köşe kaynağı kullanılacaktır, (Şekil 3.13) Bu kaynaklar, takviye levhası tarafından karşılanan kesme kuvvetini güvenle aktaracak şekilde kontrol edilecektir. Bu hesapta, DBYBHY 2006 (4.2.5)'te verilen kaynak gerilme kapasiteleri kullanılacaktır.



Şekil 3.13 Takviye levhaları

DBYBHY 2006 4.3.4.4 – Moment aktaran kiriş-kolon birleşim detaylarında, kolon gövdesinin her iki tarafına, kiriş başlıkları seviyesinde süreklilik levhaları konularak kiriş başlıklarındaki çekme ve basınç kuvvetlerinin kolona (ve iki taraflı kiriş-kolon birleşimlerinde komşu kirişe) güvenle aktarılması sağlanacaktır.

(a) Süreklilik levhalarının kalınlıkları, tek taraflı kiriş birleşimlerinde birleşen kirişin başlık kalınlığından, kolona iki taraftan kiriş birleşmesi durumunda ise birleşen kirişlerin başlık kalınlıklarının büyüğünden daha az olmayacaktır.

(b) Süreklilik levhalarının kolon gövde ve başlıklarına bağlantısı için tam penetrasyonlu küt kaynak kullanılacaktır. Süreklilik levhasının kolon gövdesine bağlantısı için köşe kaynağı da kullanılabilir(Şekil 3.12). Ancak bu kaynağın, süreklilik levhasının kendi düzlemindeki kesme kapasitesine eşit bir kuvveti kolon gövdesine aktaracak boy ve kalınlıkta olması gereklidir.

(c) Kolon başlık kalınlığının

$$t_{cf} \geq 0.54 \sqrt{b_{bf} t_{bf}} \quad (3.34a)$$

ve

$$t_{cf} \geq \frac{b_{bf}}{6} \quad (3.34b)$$

koşullarının her ikisini de sağlaması durumunda süreklilik levhasına gerek olmayabilir.

3.2.3.7 DBYBHY 2006 4.3.5 Kolon ve Kiriş Ekleri

DBYBHY 2006 4.3.5.1 – Tam penetrasyonlu küt kaynaklı veya bulonlu olarak yapılan kolon ekleri, kolon-kiriş birleşim yerinden en az net kat yüksekliğinin 1/3’ü kadar uzakta olacaktır. Köşe kaynağı ile veya tam penetrasyonlu olmayan küt kaynakla yapılan eklerde bu uzaklık, ayrıca 1.20 m’ den az olmayacaktır.

DBYBHY 2006 4.3.5.2 – Kiriş ekleri, kolon-kiriş birleşim kesitinden en az kiriş yüksekliğinin iki katı kadar uzakta yapılacaktır.

DBYBHY 2006 4.3.5.3 – Kolon ve kiriş eklerinin eğilme kapasitesi, eklenen elemanın eğilme kapasitesinden, kesme kuvveti kapasitesi ise Denk.(3.29)’da verilen değerden az olmayacaktır. Ayrıca, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, kolon eklerinin eksenel kuvvet kapasiteleri Denk.(3.25a) ve Denk.(3.25b) ile hesaplanan eksenel basınç ve çekme kuvvetleri altında da (eğilme momentleri gözönüne alınmaksızın) yeterli olacaktır. Ek elemanlarının taşıma güçlerinin hesabında, DBYBHY 2006 (3.2.5)’te verilen kaynak ve bulon gerilme sınır değerleri kullanılacaktır.

3.2.3.8 DBYBHY 2006 4.3.6 Kiriş Başlıklarının Yanal Doğrultuda Mesnetlenmesi

DBYBHY 2006 4.3.6.1 – Kirişlerin üst ve alt başlıkları yanal doğrultuda mesnetlenecektir. Kirişlerin yanal doğrultuda mesnetlendiği noktalar arasındaki ℓ_b uzaklığı

$$\ell_b \leq 0.086 \frac{r_y E_s}{\sigma_a} \quad (3.35)$$

koşulunu sağlayacaktır. Ayrıca, tekil yüklerin etkidiği noktalar, kiriş enkesitinin ani olarak değiştiği noktalar ve sistemin doğrusal olmayan şekildeğiştirmesi sırasında plastik mafsallı oluşabilecek noktalar da yanal doğrultuda mesnetlenecektir.

DBYBHY 2006 4.3.6.2 – Yanal doğrultudaki mesnetlerin gerekli basınç ve çekme dayanımı, kiriş başlığının eksenel çekme kapasitesinin 0.02’sinden daha az olmayacaktır.

DBYBHY 2006 4.3.6.3 – Betonarme döşemelerin çelik kirişler ile kompozit olarak çalıştığı

elik taşıyıcı sistemlerde yukarıdaki koşullara uyulması zorunlu değildir.

3.2.3.9 ABYYHY 97 8.4 Süneklik Düzeyi Yüksek elik aprazlı Perdeler

Süneklik düzeyi dksek elik aprazlı perdeler, kolonlar, kirişler, ve düğüm noktalarına dışmerkez olarak bağlanan çapraz örgü çubuklarından oluşan yatay yük taşıyıcı sistem elemanlarıdır. Bu elemanlara uygulanacak koşullar aşağıda belirtilmiştir:

ABYYHY 97 8.4.1 – rg çubuklarının kolon-kiriş birleşim noktasına ya da iki örgü çubuğunun bir kiriş üzerindeki ortak birleşim noktasına göre dışmerkezliği, perde kolonları arasındaki açıklığın 1/5’i ile 1/10’u arasında seçilecektir. Dışmerkez rg çubuklarının kirişle birleşme noktalarında, kirişin yanal burkulması ve ayrıca yerel burkulmaların önlenmesi için gerekli önlemler alınacaktır.

ABYYHY 97 8.4.2 – rg çubuklarının kolonlara bağlandığı aprazlı perdelerde, bağlantı kolon kesitinin başlığına yapılacaktır. Kolon gövdesine bağlantı yapılamaz.

ABYYHY 97 8.4.3 – Basınç kuvveti de alacak şekilde hesaplanan örgü çubuklarının narinlik oranı 100’den fazla olamaz.

ABYYHY 97 8.4.4 – Birden çok parçalı olup basınç kuvveti de alan örgü ubuklarında, TS-648’in ara bağlantılara ilişkin tüm kuralları geçerlidir.

ABYYHY 97 8.4.5 – rg çubuklarının birleşimlerinde kaba bulon kullanılması durumunda, bulonların emniyet gerilmeleri %33 azaltılacaktır.

3.2.3.10 ABYYHY 97 8.5 Süneklik Düzeyi Normal ereveler

ABYYHY 97 8.5.1 – Süneklik düzeyi normal çerçevelerde, süneklik düzeyi yüksek çerçeveler için verilen enkesit koşulları, kolonların kirişlerden daha güçlü olması koşulu ve kolonların kirişlerden daha güçlü olması koşulunun bazı kolonlarda sağlanamaması durumu için uygulanması gereken kurallara uyması zorunlu değildir.

ABYYHY 97 8.5.2 – Süneklik düzeyi yüksek çerçeveler için ‘‘erevelerde Ek ve Birleşimler’’ başlığı altında verilen koşullar, kaba bulon ile öngermeli olarak kullanılan yüksek dayanımlı bulonlar ve ankraj bulonlarının kullanımı ile ilgili madde hariç olmak üzere, süneklik düzeyi normal çerçeveler için de geçerlidir.

ABYYHY 97 8.5.3 – Süneklik düzeyi normal çerçevelerde ek ve birleşimlerin hesabında

deprem yüküne göre bulunan iç kuvvetlerin iki katı kullanılacaktır.

3.2.4 ABYYHY 97 8.6 Süneklik Düzeyi Normal Çelik Çaprazlı Perdeler

Süneklik düzeyi normal çelik çaprazlı perdeler; kolonlar, kirişler ve düğüm noktalarına merkezi olarak bağlanan çapraz örgü çubuklarından oluşan yatay yük taşıyıcı sistem elemanlarıdır. Bu elemanlara uygulanacak koşullar aşağıda belirtilmiştir:

ABYYHY 97 8.6.1 – Çaprazların sadece çekmeye çalışmak üzere hesaplanması durumunda örgü çubuklarının narinlik oranı 250’yi aşmayacaktır.

ABYYHY 97 8.6.2 – Basınç kuvveti de alacak şekilde hesaplanan örgü çubuklarının narinlik oranı 100’den fazla olamaz.

ABYYHY 97 8.6.3 – Birden çok parçalı olup basınç kuvveti de alan örgü çubuklarında, TS-648’in ara bağlantılara ilişkin tüm kuralları geçerlidir.

ABYYHY 97 8.6.4 – Örgü çubuklarının birleşiminde kaba bulon kullanılması durumunda bulonların emniyet gerilmeleri %33 azaltılacaktır.

DBYBHY 2006’da ABYYHY 97’den farklı olarak deprem yüklerinin tamamının merkezi çaprazlı perdeler tarafından taşındığı binalar süneklik düzeyi yüksek tasarlanabilir. Ayrıca deprem yüklerinin çerçeveler ile birlikte merkezi çaprazlı çelik perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar da süneklik düzeyi yüksek tasarlanabilir. Bu farktan dolayı sınıflandırma değiştirilmiştir ve enkesit koşulları, birleşimler, ekler için daha ayrıntılı maddeler konulmuştur:

3.2.5 DBYBHY 2006 4.4 Süneklik Düzeyi Normal Çerçeveler

Süneklik düzeyi normal çerçevelerin boyutlandırılmasında uyulacak kurallar aşağıda verilmiştir.

3.2.5.1 DBYBHY 2006 4.4.1 Enkesit Koşulları

DBYBHY 2006 4.4.1.1 – Süneklik düzeyi normal çerçevelerin kiriş ve kolonlarında, *başlık genişliği/kalınlığı* ve *gövde yüksekliği/kalınlığı* oranlarına ilişkin koşullar Çizelge 3.13’de verilmiştir. Ancak en çok iki katlı binalarda, gerekli yerel burkulma kontrollerinin yapılması koşulu ile, bu sınırların aşılmasına izin verilebilir.

DBYBHY 2006 4.4.1.2 – Süneklik düzeyi yüksek çerçevelerin kolonları için DBYBHY 4.3.1.2’de verilen koşullar süneklik düzeyi normal çerçevelerin kolonları için de geçerlidir.

DBYBHY 2006 4.4.1.3 – Süneklik düzeyi normal çerçevelerde, süneklik düzeyi yüksek çerçeveler için DBYBHY 4.3.2 ve DBYBHY 4.3.3’te verilen koşullara uyulması zorunlu değildir.

3.2.5.2 DBYBHY 2006 4.4.2 Kiriş – Kolon Birleşim Bölgeleri

DBYBHY 2006 4.4.2.1 – Süneklik düzeyi normal çerçevelerin moment aktaran kiriş-kolon birleşimlerinde, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan iç kuvvetler altında gerekli gerilme kontrolleri yapılacaktır. Ayrıca, birleşimin taşıma kapasitesi aşağıda tanımlanan iç kuvvetlerden küçük olanlarını da sağlayacaktır:

(a) Kolona birleşen kirişin DBYBHY 2006 4.3.4.1(b)’de tanımlandığı şekilde hesaplanan eğilme momenti kapasitesi ve Denk.(3.29) ile hesaplanan gerekli kesme kuvveti dayanımı.

(b) Denk.(3.25a) ve Denk.(3.25b)’de verilen arttırılmış yükleme durumlarından dolayı kolon yüzünde meydana gelen eğilme momenti ve kesme kuvveti.

DBYBHY 2006 4.4.2.2 – Birleşimin taşıma kapasitesinin hesabında, DBYBHY 4.2.5’te verilen gerilme sınır değerleri kullanılacaktır.

DBYBHY 2006 4.4.2.3 – Kiriş-kolon birleşim detayında, kolon ve kiriş başlıklarının sınırladığı kayma bölgesi (Şekil 3.12) aşağıdaki koşulları sağlayacak şekilde boyutlandırılacaktır:

(a) Kayma bölgesinin V_{ke} gerekli kesme kuvveti dayanımının hesabında, Denk.(3.25a) ve Denk.(3.25b)’de verilen arttırılmış deprem yüklemesinden meydana gelen kesme kuvveti ve Denk.(3.30) ile hesaplanan kesme kuvvetinden küçük olanı kullanılacaktır.

(b) Kayma bölgesinin V_p kesme kuvveti dayanımı Denk.(3.31) ile hesaplanacaktır. Kayma bölgesinin yeterli kesme dayanımına sahip olması için Denk.(3.32)’nin sağlanması gerekmektedir.

(c) Süneklik düzeyi yüksek çerçevelerin kayma bölgesi hesabı için DBYBHY 2006 4.3.4.3(c) ve 4.3.4.3(d)’de verilen kurallar süneklik düzeyi normal çerçeveler için de aynen geçerlidir.

DBYBHY 2006 4.4.2.4 – Süneklik düzeyi yüksek çerçevelerde süreklilik levhalarının hesabı

için DBYBHY 2006 4.3.4.4' te verilen kurallar süneklik düzeyi normal çerçeveler için de aynen geçerlidir.

3.2.5.3 DBYBHY 2006 4.4.3 Kiriş ve Kolon Ekleri

Süneklik düzeyi yüksek çerçevelerde kolon ve kiriş ekleri için DBYBHY 2006 4.3.5'te verilen kurallar süneklik düzeyi normal çerçeveler için de aynen geçerlidir.

3.2.5.4 DBYBHY 2006 4.4.4 Kiriş Başlıklarının Yanal Doğrultuda Mesnetlenmesi

DBYBHY 2006 4.4.4.1 – Kirişlerin üst ve alt başlıkları yanal doğrultuda mesnetlenecektir. Kirişlerin yanal doğrultuda mesnetlendiği noktalar arasındaki ℓ_b uzaklığı

$$\ell_b \leq 0.124 \frac{r_y E_s}{\sigma_a} \quad (3.36)$$

koşulunu sağlayacaktır. Ayrıca, tekil yüklerin etkidiği noktalar, kiriş enkesitinin ani olarak değiştiği noktalar ve sistemin lineer olmayan şekildeğiştirmesi sırasında plastik mafsalları oluşabilecek noktalar da yanal doğrultuda mesnetlenecektir.

DBYBHY 2006 4.4.4.2 – Yanal doğrultudaki mesnetlerin gerekli basınç ve çekme dayanımı, kiriş başlığının eksenel çekme kapasitesinin 0.02' sinden daha az olmayacaktır.

DBYBHY 2006 4.4.4.3 – Betonarme döşemelerin çelik kirişler ile kompozit olarak çalıştığı çelik taşıyıcı sistemlerde yukarıdaki koşullara uyulması zorunlu değildir.

3.2.6 DBYBHY 2006 4.5 Merkezi Ve Dışmerkez Çelik Çaprazlı Perdeler

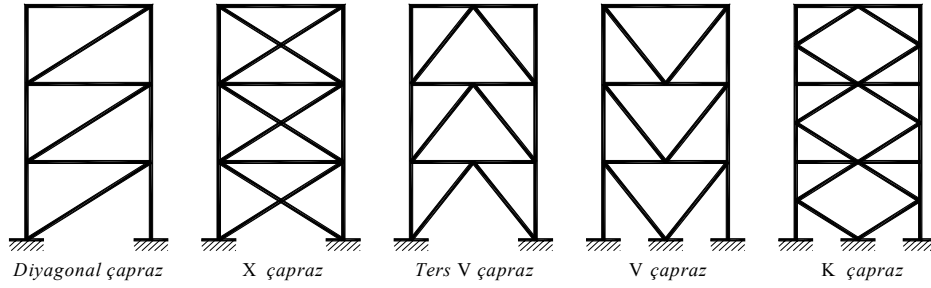
Çelik çaprazlı perdeler, mafsallı birleşimli veya moment aktaran çerçeveler ile bunlara merkezi ve dışmerkez olarak bağlanan çaprazlardan oluşan yatay yük taşıyıcı sistemlerdir. Bu tür sistemlerin yatay yük taşıma kapasiteleri, eğilme dayanımlarının yanında, daha çok veya tümüyle elemanların eksenel kuvvet dayanımları ile sağlanmaktadır. Çelik çaprazlı perdeler, çaprazların düzenine bağlı olarak ikiye ayrılırlar:

(a) Merkezi Çelik Çaprazlı Perdeler (Şekil 3.14)

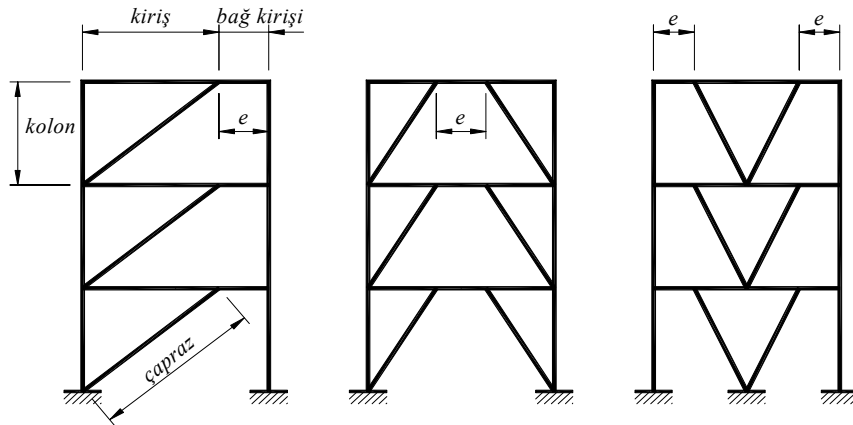
(b) Dışmerkez Çelik Çaprazlı Perdeler (Şekil 3.15)

Çaprazların çerçeve düğüm noktalarına merkezi olarak bağlandığı Merkezi Çelik Çaprazlı

Perdeler süneklik düzeyi yüksek veya süneklik düzeyi normal sistem olarak boyutlandırılabilirler. Buna karşılık, çaprazların çerçeve düğüm noktalarına dışmerkez olarak bağlandığı Dışmerkez Çelik Çaprazlı Perdeler süneklik düzeyi yüksek sistem olarak boyutlandırılacaklardır.



Şekil 3.14 Merkezi güçlendirilmiş çerçeve tipleri



Şekil 3.15 Dışmerkez güçlendirilmiş çerçeve tipleri

3.2.7 DBYBHY 2006 4.6 Süneklik Düzeyi Yüksek Merkezi Çelik Çaprazlı Perdeler

Süneklik düzeyi yüksek merkezi çelik çaprazlı perdeler, basınç elemanlarının bazılarının burkulması halinde dahi, sistemde önemli ölçüde dayanım kaybı meydana gelmeyecek şekilde boyutlandırılırlar. Bu sistemlerin boyutlandırılmasında uygulanacak kurallar aşağıda verilmiştir.

3.2.7.1 DBYBHY 2006 4.6.1 Enkesit Koşulları

DBYBHY 2006 4.6.1.1 – Süneklik düzeyi yüksek merkezi çelik çaprazlı perdelerin kiriş, kolon ve çaprazlarında, başlık genişliği/kalınlığı, gövde yüksekliği/kalınlığı ve çap/kalınlık oranlarına ilişkin koşullar Çizelge 3.13'te verilmiştir.

DBYBHY 2006 4.6.1.2 – Çatı ve düşey düzlem çaprazlarının narinlik oranı (çubuk burkulma boyu/atalet yarıçapı) $5.87\sqrt{E_s / \sigma_a}$ sınır değerini aşmayacaktır.

DBYBHY 2006 4.6.1.3 – Çok parçalı çaprazlarda bağ levhalarının aralıkları, ardışık iki bağ levhası arasındaki tek elemanın narinlik oranı tüm çubuğun narinlik oranının 0.40 katını aşmayacak şekilde belirlenecektir. Çok parçalı çaprazın burkulmasının bağ levhasında kesme etkisi oluşturmadağının gösterilmesi halinde, bağ levhalarının aralıkları, iki bağ levhası arasındaki tek çubuğun narinlik oranı çok parçalı çubuğun etkin narinlik oranının 0.75 katını aşmayacak şekilde belirlenebilir. Bağ levhalarının toplam kesme kuvveti kapasitesi, her bir çubuk elemanının eksenel çekme kapasitesinden daha az olmayacaktır. Her çubukta en az iki bağ levhası kullanılacak ve bağ levhaları eşit aralıklı olarak yerleştirilecektir. Bulonlu bağ levhalarının, çubuğun temiz açıklığının orta dörtte birine yerleştirilmesine izin verilmez.

3.2.7.2 DBYBHY 2006 4.6.2 Yatay Yüklerin Dağılımı

Binanın bir aksı üzerindeki düşey merkezi çapraz elemanlar, o aks doğrultusundaki depremde ve her bir deprem yönünde etkiyen yatay kuvvetlerin en az %30'u ve en çok %70'i basınca çalışan çaprazlar tarafından karşılanacak şekilde düzenlenecektir.

3.2.7.3 DBYBHY 2006 4.6.3 Çaprazların Birleşimleri

DBYBHY 2006 4.6.3.1 – Çaprazların birleşim detaylarında, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan iç kuvvetler altında gerekli gerilme kontrolleri yapılacaktır. Ayrıca, birleşimin taşıma kapasitesi aşağıda tanımlanan iç kuvvetlerden küçük olanını da sağlayacaktır:

(a) Çaprazın eksenel çekme kapasitesi.

(b) Düğüm noktasına birleşen diğer elemanların kapasitelerine bağlı olarak, söz konusu çapraza aktarılabilecek en büyük eksenel kuvvet.

(c) Denk.(3.25a) ve Denk.(3.25b)'de verilen arttırılmış yükleme durumlarından meydana

gelen çapraz aksenal kuvveti.

DBYBHY 2006 4.6.3.2 – Birleşimin taşıma kapasitesinin hesabında, DBYBHY 2006 4.2.5’te verilen gerilme sınır değerleri kullanılacaktır.

DBYBHY 2006 4.6.3.3 – Çaprazları kolonlara ve/veya kirişlere bağlayan düğüm noktası levhaları aşağıdaki iki koşulu da sağlayacaklardır:

(a) Düğüm noktası levhasının düzlemi içindeki eğilme kapasitesi, düğüm noktasına birleşen çaprazın eğilme kapasitesinden daha az olmayacaktır.

(b) Düğüm noktası levhasının düzlem dışına burkulmasının önlenmesi amacıyla, çaprazın ucunun kiriş veya kolon yüzüne uzaklığı düğüm levhası kalınlığının iki katından daha fazla olmayacaktır. Buna uyulmadığı durumlarda, ilave berkitme levhaları kullanarak, düğüm levhasının düzlem dışına burkulması önlenecektir.

3.2.7.4 DBYBHY 2006 4.6.4 Özel Çapraz Düzenleri İçin Ek Koşullar

DBYBHY 2006 4.6.4.1 – V veya ters V şeklindeki çapraz sistemlerinin sağlaması gereken ek koşullar aşağıda verilmiştir:

(a) Çaprazların bağlandığı kirişler sürekli olacaktır.

(b) Çaprazlar düşey yüklerin ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında boyutlandırılacaktır. Ancak çaprazların bağlandığı kirişler ve uç bağlantıları, çaprazların yok sayılması durumunda, kendi üzerindeki düşey yükleri güvenle taşıyacak şekilde boyutlandırılacaktır.

(c) Süneklik düzeyi yüksek çerçevelerin kirişleri için DBYBHY 4.3.6’da verilen koşullar çaprazların bağlandığı kirişler için de aynen geçerlidir.

DBYBHY 2006 4.6.4.2 – Süneklik düzeyi yüksek merkezi çelik çaprazlı perdelerde K şeklindeki (çaprazların kolon orta noktasına bağlandığı) çapraz düzenine izin verilemez.

3.2.7.5 DBYBHY 2006 4.6.5 Kolon Ekleri

DBYBHY 2006 4.6.5.1 – Kolon ekleri kolon serbest yüksekliğinin ortadaki 1/3’lük bölgesinde yapılacaktır.

DBYBHY 2006 4.6.5.2 – Kolon eklerinin eğilme dayanımı eklenen elemanlardan

küçüğünün eğilme kapasitesinin %50'sinden, kesme kuvveti dayanımı ise eklenen elemanlardan küçüğünün kesme kapasitesinden daha az olmayacaktır. Ayrıca, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, kolon eklerinin eksenel kuvvet taşıma güçleri Denk.(3.25a) ve Denk.(3.25b)'de verilen arttırılmış deprem yüklemelerinden oluşan basınç ve çekme kuvvetleri altında da (eğilme momentleri gözönüne alınmaksızın) yeterli olacaktır. Ek elemanlarının hesabında, DBYBHY 2006 4.2.5'te verilen kaynak ve bulon gerilme kapasiteleri kullanılacaktır.

3.2.8 DBYBHY 2006 4.7 Süneklik Düzeyi Normal Merkezi Çelik Çaprazlı Perdeler

Süneklik düzeyi normal çelik çaprazlı perdelerin boyutlandırılmasında uygulanacak kurallar aşağıda belirtilmiştir.

3.2.8.1 DBYBHY 2006 4.7.1 Enkesit Koşulları

DBYBHY 2006 4.7.1.1 – Süneklik düzeyi normal merkezi çelik çaprazlı perdelerin kiriş, kolon ve çaprazlarında, başlık genişliği/kalınlığı, gövde yüksekliği/kalınlığı ve çap/kalınlık oranlarına ilişkin koşullar Çizelge 3.13'te verilmiştir. Ancak en çok iki katlı binalarda, gerekli yerel burkulma kontrollerinin yapılması koşulu ile, bu sınırların aşılmasına izin verilebilir.

DBYBHY 2006 4.7.1.2 – Basınca çalışan çatı ve düşey düzlem çaprazlarının narinlik oranı (çubuk burkulma boyu/atalet yarıçapı) $4.23\sqrt{E_s / \sigma_a}$ sınır değerini aşmayacaktır.

DBYBHY 2006 4.7.1.3 – Çok parçalı çaprazlarda, TS648'in bağ levhalarına ilişkin kuralları geçerlidir. Her çubukta en az iki bağ levhası kullanılacaktır.

DBYBHY 2006 4.7.1.4 – Sadece çekme kuvveti taşıyacak şekilde hesaplanan çaprazlarda narinlik oranı 250'yi aşmayacaktır. Ancak, en çok iki katlı binalardaki çapraz elemanların, DBYBHY 2006 Bölüm 2'ye göre hesaplanan çekme kuvvetinin Çizelge 3.10'daki Ω_o katsayısı ile çarpımını taşıyacak şekilde boyutlandırılmaları halinde bu kural uygulanmayabilir.

3.2.8.2 DBYBHY 2006 4.7.2 Çaprazların Birleşimleri

DBYBHY 2006 4.7.2.1 – Çaprazların birleşim detaylarında, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan iç kuvvetler altında gerekli gerilme kontrolleri yapılacaktır. Ayrıca, birleşimin taşıma kapasitesi aşağıda tanımlanan iç kuvvetlerden küçük olanını da

sağlayacaktır:

(a) Çaprazın aksenal çekme kapasitesi.

(b) Denk.(3.25a) ve Denk.(3.25b)'de verilen arttırılmış yüklemelerden meydana gelen çapraz aksenal kuvveti.

(c) Düğüm noktasına birleşen diğer elemanlar tarafından söz konusu çapraza aktarılacak en büyük kuvvet.

DBYBHY 2006 4.7.2.2 – Birleşimin taşıma kapasitesinin hesabında, DBYBHY 2006 4.2.5'te verilen gerilme sınır değerleri kullanılacaktır.

DBYBHY 2006 4.7.2.3 – Süneklik düzeyi yüksek merkezi çelik çaprazlı perdeler için DBYBHE 4.6.3.3' te verilen koşullar süneklik düzeyi normal merkezi çelik çaprazlı perdeler için de geçerlidir.

3.2.8.3 DBYBHY 2006 4.7.3 Özel Çapraz Düzenleri İçin Ek Koşullar

DBYBHY 2006 4.7.3.1 – Süneklik düzeyi yüksek merkezi çelik çaprazlı perdeler için DBYBHY 2006 4.6.4.1(a) ve DBYBHY 2006 4.6.4.1(b)' de verilen koşullar süneklik düzeyi normal merkezi çelik çaprazlı perdeler için de geçerlidir.

DBYBHY 2006 4.7.3.2 – Süneklik düzeyi normal çerçevelerin kirişleri için DBYBHY 2006 4.4.4'de verilen koşullar çaprazların bağlandığı kirişler için de aynen geçerlidir.

3.2.9 DBYBHY 2006 4.8 Süneklik Düzeyi Yüksek Dışmerkez Çelik Çaprazlı Perdeler

Süneklik düzeyi yüksek dışmerkez çelik çaprazlı perdeler, deprem etkileri altında bağ kirişlerinin önemli ölçüde doğrusal olmayan şekildeğiştirme yapabilme özelliğine sahip olduğu yatay yük taşıyıcı sistemlerdir. Bu sistemler, bağ kirişlerinin plastik şekildeğiştirmesi sırasında, kolonların, çaprazların ve bağ kirişi dışındaki diğer kirişlerin elastik bölgede kalması sağlanacak şekilde boyutlandırılırlar. Süneklik düzeyi yüksek merkezi çelik çaprazlı perdelerin boyutlandırılmasında uygulanacak kurallar aşağıda verilmiştir.

3.2.9.1 DBYBHY 2006 4.8.1 Enkesit Koşulları

DBYBHY 2006 4.8.1.1 – Süneklik düzeyi yüksek dışmerkez çelik çaprazlı perdelerin bağ kirişleri, diğer kirişleri, kolon ve çaprazlarında başlık genişliği/kalınlığı, gövde

yüksekliği/kalınlığı ve çap/kalınlık oranlarında Çizelge 3.13'teki koşullara uyulacaktır. Bağ kirişlerine ilişkin ek koşullar, DBYBHY 2006 4.8.2'de verilmiştir.

DBYBHY 2006 4.8.1.2– Çaprazların narinlik oranı (çubuk burkulma boyu/atalet yarıçapı) $4.23\sqrt{E_s / \sigma_a}$ sınır değerini aşmayacaktır.

DBYBHY 2006 4.8.1.3 – Çok parçalı çaprazlar için DBYBHE 2006 4.6.1.3'te verilen koşullar dışmerkez çelik çaprazlı perdeler için de aynen geçerlidir.

3.2.9.2 DBYBHY 2006 4.8.2 Bağ Kirişleri

DBYBHY 2006 4.8.2.1 – Süneklik düzeyi yüksek dışmerkez çelik çaprazlı perdelerde, her çapraz elemanın en az bir ucunda bağ kirişi bulunacaktır.

DBYBHY 2006 4.8.2.2 – Bağ kirişinin boyu, DBYBHY 4.8.8.1'deki özel durumun dışında, aşağıdaki şekilde belirlenebilir.

$$1.0 M_p / V_p \leq e \leq 5.0 M_p / V_p \quad (3.37)$$

Bu bağıntıdaki M_p eğilme momenti ve V_p kesme kuvveti kapasiteleri Denk.(3.26a) ve Denk.(3.26b) ile hesaplanacaktır.

DBYBHY 2006 4.8.2.3 – Bağ kirişleri, düşey yükler ve DBYBHY 2006 Bölüm 2'ye göre hesaplanan deprem etkilerinden oluşan tasarım iç kuvvetleri (kesme kuvveti, eğilme momenti ve eksenel kuvvet) altında boyutlandırılacaktır.

DBYBHY 2006 4.8.2.4 – Bağ kirişinin V_d tasarım kesme kuvveti, aşağıdaki koşulların her ikisini de sağlayacaktır.

$$V_d \leq V_p \quad (3.38)$$

$$V_d \leq 2M_p / e \quad (3.39)$$

DBYBHY 2006 4.8.2.5 – Bağ kirişi tasarım eksenel kuvvetinin

$$N_d / \sigma_a A > 0.15 \quad (3.40)$$

olması halinde, Denk.(3.38) ve Denk.(3.39)'da M_p ve V_p yerine

$$M_{pn} = 1.18 M_p \left[1 - \frac{N_d}{\sigma_a A} \right] \quad (3.41)$$

$$V_{pn} = V_p \sqrt{1 - (N_d / \sigma_a A)^2} \quad (3.41)$$

değerleri kullanılacaktır.

DBYBHY 2006 4.8.2.6 – Bağ kirişinin gövde levhası tek parçalı olacak, gövde düzlemi içinde takviye levhaları bulunmayacaktır. Gövde levhasında boşluk açılmayacaktır.

3.2.9.3 DBYBHY 2006 4.8.3 Bağ Kirişinin Yanal Doğrultuda Mesnetlenmesi

DBYBHY 2006 4.8.3.1 – Bağ kirişinin üst ve alt başlıkları kirişin iki ucunda, kolon kenarında düzenlenen bağ kirişlerinde ise kirişin bir ucunda, yanal doğrultuda mesnetlenecektir. Yanal doğrultudaki mesnetlerin gerekli dayanımı, kiriş başlığının eksenel çekme kapasitesinin 0.06’sından daha az olmayacaktır.

DBYBHY 2006 4.8.3.2 – Ayrıca, bağ kirişi dışında kalan kiriş bölümü de, $0.45b_{bf} \sqrt{E_s / \sigma_a}$ aralıklarla yanal doğrultuda mesnetlenecektir. Bu mesnetlerin gerekli dayanımı, kiriş başlığının eksenel çekme kapasitesinin 0.01’inden daha az olmayacaktır.

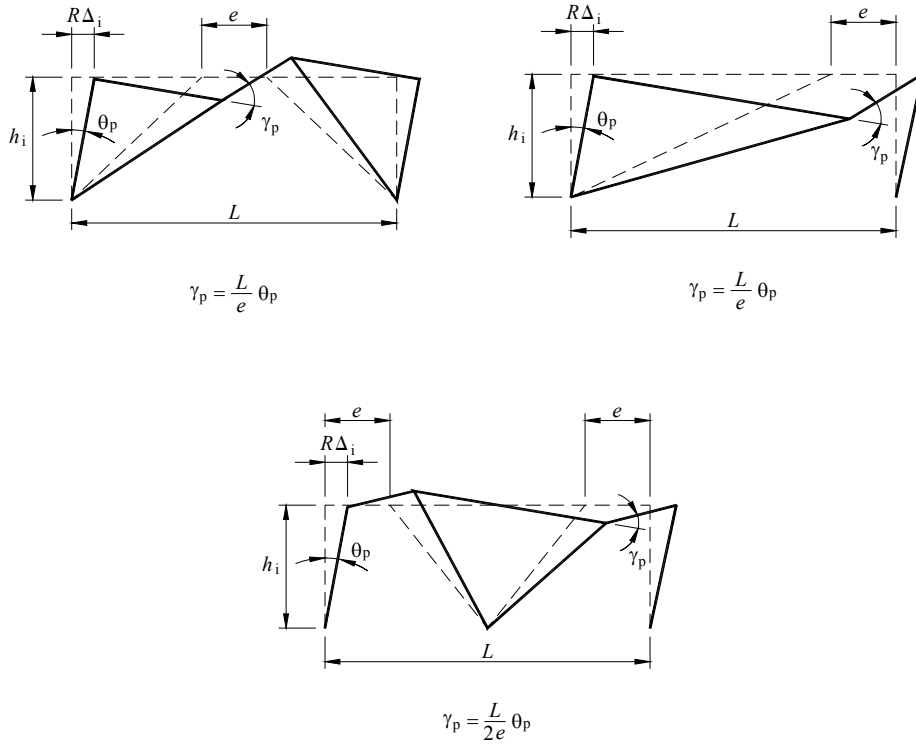
DBYBHY 2006 4.8.3.3 – Betonarme döşemelerin çelik kirişler ile kompozit olarak çalıştığı çelik taşıyıcı sistemlerde yukarıdaki koşullara uyulması zorunlu değildir.

3.2.9.4 DBYBHY 2006 4.8.4 Bağ Kirişinin Dönme Açısı

Bağ kirişinin bulunduğu i ’ inci katın DBYBHY 2006 Bölüm 2’ de tanımlanan Δ_i göreli kat ötelemesine bağlı olarak

$$\theta_p = R \frac{\Delta_i}{h_i} \quad (2.42)$$

denklemleri ile bulunan göreli kat ötelemesi açısından dolayı, bağ kirişi ile bu kirişin uzantısındaki kat kirişi arasında meydana gelen γ_p bağ kirişi dönme açısı aşağıda verilen sınır değerleri aşmayacaktır (Şekil 3.16).



Şekil 3.16 Bağ kirişi dönme açısı sınır değerleri

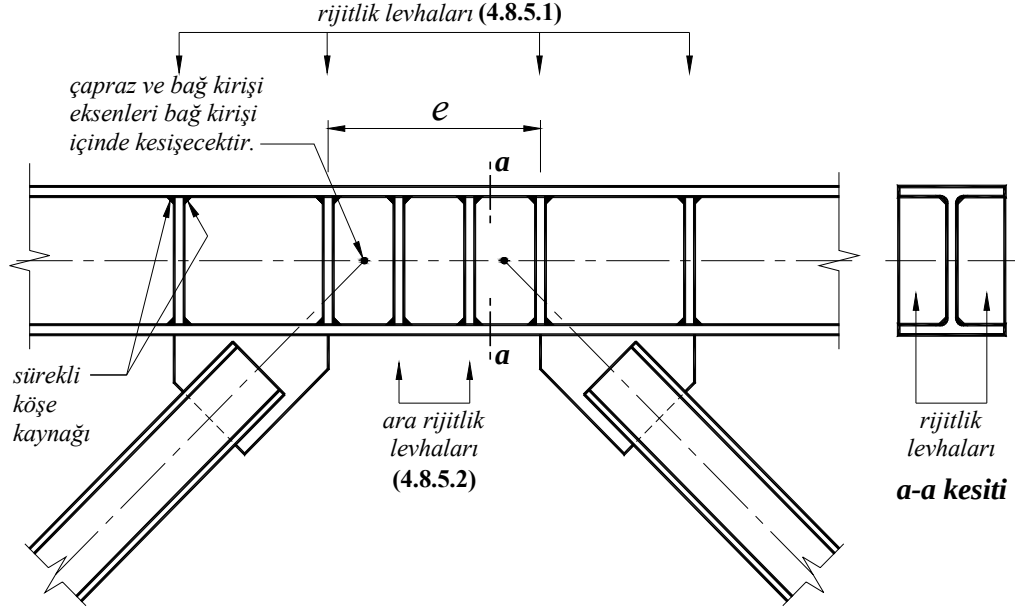
(a) Bağ kirişi uzunluğunun $1.6M_p/V_p$ 'ye eşit veya daha küçük olması halinde 0.10 radyan.

(b) Bağ kirişi uzunluğunun $2.6M_p/V_p$ 'ye eşit veya daha büyük olması halinde 0.03 radyan.

Bağ kirişi uzunluğunun bu iki sınır değer arasında olması halinde doğrusal interpolasyon yapılacaktır.

3.2.9.5 DBYBHY 2006 4.8.5 Rijitlik (Berkitme) Levhaları

DBYBHY 2006 4.8.5.1 – Çapraz elemanların bağ kirişine ve uzantılarına doğrudan yük aktardığı uçlarında *rijitlik levhaları* düzenlenecektir. Rijitlik levhaları, aksi belirtilmedikçe, bağ kirişi gövde levhasının her iki tarafına konulacak, gövde levhası yüksekliğinde ve yarım başlık levhası genişliğinde olacaktır (Şekil 3.17). Rijitlik levhalarının kalınlığı, gövde levhası kalınlığının 0.75'inden ve 10 mm'den az olmayacaktır. Rijitlik levhalarını bağ kirişinin gövdesine bağlayan sürekli köşe kaynakları, rijitlik levhasının enkesit alanı ile malzeme akma gerilmesinin çarpımından oluşan kuvvetleri aktaracak kapasitede olacaktır.



Şekil 3.17 Bağ kirişinde rijitlik levhaları

DBYBHY 2006 4.8.5.2 – Bağlantı kirişi uçlarındaki rijitlik levhalarına ek olarak, aşağıda tanımlanan ara rijitlik levhaları konulacaktır:

- (a) Boyu $1.6M_p/V_p$ ’den daha kısa olan bağ kirişlerinde, ara rijitlik levhalarının ara uzaklıkları, bağ kirişi dönme açısının 0.10 radyan olması halinde $(30 t_w - d_b/5)$ ’den, bağ kirişi dönme açısının 0.03 radyandan daha küçük olması halinde ise $(52 t_w - d_b/5)$ ’den daha az olmayacaktır. Dönme açısının ara değerleri için doğrusal interpolasyon yapılacaktır.
- (b) Boyu $2.6M_p/V_p$ ’den büyük ve $5M_p/V_p$ ’den küçük olan bağ kirişlerinde, bağ kirişi uçlarından $1.5b_{bf}$ uzaklıkta birer rijitlik levhaları konulacaktır.
- (c) Boyu $1.6M_p/V_p$ ve $2.6M_p/V_p$ arasında olan bağ kirişlerinde, (a) ve (b)’de belirtilen ara rijitlik levhaları birlikte kullanılacaktır.
- (d) Boyu $5M_p/V_p$ ’den büyük olan bağ kirişlerinde ara rijitlik levhaları kullanılmayabilir.

3.2.9.6 DBYBHY 2006 4.8.6 Çaprazlar, Kat Kirişleri ve Kolonlar

DBYBHY 2006 4.8.6.1 – Bağ kirişinin plastikleşmesine neden olan yükleme, DBYBHY 2006 Bölüm 2’ye göre hesaplanan deprem etkilerinden oluşan iç kuvvetlerin, bağ kirişinde

kesit seçimi sonucunda hesaplanan M_p/M_d ve V_p/V_d Tasarım Büyütme Katsayıları'nın büyüğü ile çarpımı suretiyle belirlenecektir.

DBYBHY 2006 4.8.6.2 – Çaprazlar, bağ kirişinin plastikleşmesine neden olan yüklemenin $1.25D_a$ katından oluşan iç kuvvetlere göre boyutlandırılacaktır.

DBYBHY 2006 4.8.6.3 – Kat kirişinin bağ kirişi dışında kalan bölümü, bağ kirişinin plastikleşmesine neden olan yüklemenin $1.1D_a$ katından oluşan iç kuvvetlere göre boyutlandırılacaktır.

DBYBHY 2006 4.8.6.4 – Kolonlarda, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan iç kuvvetler altında gerekli gerilme kontrolleri yapılacaktır. Ayrıca, kolonun taşıma kapasitesi aşağıda tanımlanan iç kuvvetlerden küçük olanlarını da sağlayacaktır:

(a) Bağ kirişinin plastikleşmesine neden olan yüklemenin $1.1D_a$ katından oluşan iç kuvvetler.

(b) Denk.(3.25a) ve Denk.(3.25b)'de verilen arttırılmış yüklemelerden meydana gelen iç kuvvetler.

DBYBHY 2006 4.8.6.5 – Çapraz, kat kirişi ve kolon enkesitlerinin iç kuvvet kapasiteleri Denk.(3.2)'de verilen bağıntılar ile hesaplanacaktır.

3.2.9.7 DBYBHY 2006 4.8.7 Çapraz – Bağ Kirişi Birleşimi

Çaprazların bağ kirişi ile birleşim detayı DBYBHY 2006 4.8.6.2'de belirtilen şekilde hesaplanan arttırılmış iç kuvvetlere göre boyutlandırılacaktır.

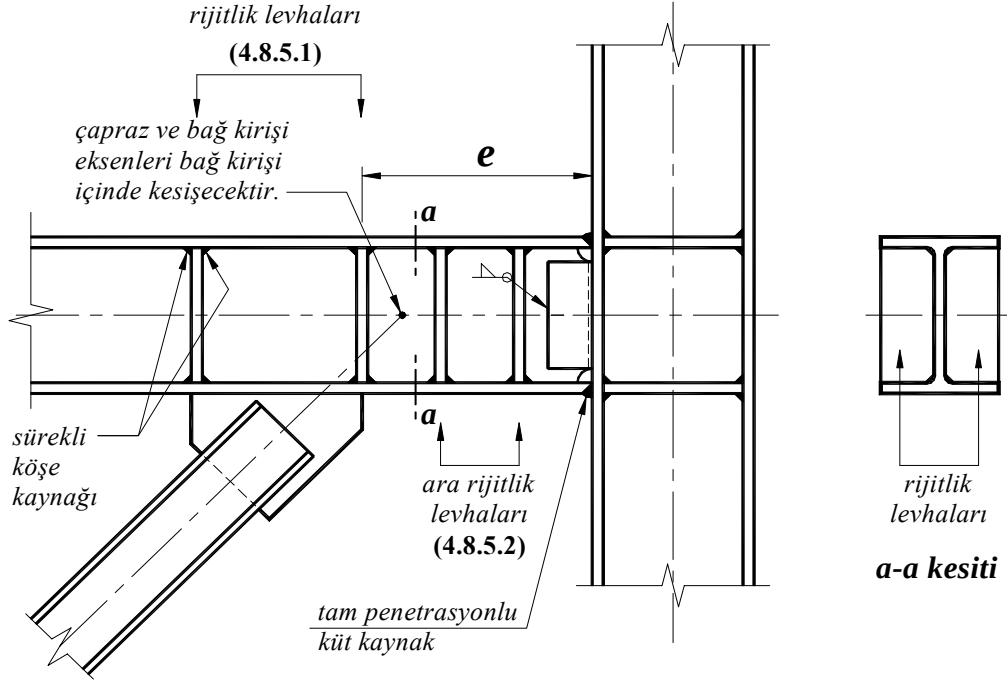
3.2.9.8 DBYBHY 2006 4.8.8 Bağ Kirişi – Kolon Birleşimi

DBYBHY 2006 4.8.8.1 – Kolona birleşen bağ kirişinin boyu

$$e \leq 1.6M_p / V_p \quad (3.43)$$

koşulunu sağlayacaktır.

DBYBHY 2006 4.8.8.2 – Birleşimin kolon yüzündeki gerekli eğilme ve kesme dayanımları, sırasıyla bağ kirişinin M_p eğilme momenti kapasitesinden ve V_p kesme kuvveti kapasitesinden daha az olmayacaktır. Bağ kirişi başlıklarının kolona bağlantısı için tam penetrasyonlu küt kaynak uygulanacaktır (Şekil 3.18).



Şekil 3.18 Bağ kirişinde tam penetrasyonlu kaynak

3.2.9.9 DBYBHY 2006 4.8.9 Kiriş – Kolon Birleşimi

Kat kirişinin bağ kirişi dışında kalan bölümünün kolon ile birleşim detayı kiriş gövde düzlemi içinde mafsallı olarak yapılabilir. Ancak bu bağlantı, kiriş başlıklarının eksenel çekme kapasitesinin 0.01'ine eşit, enine doğrultuda ve ters yönlü kuvvetlerin oluşturduğu burulma momentine göre boyutlandırılacaktır.

3.2.9.10 DBYBHY6 20 4.9 Temel Bağlantı Detayları

DBYBHY 2006 4.9.1 – Çelik taşıyıcı sistem elemanlarının temel bağlantı detaylarında, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan mesnet tepkileri esas alınarak gerekli gerilmeleri kontrolleri yapılacaktır. Ayrıca, temel bağlantı detayının taşıma kapasitesi aşağıda tanımlanan iç kuvvetlerden küçük olanlarını da sağlayacaktır:

(a) Temele birleşen kolonun eğilme momenti kapasitesinin $1.1D_a$ katından oluşan eğilme momenti ile temele birleşen kolon ve çaprazların eksenel yük kapasitelerinin $1.1D_a$ katından oluşan toplam düşey ve yatay kuvvetler.

(b) Denk.(3.25a) ve Denk.(3.25b)'de verilen arttırılmış yüklemelerden meydana gelen iç

kuvvetler.

DBYBHY 2006 4.9.2 – Bağlantı detayının taşıma kapasitesinin hesabında, DBYBHY 2006 4.2.5’te verilen gerilme sınır değerleri kullanılacaktır.

3.2.10 DBYBHY 2006 4.10 Proje Hesap Raporu Ve Uygulama Projelerine İlişkin Kurallar

3.2.10.1 DBYBHY 2006 4.10.1 Proje Hesap Raporu

DBYBHY 2006 4.10.1.1 – Proje hesap raporunda, deprem hesap raporuna ilişkin olarak, DBYBHY 2006 Bölüm 2’deki 2.13’te belirtilen bilgiler yer alacaktır.

DBYBHY 2006 4.10.1.2 – Proje hesap raporunda ayrıca, aşağıda sıralanan bilgiler bulunacaktır:

- (a) Yapı taşıyıcı sistemini oluşturan profil ve sac levhalar ile ek ve birleşimlerde kullanılan bulonların malzeme kaliteleri ve karakteristik dayanım değerleri, elektrot cinsi.
- (b) Tasarımda esas alınan yükleme kombinasyonları ve arttırılmış deprem etkilerini veren yüklemeler.

DBYBHY 2006 4.10.1.3 – Yapı elemanlarının boyutlandırma hesapları ve stabilite (kararlılık) tahkiklerinin yanında, birleşim ve ek detaylarının hesapları ile bu detaylara ait kapasite kontrol tahkikleri proje hesap raporu kapsamında ayrıntılı olarak verilecektir.

3.2.10.2 DBYBHY 2006 4.10.2 Çelik Uygulama Projesi Çizimlerine İlişkin Kurallar

DBYBHY 2006 4.10.2.1 – Çelik uygulama projesinde şu paftalar bulunacaktır:

- (a) çatı döşemesi ve kat döşemelerine ait genel konstruksiyon planları
- (b) kolon aplikasyon (yerleşim) planı
- (c) ankraj planı ve detayları
- (d) yeterli sayıda cephe görüşleri ve kesitler
- (e) yapı sistemini oluşturan kolonlar ve kirişler ile çatı, yatay düzlem ve düşey düzlem çaprazlarının detay çizimleri

(f) tüm birleşim ve ek detayları

DBYBHY 2006 4.10.2.2 – Binada kullanılan profil ve sac levhalar ile birleşimlerde kullanılan bulonların cinsi ve malzeme kaliteleri ile kullanılacak elektrot cinsi bütün paftalarda belirtilecektir.

DBYBHY 2006 4.10.2.3 – Tasarımda gözönüne alınan Etkin Yer İvmesi Katsayısı, Bina Önem Katsayısı, Yerel Zemin Sınıfı ve Çizelge 3.6’da göre belirlenen Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı bütün genel konstruksiyon paftalarında belirtilecektir.

DBYBHY 2006 4.10.2.4 – Bulonlu birleşim ve ek detaylarında, kullanılan bulon cinsi, bulon ve delik çapları, rondela ve somun özellikleri ile bulonlara uygulanacak öngerme kuvveti belirtilecektir.

DBYBHY 2006 4.10.2.5 – Kaynaklı birleşim ve ek detaylarında, uygulanacak kaynak türü, kaynak kalınlığı ve uzunluğu ile, kaynak ağzı açılması gereken küt kaynaklarda, kaynak ağzının geometrik boyutları verilecektir.

3.2.11 DBYBHY 2006 Bilgilendirme Eki 4A – Moment Aktaran Çerçevelerde Kiriş-Kolon Birleşim Detayları

DBYBHY 2006’da ayrıca birleşim detayları şekillerle verilmiştir:

3.2.11.1 DBYBHY 2006 4A.1 Kapsam Ve Genel Hususlar

DBYBHY 2006 4A.1.1 – Bu bölümde, DBYBHY 4.3.4.1 (a)’da öngörüldüğü şekilde, en az 0.04 radyan Göreli Kat Ötelemesi Açısı’nı (görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği) sağlayabilecek kapasitede olduğu deneysel ve/veya analitik yöntemlerle kanıtlanmış olan çeşitli bulonlu ve kaynaklı birleşim detayı örnekleri verilmiştir²³.

DBYBHY 2006 4A.1.2 – Bu detaylar, süneklik düzeyi yüksek çerçevelerin moment aktaran kiriş-kolon birleşimlerinde, kendilerine ait uygulama sınırları çerçevesinde kullanılabileceklerdir.

DBYBHY 2006 4A.1.3 –Süneklik düzeyi normal çerçevelerin moment aktaran kiriş-kolon birleşimlerinde ise, söz konusu detaylar koşulsuz olarak kullanılabilirler.

DBYBHY 2006 4A.1.4 – Birleşim detaylarının dayanım hesapları ve kapasite kontrol tahkikleri, süneklik düzeyi yüksek ve normal çerçeveler için, sırasıyla DBYBHY 2006 4.3.4 ve DBYBHY 2006 4.4.2’deki esaslara uygun olarak yapılacaktır.

3.2.11.2 DBYBHY 2006 4A.2 Kiriş – Kolon Birleşim Detayları

Aşağıda, bulonlu ve kaynaklı moment aktaran kiriş-kolon birleşim detayları ile bu detayların süneklik düzeyi yüksek çerçevelerde kullanılma koşullarını içeren uygulama sınırları verilmiştir.

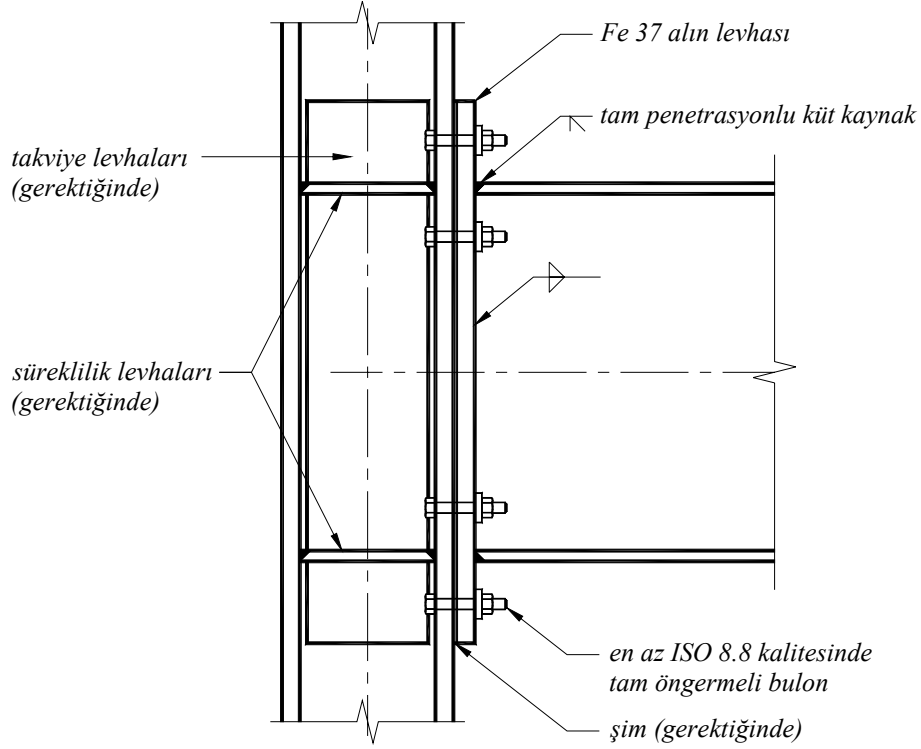
3.2.11.3 DBYBHY 2006 4A.2.1 Alın Levhalı Bulonlu Birleşim Detayı

Alın levhalı, bulonlu kiriş-kolon birleşim detayı Şekil 3.19’da verilmiştir. Detayda, Fe 37 çeliğinden yapılan alın levhası kirişin başlık levhalarına tam penetrasyonlu küt kaynak ile, gövde levhasına ise çift taraflı köşe kaynağı ile birleştirilmektedir. Alın levhasının kolona

²³ Federal Emergency Management Agency (FEMA) (2000), Recommended Seismic Design Criteria for New Steel Moment-Frame Buildings, FEMA 350, FEMA, Washington, D.C.

bağlantısı için, en az ISO 8.8 kalitesinde tam öngermeli bulonlar kullanılacaktır.

Bu detayın süneklik düzeyi yüksek çerçevelere uygulanabilmesi için, birleşim detayı parametrelerinin Çizelge 3.14’de verilen uygulama sınırlarını sağlaması gerekmektedir.



Şekil 3.19 Alın levhalı bulonlu birleşim detayı

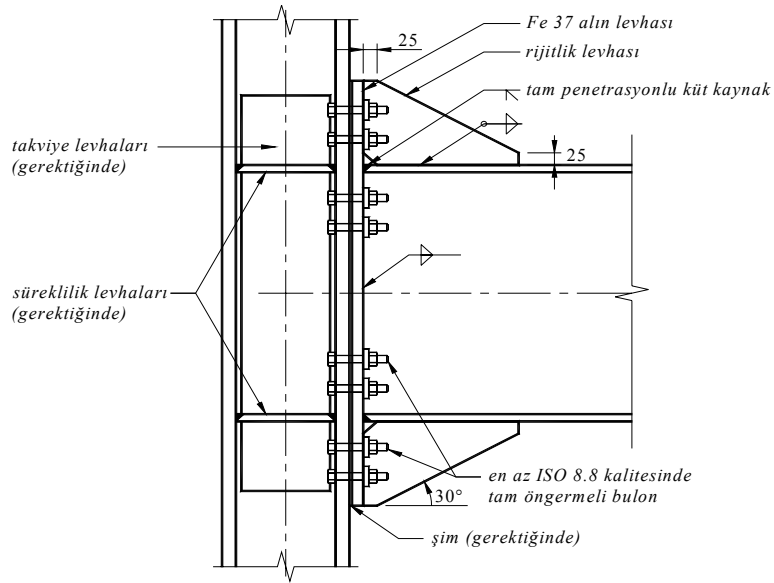
Çizelge 3.14 Alın levhalı bulonlu kiriş-kolon birleşim detayının uygulama sınırları

Birleşim Detayı Parametreleri	Uygulama Sınırları
Kiriş ve kolon için izin verilen malzeme sınıfı	Fe 52
Kiriş enkesit yüksekliği	≤ 750 mm
Kiriş açıklığı / enkesit yüksekliği oranı	≥ 7
Kiriş başlık kalınlığı	≤ 20 mm
Kolon enkesit yüksekliği	≤ 600 mm
Bulon sınıfı	8.8 veya 10.9
Bulon öngerme koşulları	Tam öngerme
Alın levhası malzeme sınıfı	Fe 37
Başlık levhası kaynağı	Tam penetrasyonlu küt kaynak

3.2.11.4 DBYBHY 2006 4A.2.2 Takviyeli Alın Levhalı Bulonlu Birleşim Detayı

Rijitlik levhaları ile takviye edilmiş alın levhalı, bulonlu kiriş-kolon birleşim detayı Şekil 3.20’de verilmiştir. Detayda, Fe 37 çeliğinden yapılan alın levhası kirişin başlık levhalarına küt kaynak ile, gövde levhasına ve rijitlik levhalarına ise çift taraflı köşe kaynağı ile birleştirilmektedir. Alın levhasının kolona bağlantısı için, en az ISO 8.8 kalitesinde tam öngermeli bulonlar kullanılacaktır.

Bu detayın süneklik düzeyi yüksek çerçevelere uygulanabilmesi için, birleşim detayı parametrelerinin Çizelge 3.15’te verilen uygulama sınırlarını sağlaması gerekmektedir.



Şekil 3.20 Takviyeli alın levhalı bulonlu birleşim detayı

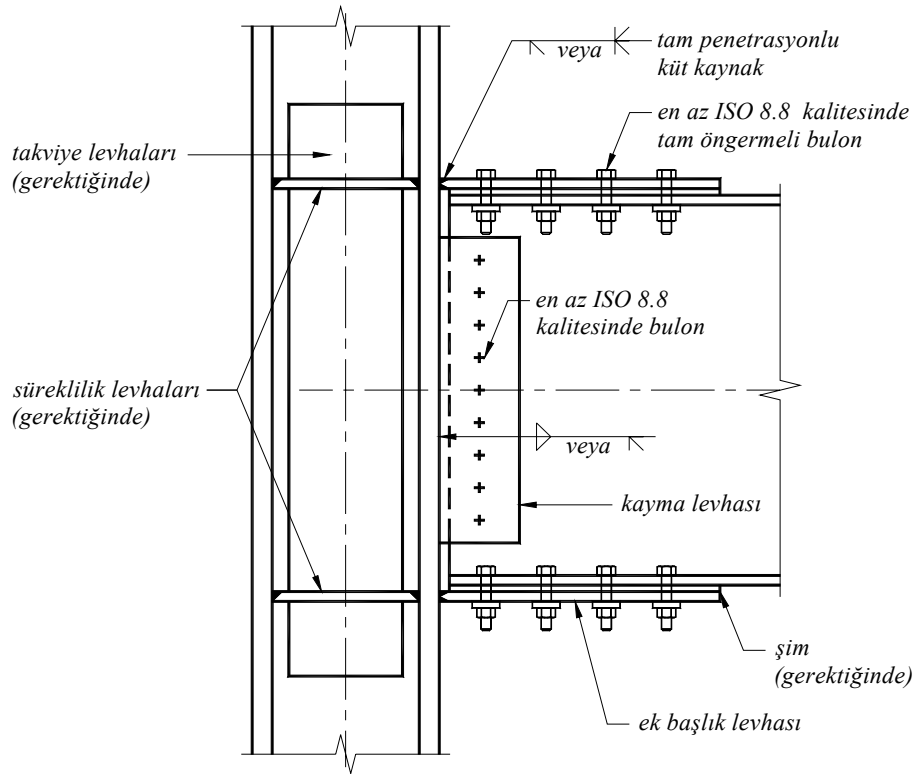
Çizelge 3.15 Takviyeli alın levhalı bulonlu kiriş-kolon birleşim detayının uygulama sınırları

Birleşim Detayı Parametreleri	Uygulama Sınırları
Kiriş ve kolon için izin verilen malzeme sınıfı	Fe 52
Kiriş enkesit yüksekliği	≤ 1000 mm
Kiriş açıklığı / enkesit yüksekliği oranı	≥ 7
Kiriş başlık kalınlığı	≤ 25 mm
Kolon enkesit yüksekliği	≤ 600 mm
Bulon sınıfı	8.8 veya 10.9
Bulon öngerme koşulları	Tam öngerme
Alın levhası malzeme sınıfı	Fe 37
Başlık levhası kaynağı	Tam penetrasyonlu küt kaynak

3.2.11.5 DBYBHY 2006 4A.2.3 Alın Levhasız Bulonlu Birleşim Detayı

Alın levhasız, bulonlu kiriş-kolon birleşim detayı Şekil 3.21’de verilmiştir. Detayda, kirişin kolona bağlantısı ek başlık levhaları ve gövdedeki kayma levhası ile sağlanmaktadır. Ek başlık levhaları kolona tam penetrasyonlu küt kaynak ile, kayma levhası ise küt kaynak veya köşe kaynağı ile birleştirilmiştir. Kiriş başlık ve gövde levhalarının ek başlık levhasına ve kayma levhasına bağlantısı için en az ISO 8.8 kalitesinde bulonlar kullanılacaktır.

Bu detayın süneklik düzeyi yüksek çerçevelere uygulanabilmesi için, birleşim detayı parametrelerinin Çizelge 3.16’da verilen uygulama sınırlarını sağlaması gerekmektedir.



Şekil 3.21 Alın levhasız bulonlu birleşim detayı

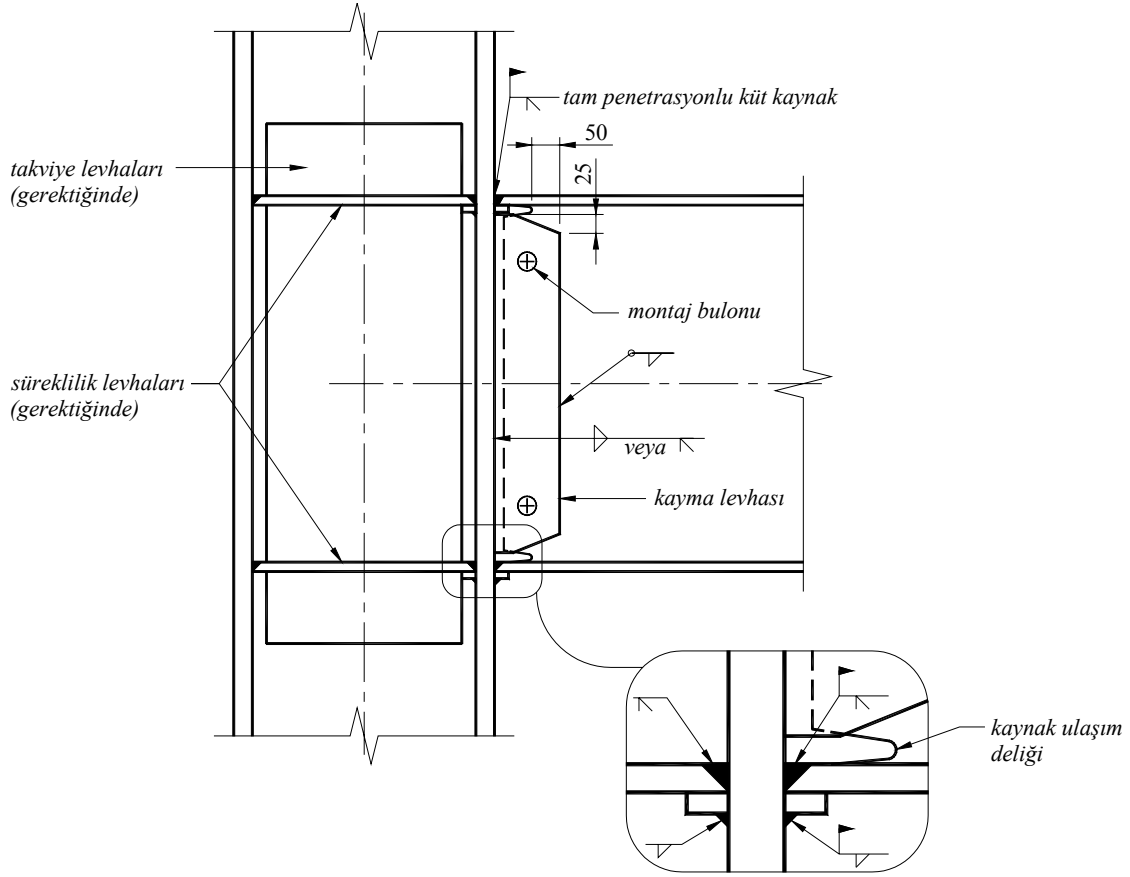
Çizelge 3.16 Alın levhasız bulonlu kiriş-kolon birleşim detayının uygulama sınırları

Birleşim Detayı Parametreleri	Uygulama Sınırları
Kiriş ve kolon için izin verilen malzeme sınıfı	Fe 52
Kiriş enkesit yüksekliği	≤ 800 mm
Kiriş açıklığı / enkesit yüksekliği oranı	≥ 8
Kiriş başlık kalınlığı	≤ 20 mm
Kolon enkesit yüksekliği	≤ 600 mm
Bulon sınıfı	8.8 veya 10.9
En büyük bulon boyutu	M 30
Başlık levhası bulonlarının öngerme koşulları	Tam öngerme
Ek başlık levhası malzeme sınıfı	Fe 37, Fe 42, Fe 50
Ek başlık levhası kaynağı	Tam penetrasyonlu küt kaynak

3.2.11.6 DBYBHY 2006 4A.2.4 Kaynaklı Birleşim Detayı

Kaynaklı birleşim detayı Şekil 3.22’de verilmiştir. Detayda, kiriş başlık levhalarının kolona birleşimi tam penetrasyonlu küt kaynak ile sağlanmaktadır. Kiriş gövde levhası ise, kayma levhası kullanarak, küt kaynak veya köşe kaynağı ile kolona bağlanmaktadır. Detayda gösterildiği gibi, kiriş başlıklarındaki küt kaynaklar için kaynak ulaşım deliklerine gerek olmaktadır.

Bu detayın süneklik düzeyi yüksek çerçevelere uygulanabilmesi için, birleşim detayı parametrelerinin Çizelge 3.17’de verilen uygulama sınırlarını sağlaması gerekmektedir.



Şekil 3.22 Kaynaklı birleşim detayı

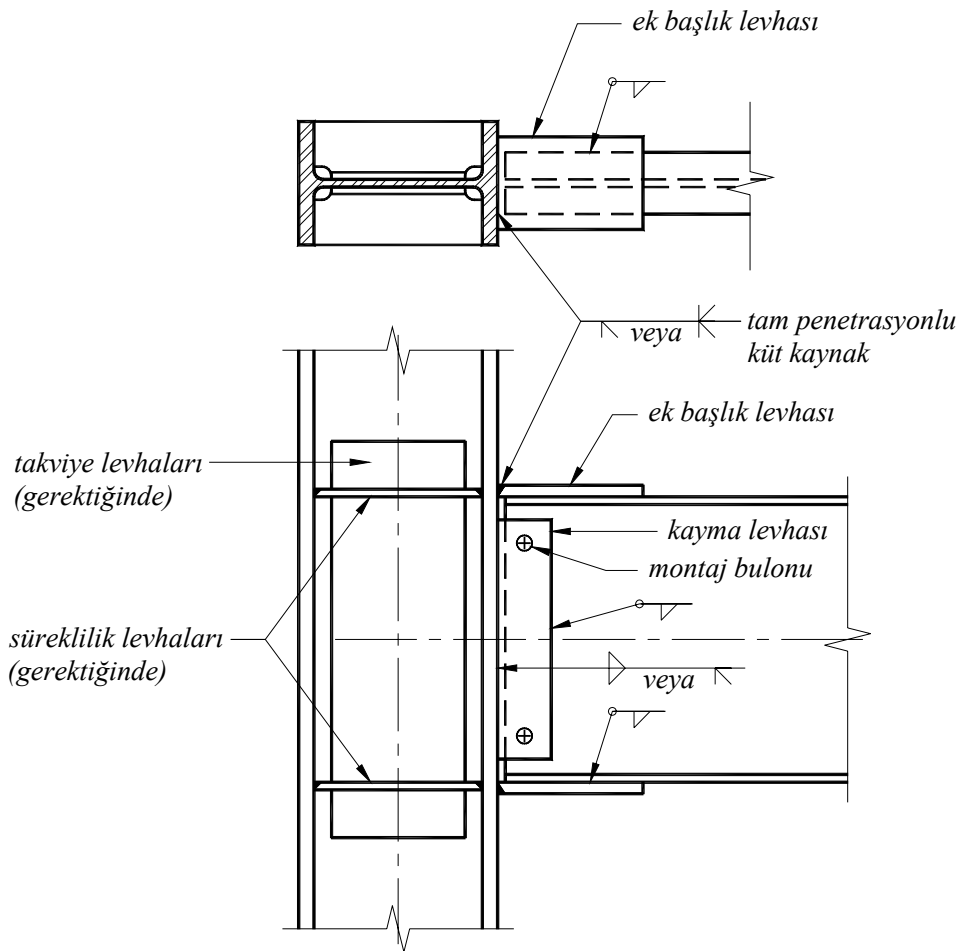
Çizelge 3.17 Kaynaklı kiriş-kolon birleşim detayının uygulama sınırları

Birleşim Detayı Parametreleri	Uygulama Sınırları
Kiriş ve kolon için izin verilen malzeme sınıfı	Fe 52
Kiriş enkesit yüksekliği	≤ 1000 mm
Kiriş açıklığı / enkesit yüksekliği oranı	≥ 7
Kiriş başlık kalınlığı	≤ 25 mm
Kolon enkesit yüksekliği	≤ 600 mm
Kaynak ulaşım deliği	gerekli
Başlık levhası kaynağı	Tam penetrasyonlu küt kaynak

3.2.11.7 DBYBHY 2006 4A.2.5 Ek Başlık Levhalı Kaynaklı Birleşim Detayı

Ek başlık levhalı kaynaklı birleşim detayı Şekil 3.23’de verilmiştir. Detayda, ek başlık levhasının kolona birleşimi tam penetrasyonlu küt kaynak ile, kiriş başlığına birleşimi çevresel köşe kaynağı ile sağlanmaktadır. Kiriş gövde levhası ise, kayma levhası kullanarak, küt kaynak veya köşe kaynağı ile kolona bağlanmaktadır. Bu detayda kaynak ulaşım deliğine gerek olmamaktadır.

Bu detayın süneklik düzeyi yüksek çerçevelere uygulanabilmesi için, birleşim detayı parametrelerinin Çizelge 3.18’de verilen uygulama sınırlarını sağlaması gerekmektedir.



Şekil 3.23 Ek başlık levhalı kaynaklı birleşim detayı

Çizelge 3.18 Ek başlık levhalı kaynaklı kiriş-kolon birleşim detayının uygulama sınırları

Birleşim Detayı Parametreleri	Uygulama Sınırları
Kiriş ve kolon için izin verilen malzeme sınıfı	Fe 52
Kiriş enkesit yüksekliği	≤ 1000 mm
Kiriş açıklığı / enkesit yüksekliği oranı	≥ 7
Kiriş başlık kalınlığı	≤ 25 mm
Kolon enkesit yüksekliği	≤ 600 mm
Ek başlık levhası malzeme sınıfı	Fe 52
Ek başlık levhası kaynağı	Tam penetrasyonlu küt kaynak

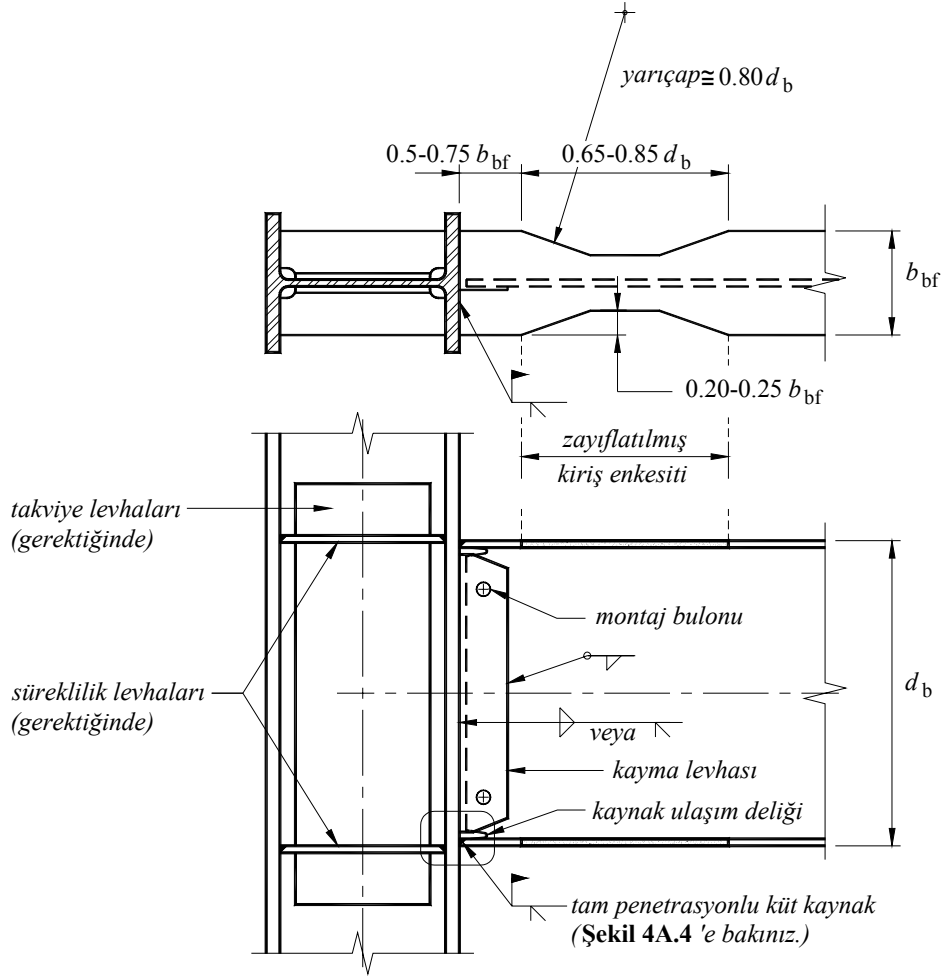
3.2.11.8 DBYBHY 2006 4A.2.6 Zayıflatılmış Kiriş Enkesiti Kaynaklı Birleşim Detayı

Zayıflatılmış kiriş enkesiti, kaynaklı birleşim detayı Şekil 3.24’de verilmiştir. Kaynaklı birleşim detayı ile aynı özelliklere sahip olan bu detayda, ayrıca zayıflatılmış kiriş enkesiti kullanılmaktadır. Zayıflatılmış kiriş enkesiti için öngörülen geometrik boyutlar şekil üzerinde gösterilmiştir.

Bu detayın süneklik düzeyi yüksek çerçevelere uygulanabilmesi için, birleşim detayı parametrelerinin Çizelge 3.19’da verilen uygulama sınırlarını sağlaması gerekmektedir.

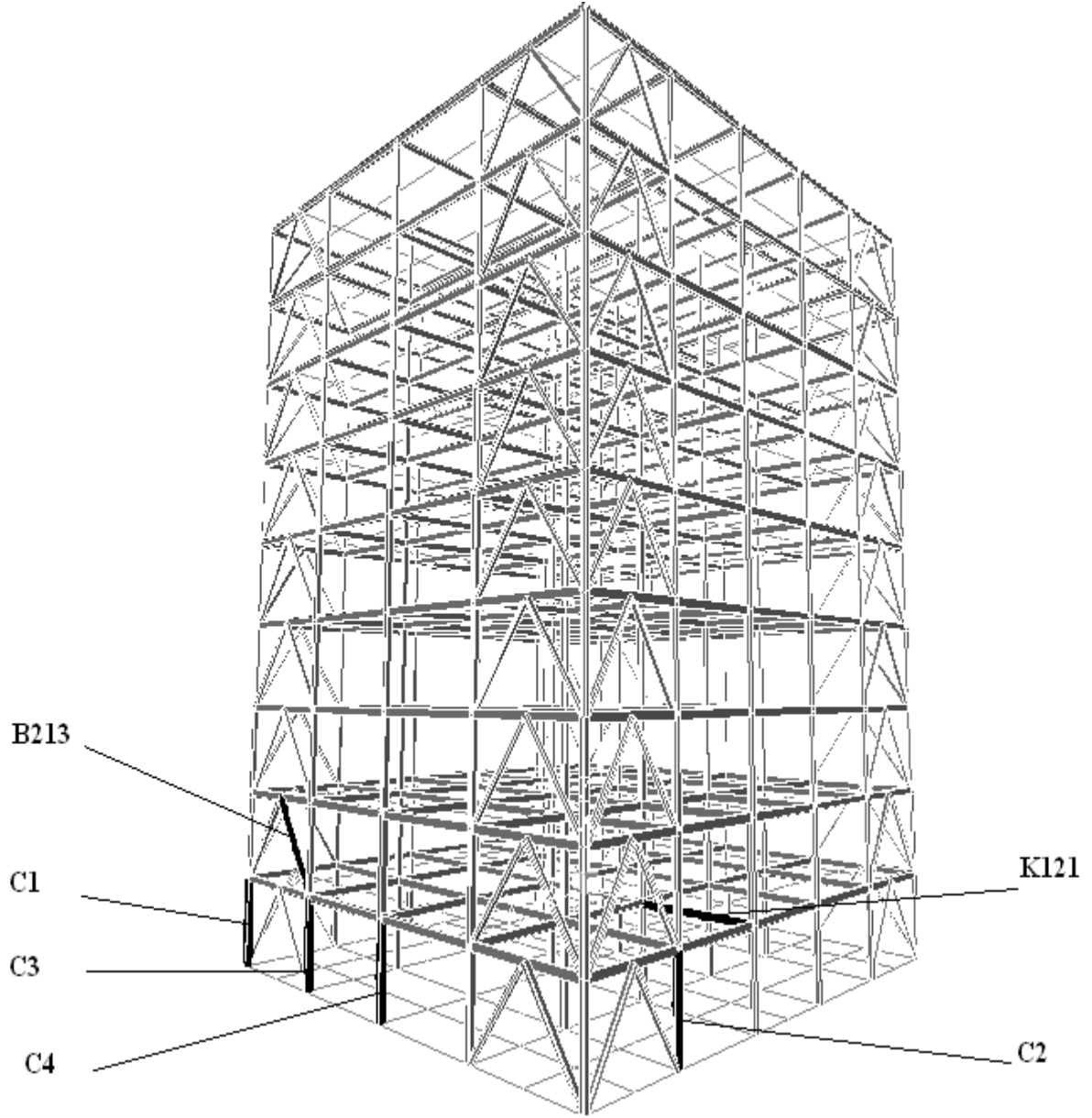
Çizelge 3.19 Zayıflatılmış kiriş enkesiti kaynaklı kiriş-kolon birleşim detayının uygulama sınırları

Birleşim Detayı Parametreleri	Uygulama Sınırları
Kiriş ve kolon için izin verilen malzeme sınıfı	Fe 52
Kiriş enkesit yüksekliği	≤ 1000 mm
Kiriş birim boy ağırlığı	≤ 450 kg/m
Kiriş açıklığı / enkesit yüksekliği oranı	≥ 7
Kiriş başlık kalınlığı	≤ 45 mm
Kolon enkesit yüksekliği	≤ 600 mm
Kaynak ulaşım deliği	gerekli
Ek başlık levhası kaynağı	Tam penetrasyonlu küt kaynak



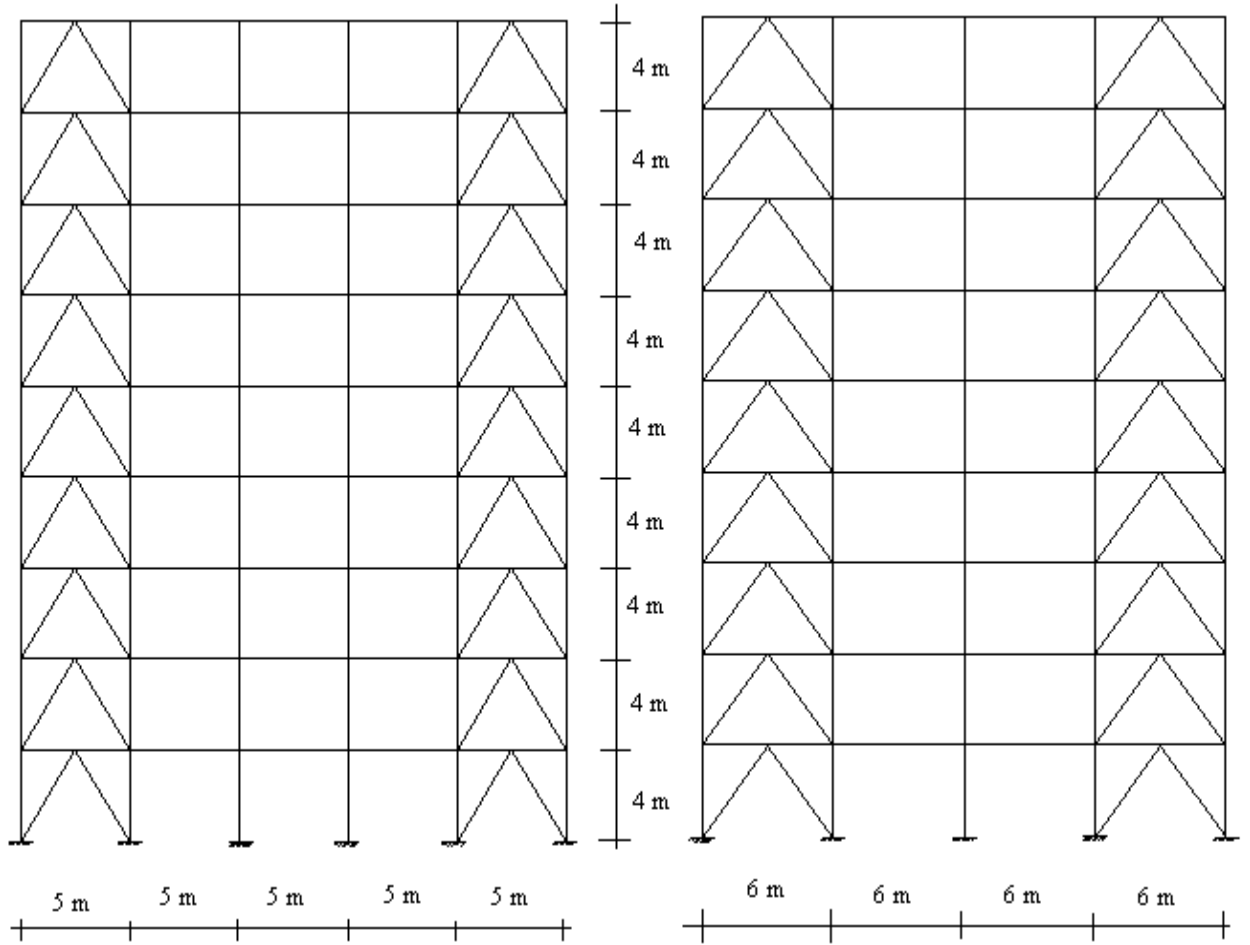
Şekil 3.24 Zayıflatılmış kiriş enkesiti kaynaklı birleşim detayı

4. DEPREM ANALİZİ

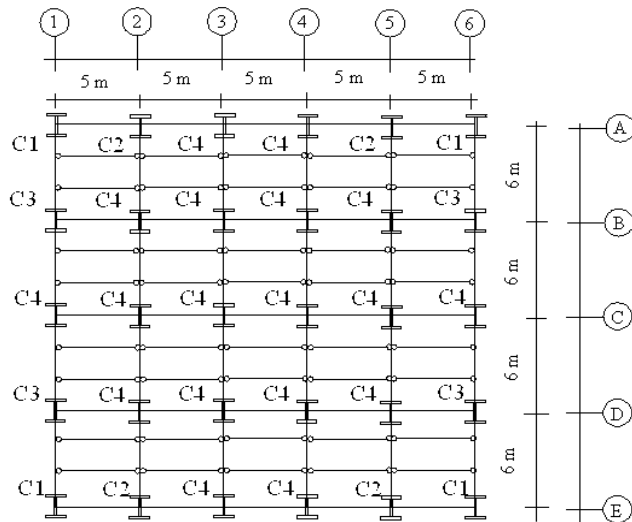


Şekil 4.1 Binada en büyük kesit tesirlerinin oluştuğu elemanların yerleri

Örneğimiz MGÇ sistem olup tüm kolonlar ve kirişler birbirine rijit bağlıdır. Deprem yükleri çerçevelerle birlikte çaprazlı çelik perdeler tarafından taşınmaktadır. Çaprazlar iki ucu mafsallı olarak tasarlanmıştır. Çelik malzeme St.37'dir.



Şekil 4.2 A-A Dış çerçeve ve 1-1 dış çerçeve



Şekil 4.3 Plan

4.1 Düşey Yükler

Tüm Katlar: Kolonlar + kirişler + döşeme + ısı ve yangın izolasyonu + kablo ve borular

$$\text{Ölü Yük} = 5.00 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Hareketli Yük} = 2.00 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Merdiven ve koridorlarda} = 3.50 \text{ kN/m}^2$$

Dış cephe duvarı : Kolon ve kiriş kaplamaları dahil

$$\text{Ölü Yük} = 1.00 \text{ kN/m}^2$$

Tali kirişler için;

$$G = 10 \text{ kN/m ve } Q = 4 \text{ kN/m (merdiven ve koridorlarda } 7 \text{ kN/m)}$$

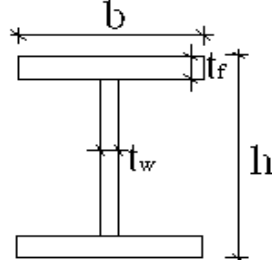
$$P = 1.4G + 1.6Q = 20.4 \text{ kN/m,}$$

$$M_{\max} = \frac{P \times \ell^2}{8} = \frac{25.2 \times 5^2}{8} = 78.75 \text{ kNm, } T = \frac{P \times \ell}{2} = \frac{25.2 \times 5}{2} = 63 \text{ kN}$$

$$\text{Seçilen kesit I300 için; } \sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_x} = \frac{7875}{653} = 12.06 \text{ kN/cm}^2 \leq 14 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau_{\max} = \frac{T}{h \times t_w} = \frac{63}{24.1 \times 1.08} = 2.42 \text{ kN/cm}^2 \leq 8.31 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Sehim kontrolü; } f = \frac{5}{384} \times \frac{0.252 \times 500^2}{21000 \times 9800} = 3.98 \times 10^{-6} \text{ cm} \leq 1.67 \text{ cm}$$



Şekil 4.4 Kolon, kiriş ve çapraz kesitleri

Çizelge 4.1 Kolon kesitleri

Kesit	h (mm)	b (mm)	t _w (mm)	t _f (mm)
Kolon160	240	177	10	20
Kolon180	240	180	12	22
Kolon200	240	200	15	23
Kolon220	240	220	20	25
Kolon240	240	240	25	30
Kolon260	240	260	25	35
Kolon280	260	280	30	40
Kolon300	280	300	30	40
Kolon320	300	320	30	40
Kolon340	300	340	30	40

Kesit	A (cm ²)	I _x (cm ⁴)	W _x (cm ³)	i _x (cm)	I _y (cm ⁴)	W _y (cm ³)	i _y (cm)	W _{px} (cm ³)	W _{py} (cm ³)
Kolon160	95	9739	811	10.1	2043	227	4.63	925	345
Kolon180	103	1019	849	9.96	2141	237	4.57	978	363
Kolon200	121	11780	982	9.86	3072	307	5.04	1139	470
Kolon220	148	13910	1159	9.7	4449	404	5.48	1363	624
Kolon240	189	17200	1433	9.54	6935	578	6.06	1715	892
Kolon260	225	20330	1694	9.52	10270	790	6.77	2046	1210
Kolon280	278	28860	2220	10.19	14680	1048	7.27	2707	1609
Kolon300	300	36880	2634	11.09	18050	1203	7.76	3180	1845
Kolon320	322	46270	3064	11.99	21890	1368	8.25	3691	2098
Kolon340	338	48990	3266	12.04	26250	1544	8.81	3899	2362

4.2 Bina Ağırlığının Hesaplanması

Bir katın ağırlığı; $w = g + nq$

$$g = (24 \times 25 \times 5) + (24 + 25 + 18 + 15) \times 4 \times 2 \times 1 = 3000 + 656 = 3656 \text{ kN}$$

$$q = [(24 \times 25) - (12 \times 5)] \times 2 + (12 \times 5) \times 3.5 = 1080 + 210 = 1290 \text{ kN}$$

$w = 3656 + 1290 \times 0.3 = 4043 \text{ kN}$ (Konut olarak tasarladığımız binamızda $n = 0.3$ (Çizelge 3.9) alınmıştır.)

Binanın ağırlığı; $W = 9 \times 4043 = 36387 \text{ kN}$

4.3 Deprem Hesabı

$$T_1 = T_{1A} = C_t \times H_N^{3/4}$$

$$T_1 = 0.05 \times 36^{3/4}$$

$$T_1 = 0.735 \text{ sn}$$

Spektral ivme katsayısı

$A(T) = A_0 \times I \times S(T)$, $A_0 = 0.4$ (1. derece deprem bölgesi), $I = 1$, $T_A = 0.10$, $T_B = 0.30$ (zemin sınıfı 1)

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

$$S(T) = 1.22$$

$$A(T) = 0.4 \times 1 \times 1.22 = 0.488$$

Deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T) = R \quad (T > T_A)$

$R = 4$ (Çizelge 3.5 Deprem Yüklerinin çerçevelerle birlikte çaprazlı

çelik perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar, çaprazların merkezi olması durumu)

$$V_t = \frac{WA(T_1)}{R_a(T_1)} \geq 0.10A_0IW = \frac{36387 \times 0.488}{4} \geq 0.10A_0IW = 4442.48 \text{ kN}$$

$H_N = 36 < 40$ olduğu ve B2 burulma düzensizliği olmadığı için eşdeğer deprem yükü yöntemiyle çözüm yapılabilir.

4.3.1 ABYYHY 1997

4.3.1.1 X-X Yönü Deprem Hesabı

Sistem Sap 2000 ile çözülmüş, bulunan M, Q, N kesit tesirlerine göre kesit seçimi ise TS-648'e göre yapılmıştır.

Çizelge 4.2 ABYYHY 97 X-X yönü yapıya etkiyen eşdeğer deprem yükünün katlara dağılımı

Kat	H(m)	W(kN)	W*H	$\frac{W*H}{\sum W*H}$	F(kN)	Vt(kN)
Çatı	36	4043	145548	0.200	1071.31	4442.48
8	32	4043	129376	0.178	749.15	4442.48
7	28	4043	113204	0.156	655.51	4442.48
6	24	4043	97032	0.133	561.86	4442.48
5	20	4043	80860	0.111	468.22	4442.48
4	16	4043	64688	0.089	374.57	4442.48
3	12	4043	48516	0.067	280.93	4442.48
2	8	4043	32344	0.044	187.29	4442.48
1	4	4043	16172	0.022	93.64	4442.48
Toplam		36387	727740	1.000	4442.48	

Çizelge 4.3 ABYYHY 97 X-X yönü denk (3.13)'e göre T'nin bulunması

Kat	F(kN)	M _i	d _i (m)	F×d	m _i ×d _i ²
Çatı	1071.31	412.13	0.1303	139.592	6.997
8	749.15	412.13	0.1128	84.504	5.244
7	655.51	412.13	0.0943	61.814	3.665
6	561.86	412.13	0.0755	42.421	2.349
5	468.22	412.13	0.0575	26.923	1.363
4	374.57	412.13	0.0409	15.320	0.689
3	280.93	412.13	0.0263	7.388	0.285
2	187.29	412.13	0.0143	2.678	0.084
1	93.64	412.13	0.0054	0.506	0.012
Toplam	4442.48			381.146	20.689

$T_{1A} = 0.73 < 1.00$ olduğu için,

$$T = 2\pi \left[\sum_{i=1}^N (m_i d_n^2) / \sum_{i=1}^N (F_n d_n) \right]^{1/2} = 2\pi \left[\frac{20.689}{381.146} \right]^{1/2} = 1.46$$
 bulunur. Binamızın periyodu 1.46 ile yeniden analiz yapıp kesit seçimine geçir.

Çizelge 4.4 ABYYHY 97 X-X yönü yeni T'ye göre katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri

Kat	H(m)	W(kN)	W*H	W*H/ Σ W*H	F(kN)	Vt(kN)	Mx (kNm)
Çatı	36	4043	145548	0.200	721.95	2560.71	866.34
8	32	4043	129376	0.178	408.61	2560.71	490.33
7	28	4043	113204	0.156	357.54	2560.71	429.04
6	24	4043	97032	0.133	306.46	2560.71	367.75
5	20	4043	80860	0.111	255.38	2560.71	306.46
4	16	4043	64688	0.089	204.31	2560.71	245.17
3	12	4043	48516	0.067	153.23	2560.71	183.88
2	8	4043	32344	0.044	102.15	2560.71	122.58
1	4	4043	16172	0.022	51.08	2560.71	61.29
Toplam		36387	727740	1.000	2560.71	2560.71	

Tablolardaki M_x ve M_y 'ler %5'lik en az dışmerkezlilik durumundaki binaya etkiyecek momentlerdir.

Çizelge 4.5 ABYYHY 97 X-X yönü denk. (3.22)'e göre görel kat ötelemesi sınırları hesabı

d_i	$\Delta_i = d_i - d_{i-1}$	h	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$	0.02/R	R
0.0802	0.0111	4	0.002775	0.005	4
0.0691	0.0115	4	0.002875	0.005	4
0.0576	0.0116	4	0.0029	0.005	4
0.046	0.0111	4	0.002775	0.005	4
0.0349	0.0101	4	0.002525	0.005	4
0.0248	0.0089	4	0.002225	0.005	4
0.0159	0.0073	4	0.001825	0.005	4
0.0086	0.0053	4	0.001325	0.005	4
0.0033	0.0033	4	0.000825	0.005	4

$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02 / R$, $(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.0035$ koşulunu sağlamaktadır.

$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{\max} / (\Delta_i)_{\text{ort}} < 1.2$ olduğundan A1 tipi burulma düzensizliği yoktur.

$\eta_{ki} = (\Delta_i / h_i)_{\text{ort}} / (\Delta_{i+1} / h_{i+1})_{\text{ort}} > 2.0$ B2 türü burulma düzensizliği durumu.

$0.001325 / 0.000825 = 1.61$ olduğundan B2 türü burulma düzensizliği de yoktur.

4.3.1.2 Y-Y Yönü Deprem Hesabı

Çizelge 4.6 ABYYHY 97 Y-Y yönü yapıya etkiyen eşdeğer deprem yükünün katlara dağılımı

Kat	H(m)	W(kN)	W*H	$\frac{W*H}{\sum W*H}$	F(kN)	Vt(kN)
Çatı	36	4043	145548	0.200	1071.31	4442.48
8	32	4043	129376	0.178	749.15	4442.48
7	28	4043	113204	0.156	655.51	4442.48
6	24	4043	97032	0.133	561.86	4442.48
5	20	4043	80860	0.111	468.22	4442.48
4	16	4043	64688	0.089	374.57	4442.48
3	12	4043	48516	0.067	280.93	4442.48
2	8	4043	32344	0.044	187.29	4442.48
1	4	4043	16172	0.022	93.64	4442.48
Toplam		36387	727740	1.000	4442.48	

Çizelge 4.7 ABYYHY 97 Y-Y yönü denk (3.13)'e göre T'nin bulunması

Kat	F(kN)	M _i	d _i (m)	F×d	m _i ×d _i ²
Çatı	1071.31	412.13	0.0926	99.203	3.534
8	749.15	412.13	0.0811	60.756	2.711
7	655.51	412.13	0.0686	44.968	1.939
6	561.86	412.13	0.0559	31.408	1.288
5	468.22	412.13	0.0433	20.274	0.773
4	374.57	412.13	0.0314	11.762	0.406
3	280.93	412.13	0.0206	5.787	0.175
2	187.29	412.13	0.0114	2.135	0.054
1	93.64	412.13	0.0044	0.412	0.008
Toplam	4442.48			276.705	10.887

$T_{1A} = 0.73 < 1.00$ olduğu için, $T = 2\pi \left[\sum_{i=1}^N (m_i d_n^2) / \sum_{i=1}^N (F_i d_n) \right]^{1/2} = 1.25$ alınarak devam edilmiştir.

Çizelge 4.8 ABYYHY 97 Y-Y yönü yeni T'ye göre katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri

Kat	H(m)	W(kN)	W*H	W*H/ Σ W*H	F(kN)	Vt(kN)	My (kNm)
Çatı	36	4043	145548	0.200	785.65	2912.42	942.78
8	32	4043	129376	0.178	472.61	2912.42	567.14
7	28	4043	113204	0.156	413.54	2912.42	496.25
6	24	4043	97032	0.133	354.46	2912.42	425.35
5	20	4043	80860	0.111	295.38	2912.42	354.46
4	16	4043	64688	0.089	236.31	2912.42	283.57
3	12	4043	48516	0.067	177.23	2912.42	212.68
2	8	4043	32344	0.044	118.15	2912.42	141.78
1	4	4043	16172	0.022	59.08	2912.42	70.89
Toplam		36387	727740	1.000	2912.42	2912.42	

Çizelge 4.9 ABYYHY 97 Y-Y denk. (3.22)'e göre görelî kat ötelemesi sınırları hesabı

di	di-di-1	h	(Δ_i) _{max} / h _i	0.02/R	R
0.0615	0.0078	4	0.00195	0.005	4
0.0537	0.0084	4	0.0021	0.005	4
0.0453	0.0092	4	0.0023	0.005	4
0.0361	0.0077	4	0.001925	0.005	4
0.0284	0.0079	4	0.001975	0.005	4
0.0205	0.0071	4	0.001775	0.005	4
0.0134	0.0063	4	0.001575	0.005	4
0.0071	0.0044	4	0.0011	0.005	4
0.0027	0.0027	4	0.000675	0.005	4

$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02 / R$, $(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.0035$ koşulunu sağlamaktadır.

$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{\max} / (\Delta_i)_{\text{ort}} < 1.2$ olduğundan A1 tipi burulma düzensizliği yoktur.

$\eta_{ki} = (\Delta_i / h_i)_{\text{ort}} / (\Delta_{i+1} / h_{i+1})_{\text{ort}} > 2.0$ B2 türü burulma düzensizliği durumu.

$0.0011 / 0.000675 = 1.63$ olduğundan B2 türü burulma düzensizliği de yoktur.

Çizelge 4.10 ABYYHY 97 C3 kolonunun değerleri

Kolon	Kolondaki mesafe(m)	Kombinasyon	N(kN)	V ₂ (kN)	V ₃ (kN)	T(kN)	M ₂ (kNm)	M ₃ (kNm)
C3	0	O.9G	-734.32	5.54	-3.105	2.57E-07	-4.10	7.07
C3	4	O.9G	-734.32	5.54	-3.105	2.57E-07	8.32	-15.08
C3	0	Pd	-1142.27	8.61	-4.83	3.99E-07	-6.38	10.99
C3	4	Pd	-1142.27	8.61	-4.83	3.99E-07	12.94	-23.45
C3	0	G+Q+Ex	-1626.70	8.46	-12.986	0.0031	-30.95	12.17
C3	4	G+Q+Ex	-1626.70	8.46	-12.986	0.0031	21.00	-21.65
C3	0	G+Q+Ey	1310.12	24.08	-4.318	0.0035	-5.34	58.70
C3	4	G+Q+Ey	1310.12	24.08	-4.318	0.0035	11.93	-37.64
C3	0	G+Q-Ex	-5.11	3.85	6.087	-0.0031	21.83	3.54
C3	4	G+Q-Ex	-5.11	3.85	6.087	-0.0031	-2.52	-11.85
C3	0	G+Q-Ey	-2941.93	-11.78	-2.581	-0.0035	-3.78	-42.99
C3	4	G+Q-Ey	-2941.93	-11.78	-2.581	-0.0035	6.55	4.14
C3	0	0.9G-Ey	-2860.34	-12.40	-2.236	-0.0035	-3.32	-43.78
C3	4	0.9G-Ey	-2860.34	-12.40	-2.236	-0.0035	5.62	5.81
C3	0	0.9G+Ey	1391.71	23.47	-3.973	0.0035	-4.88	57.91
C3	4	0.9G+Ey	1391.71	23.47	-3.973	0.0035	11.01	-35.97
C3	0	0.9G+Ex	-1545.11	7.84	-12.641	0.0031	-30.49	11.38
C3	4	0.9G+Ex	-1545.11	7.84	-12.641	0.0031	20.07	-19.98
C3	0	0.9G-Ex	76.48	3.23	6.432	-0.0031	22.29	2.75
C3	4	0.9G-Ex	76.48	3.23	6.432	-0.0031	-3.44	-10.17

Çizelge 4.11 ABYYHY 97 K121 kirişinin değerleri

Kiriş	Kirişdeki mesafe(m)	Kombinasyon	N(kN)	V ₂ (kN)	V ₃ (kN)	T(kN)	M ₂ (kNm)	M ₃ (kNm)
K121	0	O.9G	0	-56.99	0	-0.00027	0	-72.24
K121	1.998	O.9G	0	-49.80	0	-0.00027	0	34.44
K121	3	O.9G	0	-1.19	0	-0.00027	0	37.43
K121	3.996	O.9G	0	2.40	0	-0.00027	0	36.83
K121	6	O.9G	0	54.61	0	-0.00027	0	-65.38
K121	0	Pd	0	-88.65	0	-0.00042	0	-112.38
K121	1.998	Pd	0	-77.46	0	-0.00042	0	53.57
K121	3	Pd	0	-1.85	0	-0.00042	0	58.23
K121	3.996	Pd	0	3.73	0	-0.00042	0	57.29
K121	6	Pd	0	84.95	0	-0.00042	0	-101.70
K121	0	G+Q+Ex	0	-63.52	0	-0.00053	-2.3E-16	-80.85
K121	1.998	G+Q+Ex	0	-55.53	0	-0.00053	-2.3E-16	38.07
K121	3	G+Q+Ex	0	-1.52	0	-0.00053	-2.3E-16	41.60
K121	3.996	G+Q+Ex	0	2.47	0	-0.00053	-2.3E-16	41.13
K121	6	G+Q+Ex	0	60.48	0	-0.00053	-2.3E-16	-72.05
K121	0	G+Q+Ey	0	-54.98	0	-0.00044	0	-55.89
K121	1.998	G+Q+Ey	0	-46.99	0	-0.00044	0	45.98
K121	3	G+Q+Ey	0	7.02	0	-0.00044	0	40.95
K121	3.996	G+Q+Ey	0	11.00	0	-0.00044	0	31.98
K121	6	G+Q+Ey	0	69.02	0	-0.00044	0	-98.30
K121	0	G+Q-Ex	0	-63.13	0	-6.2E-05	2.29E-16	-79.69
K121	1.998	G+Q-Ex	0	-55.13	0	-6.2E-05	2.29E-16	38.45
K121	3	G+Q-Ex	0	-1.13	0	-6.2E-05	2.29E-16	41.59
K121	3.996	G+Q-Ex	0	2.86	0	-6.2E-05	2.29E-16	40.72
K121	6	G+Q-Ex	0	60.88	0	-6.2E-05	2.29E-16	-73.24
K121	0	G+Q-Ey	0	-71.66	0	-0.00015	0	-104.65
K121	1.998	G+Q-Ey	0	-63.67	0	-0.00015	0	30.55
K121	3	G+Q-Ey	0	-9.66	0	-0.00015	0	42.23
K121	3.996	G+Q-Ey	0	-5.68	0	-0.00015	0	49.87
K121	6	G+Q-Ey	0	52.34	0	-0.00015	0	-46.99
K121	0	0.9G-Ey	0	-65.33	0	-0.00012	0	-96.62
K121	1.998	0.9G-Ey	0	-58.14	0	-0.00012	0	26.72
K121	3	0.9G-Ey	0	-9.53	0	-0.00012	0	38.07
K121	3.996	0.9G-Ey	0	-5.94	0	-0.00012	0	45.78
K121	6	0.9G-Ey	0	46.27	0	-0.00012	0	-39.72
K121	0	0.9G+Ey	0	-48.65	0	-0.00041	0	-47.87
K121	1.998	0.9G+Ey	0	-41.46	0	-0.00041	0	42.15
K121	3	0.9G+Ey	0	7.15	0	-0.00041	0	36.79
K121	3.996	0.9G+Ey	0	10.74	0	-0.00041	0	27.89
K121	6	0.9G+Ey	0	62.95	0	-0.00041	0	-91.04
K121	0	0.9G+Ex	0	-57.19	0	-0.0005	-2.3E-16	-72.82
K121	1.998	0.9G+Ex	0	-49.99	0	-0.0005	-2.3E-16	34.25
K121	3	0.9G+Ex	0	-1.39	0	-0.0005	-2.3E-16	37.44
K121	3.996	0.9G+Ex	0	2.20	0	-0.0005	-2.3E-16	37.03
K121	6	0.9G+Ex	0	54.42	0	-0.0005	-2.3E-16	-64.78
K121	0	0.9G-Ex	0	-56.79	0	-3.3E-05	2.29E-16	-71.66
K121	1.998	0.9G-Ex	0	-49.60	0	-3.3E-05	2.29E-16	34.63
K121	3	0.9G-Ex	0	-0.99	0	-3.3E-05	2.29E-16	37.43

Çizelge 4.12 ABYYHY 97 B213 çaprazının değerleri

Çapraz	Çaprazdaki mesafe(m)	Kombinasyon	N(kN)	V ₂ (kN)	V ₃ (kN)	T(kN)	M ₂ (kNm)	M ₃ (kNm)
B213	0	O.9G	-27.29	0	0	-0.00062	0	0
B213	5	O.9G	-27.29	0	0	-0.00062	0	0
B213	0	Pd	-42.45	0	0	-0.00096	0	0
B213	5	Pd	-42.45	0	0	-0.00096	0	0
B213	0	G+Q+Ex	-146.12	0	0	-0.0016	0	0
B213	5	G+Q+Ex	-146.12	0	0	-0.0016	0	0
B213	0	G+Q+Ey	-598.16	0	0	0.000119	0	0
B213	5	G+Q+Ey	-598.16	0	0	0.000119	0	0
B213	0	G+Q-Ex	85.47	0	0	0.000243	0	0
B213	5	G+Q-Ex	85.47	0	0	0.000243	0	0
B213	0	G+Q-Ey	537.51	0	0	-0.0015	0	0
B213	5	G+Q-Ey	537.51	0	0	-0.0015	0	0
B213	0	0.9G-Ey	540.54	0	0	-0.0014	0	0
B213	5	0.9G-Ey	540.54	0	0	-0.0014	0	0
B213	0	0.9G+Ey	-595.13	0	0	0.000188	0	0
B213	5	0.9G+Ey	-595.13	0	0	0.000188	0	0
B213	0	0.9G+Ex	-143.09	0	0	-0.0015	0	0
B213	5	0.9G+Ex	-143.09	0	0	-0.0015	0	0
B213	0	0.9G-Ex	88.51	0	0	0.000311	0	0
B213	5	0.9G-Ex	88.51	0	0	0.000311	0	0

Basınca çalışan çaprazların narinlik oranı 100'den büyük olamaz koşulu olduğu için çaprazlar, tüm katlar için IPB200 ($500 / 100 = 5.00$, $i_{\min} > 5.00$ olmalı, IPB 200 $i_{\min} = 5.07$) seçilmiştir.

IPB 200 profilinin taşıyacağı maximum kuvvet;

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}} = \frac{500}{5.07} = 99, \omega = 1.94 \text{ (iki ucu mafsallı çapraz } \ell_b = 1.0\ell \text{)}$$

$16 \times 78.1 / 1.94 = 644 \text{ kN'}$ dur ki bu da sistemlerimizin çaprazlarında oluşan en büyük kuvvetten daha büyüktür.(598.16 kN)

Kiriş kesitleri için en elverişsiz durum düşey yüklerden geldiği için tüm kirişler aynı kesit seçilir;

$$\text{IPE 360 için; } \sigma = \frac{M_{\max}}{W_x} = \frac{11238}{904} = 12.43 \text{ kN/cm}^2 \leq 14 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau_{\max} = \frac{T}{h \times t_w} = \frac{88.65}{29.8 \times 0.8} = 3.71 \text{ kN/cm}^2 \leq 9 \text{ kN/cm}^2$$

Sehim kontrolü; $f = 0.4665 \text{ cm} < 2 \text{ cm}$ ($l = 600 \text{ cm}$)

Analize başlarken seçtiğimiz kolon kesitleri analiz sonunda TS-648(Aralık 1980)'e göre tahkik edilir;

Eksantrik bir basınç kuvveti veya eksenel basınç kuvveti ile birlikte M_x ve/veya M_y eğilme momentleriyle zorlanan çubuklarda genel kontrol,

$$\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} + \frac{C_{mx} \sigma_{bx}}{\left(1 - \frac{\sigma_{eb}}{\sigma'_{ex}}\right) \sigma_{Bx}} + \frac{C_{my} \sigma_{by}}{\left(1 - \frac{\sigma_{eb}}{\sigma'_{ey}}\right) \sigma_{By}} \leq 1.0 \quad (4.1)$$

$$\frac{\sigma_{eb}}{0.6\sigma_a} + \frac{\sigma_{bx}}{\sigma_{Bx}} + \frac{\sigma_{by}}{\sigma_{By}} \leq 1.0 \quad (4.2)$$

formülleri ile yapılır. Eğer $(\sigma_{eb} / \sigma_{bem}) \leq 0.15$ ise, yukarıdaki ifadeler yerine,

$$\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} + \frac{\sigma_{bx}}{\sigma_{Bx}} + \frac{\sigma_{by}}{\sigma_{By}} \leq 1.0 \quad (4.3)$$

C_m : Uç açıklık momentleri ile yanal desteklemeyi göz önüne alan bir katsayı olup;

Bu ifadelerde x ve y, gerilmenin veya ilgili katsayıların uygulandığı eksenini gösterir.

Yanal deplasmanın mümkün olduğu çerçevelerde

$$C_m = 0.85 \quad (4.4)$$

Düğüm noktalarında ötelenmesine izin verilmeyen çerçevelerde ve üzerinde, moment düzleminde tesir eden herhangi bir yük olmayan çubuklarda

$$C_m = 0.6 \pm 0.4 \times \frac{M_1}{M_2} \geq 0.4 \quad M_1 < M_2 \quad (4.5)$$

Düğüm noktalarının ötelenmesine izin verilmeyen çerçevelerde ve üzerinde, moment düzleminde yük bulunan çubuklarda C_m kesin hesap metoduyla bulunmalıdır.

$$C_m = 1 + \psi \times \frac{\sigma_{eb}}{\sigma'_e} \quad \psi = \frac{\pi^2 \delta_0 EI}{M_{\max} \ell^2} - 1 \quad (4.6)$$

formülü ile hesaplanır. Ψ ifadesinde;

δ_0 : Eğilme yükünden meydana gelen maksimum deplasman

$M_{\max}$: Çubuktaki maksimum açıklık momenti

$$\sigma'_e = \frac{\pi^2 E}{(K \times \ell / i)^2} \times \frac{1}{2.5} = \frac{8.29 \times 10^4}{(K \times \ell / i)^2} (\text{kN/cm}^2) \quad (4.7)$$

ℓ : Mesnetler arasındaki desteksiz mesafe

i : Eğilme deformasyonunun olduğu eksene dik eksene (moment vektörünün bulunduğu eksen) göre atalet yarıçapı

K : Eğilme eksenindeki burkulma boyunu elde etmek için kullanılan katsayı

σ_B : Yalnız eğilme tesiri altında müsaade edilecek (eğilme basınç) emniyet gerilmesi

$$\lambda_b = \frac{\ell_b}{i_b} \leq \sqrt{\frac{3 \times 10^5 \times C_b}{\sigma_a}} \quad \text{ise}; \quad \sigma_B = \left[\frac{2}{3} - \frac{\sigma_a \times \lambda_b^2}{9 \times 10^5 \times C_b} \right] \times \sigma_a \quad (4.8)$$

$$> \sqrt{\frac{3 \times 10^5 \times C_b}{\sigma_a}} \quad \text{ise}; \quad \sigma_B = \frac{10^5 \times C_b}{\lambda_b^2} \quad (4.9)$$

Eğer basınç başlığı dolu kesitli olup yaklaşık olarak dikdörtgen şeklinde ve alanı, çubuk enkesitinin çekme başlığı alanından daha küçük değilse

$$\sigma_B = \frac{84 \times 10^2 \times C_b}{\ell_b \times h / A_b} \quad (4.10)$$

şeklinde hesaplanır.

σ_B değerleri, $(0.6 \times \sigma_a)$ 'dan büyük olamaz.

ℓ_b :Kirişin basınç başlığında, dönmeye ve yanal deplasmana karşı koyan mesnetler arasındaki mesafe (cm)

i_b :Basınç başlığı ve gövdenin basınç bölgesinin 1/3'ünden oluşan kesitin, gövde eksenine göre atalet yarıçapı(cm)

A_b :Basınç başlığı ve gövdenin basınç bölgesinin 1/3'ünden oluşan kesitin alanı(cm^2)

H :Kesitin başlıkları ar

asındaki dıştan dışa mesafe

σ_a :Basınç başlığının akma gerilmesi (kN/cm^2)

C_b : Bir katsayı olup aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$C_b = 1.75 \mp 1.05 \times \frac{M_1}{M_2} + 0.3 \times \left(\frac{M_1}{M_2} \right)^2 \leq 2.3 \quad (4.11)$$

M_1 ve M_2 momentleri için, C_m ifadesi sonrasında söylenenler burada da aynen geçerlidir(1 ve 2 yanal deplasmanın önlendiği noktalardır). Yukarıdaki formülden de görüldüğü gibi, C_b değeri 2,3'den büyük olamaz. Yanal mesnetler arasında herhangi bir noktadaki moment uç

momentlerinden (M_1 ve M_2) büyükse C_b değeri 1,0 alınmalıdır.

Analizden elde edilen kesit tesirlerine göre kesitler seçilir. Seçilen kesitler çözüme başladığımız kesitlerden farklı çıkınca yeni kesitlerle çözüm yenilenir. Bölüm 3.3.1.3'te 2. adımda yeni kesitlere göre çözüm yapılmıştır.

1. Kat C3 kolonunun TS-648'e göre hesabı; (Kolon320)

$$A_b = 32 \times 4 + 3 \times \left(\frac{30 - 2 \times 4}{2} \times \frac{1}{3} \right) = 139 \text{ cm}^2$$

Yalnız normal kuvvet altında gerilme değeri;

$$\sigma_{eb} = \frac{2942}{322} = 9.136 \text{ kN/cm}^2$$

Basınç emniyet gerilmesi değeri;

$$\lambda = \frac{1.2 \times 400}{11.99} = 40, \omega = 1.34 \quad \sigma_{bem} = \frac{16}{1.34} = 11.94 \text{ kN/cm}^2, (\ell_b = 1.2 \ell \text{ bütün kolonlar için})$$

Yalnız maksimum moment tesiri altındaki gerilme değeri;

$$\sigma_{max} = \frac{4299}{3084} = 1.394 \text{ kN/cm}^2$$

$$C_{bx} = 1.75 + 1.05 \times \frac{413.92}{4299} + 0.3 \times \left(\frac{413.92}{4299} \right)^2 = 1.652$$

$$C_{by} = 1.75 + 1.05 \times \frac{377.8}{654.67} + 0.3 \times \left(\frac{377.8}{654.67} \right)^2 = 2.456$$

$$\sigma_{Bx} = \frac{84 \times 10^2 \times C_b}{\ell_b \times h/A_b} = \frac{8400 \times 1.652}{480 \times 30/139} = 133.92$$

$$\sigma_{By} = \frac{84 \times 10^2 \times C_b}{\ell_b \times h/A_b} = \frac{8400 \times 2.456}{480 \times 30/139} = 199.13$$

$$\sigma'_{ex} = \frac{\pi^2 E}{(K \times \ell/i)^2} \times \frac{1}{2.5} = \frac{8.29 \times 10^4}{(1.2 \times 400/11.99)^2} = 51.73 (\text{kN/cm}^2)$$

$$\sigma'_{ex} = \frac{\pi^2 E}{(K \times \ell/i)^2} \times \frac{1}{2.5} = \frac{8.29 \times 10^4}{(1.2 \times 400/8.25)^2} = 24.49 (\text{kN/cm}^2)$$

$$C_{mx} = 0.85$$

$$C_{my} = 0.85$$

$$\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} + \frac{C_{mx} \sigma_{bx}}{\left(1 - \frac{\sigma_{eb}}{\sigma'_{ex}}\right) \sigma_{Bx}} + \frac{C_{my} \sigma_{by}}{\left(1 - \frac{\sigma_{eb}}{\sigma'_{ey}}\right) \sigma_{By}} = 0.91 \leq 1.0 \text{ uygun.}$$

$$\frac{\sigma_{eb}}{0.6 \sigma_a} + \frac{\sigma_{bx}}{\sigma_{Bx}} + \frac{\sigma_{by}}{\sigma_{By}} = 0.765 \leq 1.0 \text{ uygun.}$$

Elde edilen sonuçlarla TS-648'e göre hesap sonucu aşağıdaki kesitler seçilmiştir.

Çizelge 4.13 ABYYHY 97 kolon kesitleri

ABYYHY				
Kat	C1	C2	C3	C4
Z	Kolon280	Kolon340	Kolon320	Kolon280
1	Kolon260	Kolon280	Kolon280	Kolon280
2	Kolon240	Kolon280	Kolon260	Kolon260
3	Kolon220	Kolon260	Kolon240	Kolon260
4	Kolon200	Kolon240	Kolon220	Kolon260
5	Kolon160	Kolon220	Kolon200	Kolon240
6	Kolon160	Kolon200	Kolon160	Kolon220
7	Kolon160	Kolon160	Kolon160	Kolon200
8	Kolon160	Kolon160	Kolon160	Kolon160

Seçilen kesitler ile tekrar başa dönülerek analiz yapılır. Analize başlanılan kesitlerle sonuçlar aynı çıkıncaya kadar iterasyon yapılır.

4.3.1.3 X-X Yönü Deprem Hesabı 2.Adım

Sistem Sap 2000 ile çözülmüş, bulunan M, Q, N kesit tesirlerine göre kesit seçimi ise TS-648'e göre yapılmıştır.

Çizelge 4.14 ABYYHY 97 X-X 2.adım yapıya etkiyen eşdeğer deprem yükünün katlara dağılımı

Kat	H(m)	W(kN)	W*H	$\frac{W*H}{\sum W*H}$	F(kN)	Vt(kN)
Çatı	36	4043	145548	0.200	1071.31	4442.48
8	32	4043	129376	0.178	749.15	4442.48
7	28	4043	113204	0.156	655.51	4442.48
6	24	4043	97032	0.133	561.86	4442.48
5	20	4043	80860	0.111	468.22	4442.48
4	16	4043	64688	0.089	374.57	4442.48
3	12	4043	48516	0.067	280.93	4442.48
2	8	4043	32344	0.044	187.29	4442.48
1	4	4043	16172	0.022	93.64	4442.48
Toplam		36387	727740	1.000	4442.48	

Çizelge 4.15 ABYYHY 97 X-X 2.adım denk (3.13)'e göre T'nin bulunması

Kat	F(kN)	M _i	d _i (m)	F×d	m _i ×d _i ²
Çatı	1071.31	412.13	0.1166	124.915	5.603
8	749.15	412.13	0.1012	75.814	4.221
7	655.51	412.13	0.085	55.718	2.978
6	561.86	412.13	0.0688	38.656	1.951
5	468.22	412.13	0.053	24.816	1.158
4	374.57	412.13	0.0384	14.384	0.608
3	280.93	412.13	0.0252	7.079	0.262
2	187.29	412.13	0.014	2.622	0.081
1	93.64	412.13	0.0054	0.506	0.012
Toplam	4442.48			344.509	16.872

$T_{1A} = 0.73 < 1.00$ olduğu için, $T = 2\pi \left[\frac{\sum_{i=1}^N (m_i d_n^2)}{\sum_{i=1}^N (F_n d_n)} \right]^{1/2} = 1.39$ alınarak devam edilmiştir.

Çizelge 4.16 ABYYHY 97 X-X 2.adım yeni T'ye göre katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri

Kat	H(m)	W(kN)	W*H	W*H/ Σ W*H	F(kN)	Vt(kN)	Mx (kNm)
Çatı	36	4043	145548	0.200	741.31	2668.25	889.58
8	32	4043	129376	0.178	428.21	2668.25	513.85
7	28	4043	113204	0.156	374.68	2668.25	449.62
6	24	4043	97032	0.133	321.16	2668.25	385.39
5	20	4043	80860	0.111	267.63	2668.25	321.16
4	16	4043	64688	0.089	214.10	2668.25	256.92
3	12	4043	48516	0.067	160.58	2668.25	192.69
2	8	4043	32344	0.044	107.05	2668.25	128.46
1	4	4043	16172	0.022	53.53	2668.25	64.23
Toplam		36387	727740	1.000	2668.25	2668.25	

Çizelge 4.17 ABYYHY 97 X-X 2.adım denk. (3.22)'e göre görelî kat ötelemesi sınırları hesabı

d_i	$\Delta_i = d_i - d_{i-1}$	h	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$	$0.02/R$
0.0746	0.0101	4	0.002525	0.005
0.0645	0.0105	4	0.002625	0.005
0.054	0.0104	4	0.0026	0.005
0.0436	0.0101	4	0.002525	0.005
0.0335	0.0093	4	0.002325	0.005
0.0242	0.0083	4	0.002075	0.005
0.0159	0.0071	4	0.001775	0.005
0.0088	0.0054	4	0.00135	0.005
0.0034	0.0034	4	0.00085	0.005

$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02 / R$, $(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.0035$ koşulunu sağlamaktadır. ($R = 4$)

$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{\max} / (\Delta_i)_{\text{ort}} < 1.2$ olduğundan A1 tipi burulma düzensizliği yoktur.

$\eta_{ki} = (\Delta_i / h_i)_{\text{ort}} / (\Delta_{i+1} / h_{i+1})_{\text{ort}} > 2.0$ B2 türü burulma düzensizliği durumu.

$0.00135 / 0.00085 = 1.59$ olduğundan B2 türü burulma düzensizliği de yoktur.

Seçilen kolon kesitleri TS-648(Aralık 1980)'e göre tahkik edilir; tahkik sonucunda değişmesi gereken kesitler değiştirilerek analiz tekrarlanır.

4.3.1.4 Y-Y Yönü Deprem Hesabı 2.Adım

Çizelge 4.18 ABYYHY 97 Y-Y 2.adım yapıya etkiyen eşdeğer deprem yükünün katlara dağılımı

Kat	H(m)	W(kN)	W*H	$\frac{W*H}{\sum W*H}$	F(kN)	Vt(kN)
Çatı	36	4043	145548	0.200	1071.31	4442.48
8	32	4043	129376	0.178	749.15	4442.48
7	28	4043	113204	0.156	655.51	4442.48
6	24	4043	97032	0.133	561.86	4442.48
5	20	4043	80860	0.111	468.22	4442.48
4	16	4043	64688	0.089	374.57	4442.48
3	12	4043	48516	0.067	280.93	4442.48
2	8	4043	32344	0.044	187.29	4442.48
1	4	4043	16172	0.022	93.64	4442.48
Toplam		36387	727740	1.000	4442.48	

Çizelge 4.19 ABYYHY 97 Y-Y 2.adım denk (3.13)'e göre T'nin bulunması

Kat	F(kN)	M _i	d _i (m)	F×d	m _i ×d _i ²
Çatı	1071.31	412.13	0.0868	92.990	3.105
8	749.15	412.13	0.076	56.935	2.380
7	655.51	412.13	0.0644	42.215	1.709
6	561.86	412.13	0.0525	29.498	1.136
5	468.22	412.13	0.0408	19.103	0.686
4	374.57	412.13	0.0297	11.125	0.364
3	280.93	412.13	0.0197	5.534	0.160
2	187.29	412.13	0.0112	2.098	0.052
1	93.64	412.13	0.0044	0.412	0.008
Toplam	4442.48			259.910	9.600

$T_{1A} = 0.73 < 1.00$ olduğu için, $T = 2\pi \left[\frac{\sum_{i=1}^N (m_i d_n^2)}{\sum_{i=1}^N (F_i d_n)} \right]^{1/2} = 1.21$ alınarak devam edilmiştir.

Çizelge 4.20 ABYYHY 97 Y-Y 2.adım yeni T'ye göre katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri

Kat	H(m)	W(kN)	W*H	W*H/ Σ W*H	F(kN)	Vt(kN)	My (kNm)
Çatı	36	4043	145548	0.200	799.29	2987.01	959.15
8	32	4043	129376	0.178	486.16	2987.01	583.39
7	28	4043	113204	0.156	425.39	2987.01	510.47
6	24	4043	97032	0.133	364.62	2987.01	437.54
5	20	4043	80860	0.111	303.85	2987.01	364.62
4	16	4043	64688	0.089	243.08	2987.01	291.70
3	12	4043	48516	0.067	182.31	2987.01	218.77
2	8	4043	32344	0.044	121.54	2987.01	145.85
1	4	4043	16172	0.022	60.77	2987.01	72.92
Toplam		36387	727740	1.000	2987.01	2987.01	

Çizelge 4.21 ABYYHY 97 Y-Y 2.adım denk. (3.22)'e göre görelî kat ötelemesi sınırları hesabı

di	di-di-1	h	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$	0.02/R
0.0612	0.0077	4	0.001925	0.005
0.0535	0.0083	4	0.002075	0.005
0.0452	0.0105	4	0.002625	0.005
0.0347	0.0084	4	0.0021	0.005
0.0263	0.0072	4	0.0018	0.005
0.0191	0.0064	4	0.0016	0.005
0.0127	0.0056	4	0.0014	0.005
0.0071	0.0043	4	0.001075	0.005
0.0028	0.0028	4	0.0007	0.005

$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02 / R$, $(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.0035$ koşulunu sağlamaktadır. ($R = 4$)

$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{\max} / (\Delta_i)_{\text{ort}} < 1.2$ olduğundan A1 tipi burulma düzensizliği yoktur.

$\eta_{ki} = (\Delta_i / h_i)_{\text{ort}} / (\Delta_{i+1} / h_{i+1})_{\text{ort}} > 2.0$ B2 türü burulma düzensizliği durumu.

$0.001075 / 0.0007 = 1.54$ olduğundan B2 türü burulma düzensizliği de yoktur.

Sistem Sap 2000 ile çözülmüş, bulunan M, Q, N kesit tesirlerine göre kolon kesit seçimi ise TS-648'e göre yapılmıştır. Seçilen kesit tesirleri, analize başlanan kesitlerle aynı çıkana kadar başa dönerek tekrarlanmıştır.(iterasyon.). En son olarak bu analizde seçilen kesitler analize başlanılan kesitlerle aynı çıktığı için doğru kesitler seçilmiş olur.

Çizelge 4.22 ABYYHY 97 2.adım C3 kolonunun değerleri

Kolon	Kolondaki mesafe(m)	Kombinasyon	N(kN)	V ₂ (kN)	V ₃ (kN)	T(kN)	M ₂ (kNm)	M ₃ (kNm)
C3	0	0.9G	-690.13	5.45	-3.094	1.77E-07	-4.08	6.91
C3	4	0.9G	-690.13	5.45	-3.094	1.77E-07	8.29	-14.90
C3	0	Pd	-1073.54	8.48	-4.812	2.76E-07	-6.35	10.74
C3	4	Pd	-1073.54	8.48	-4.812	2.76E-07	12.90	-23.17
C3	0	G+Q+Ex	-1548.49	8.45	-14.36	0.0034	-36.36	12.49
C3	4	G+Q+Ex	-1548.49	8.45	-14.36	0.0034	21.08	-21.32
C3	0	G+Q+Ey	1450.64	26.89	-4.168	0.0038	-5.05	70.01
C3	4	G+Q+Ey	1450.64	26.89	-4.168	0.0038	11.62	-37.56
C3	0	G+Q-Ex	14.86	3.66	7.485	-0.0034	27.29	2.85
C3	4	G+Q-Ex	14.86	3.66	7.485	-0.0034	-2.65	-11.78
C3	0	G+Q-Ey	-2984.27	-14.78	-2.707	-0.0038	-4.03	-54.66
C3	4	G+Q-Ey	-2984.27	-14.78	-2.707	-0.0038	6.80	4.46
C3	0	0.9G-Ey	-2907.59	-15.39	-2.363	-0.0038	-3.57	-55.43
C3	4	0.9G-Ey	-2907.59	-15.39	-2.363	-0.0038	5.88	6.11
C3	0	0.9G+Ey	1527.32	26.29	-3.824	0.0038	-4.59	69.24
C3	4	0.9G+Ey	1527.32	26.29	-3.824	0.0038	10.70	-35.91
C3	0	0.9G+Ex	-1471.81	7.85	-14.016	0.0034	-35.91	11.73
C3	4	0.9G+Ex	-1471.81	7.85	-14.016	0.0034	20.16	-19.67
C3	0	0.9G-Ex	91.54	3.05	7.829	-0.0034	27.74	2.09
C3	4	0.9G-Ex	91.54	3.05	7.829	-0.0034	-3.57	-10.13

Çizelge 4.23 ABYYHY 97 2.adım K121 kirişinin değerleri

Kiriş	Kirişteki mesafe(m)	Kombinasyon	N(kN)	V ₂ (kN)	V ₃ (kN)	T(kN)	M ₂ (kNm)	M ₃ (kNm)
K121	0	0.9G	0	-57.37	0	-0.00029	0	-72.84
K121	1.998	0.9G	0	-50.17	0	-0.00029	0	34.59
K121	3	0.9G	0	-1.57	0	-0.00029	0	37.97
K121	3.996	0.9G	0	2.02	0	-0.00029	0	37.74
K121	6	0.9G	0	54.23	0	-0.00029	0	-63.72
K121	0	Pd	0	-89.24	0	-0.00045	0	-113.31
K121	1.998	Pd	0	-78.05	0	-0.00045	0	53.80
K121	3	Pd	0	-2.44	0	-0.00045	0	59.06
K121	3.996	Pd	0	3.14	0	-0.00045	0	58.71
K121	6	Pd	0	84.36	0	-0.00045	0	-99.11
K121	0	G+Q+Ex	0	-63.93	1.74E-18	-0.00063	0	-81.49
K121	1.998	G+Q+Ex	0	-55.94	1.74E-18	-0.00063	-3.5E-18	38.25
K121	3	G+Q+Ex	0	-1.93	1.74E-18	-0.00063	-5.2E-18	42.19
K121	3.996	G+Q+Ex	0	2.06	1.74E-18	-0.00063	-6.9E-18	42.13
K121	6	G+Q+Ex	0	60.07	1.74E-18	-0.00063	-1E-17	-70.23
K121	0	G+Q+Ey	0	-55.75	1.74E-18	-0.00046	0	-57.74
K121	1.998	G+Q+Ey	0	-47.76	1.74E-18	-0.00046	-3.5E-18	45.67
K121	3	G+Q+Ey	0	6.25	1.74E-18	-0.00046	-5.2E-18	41.42
K121	3.996	G+Q+Ey	0	10.23	1.74E-18	-0.00046	-6.9E-18	33.21
K121	6	G+Q+Ey	0	68.25	1.74E-18	-0.00046	-1E-17	-95.53
K121	0	G+Q-Ex	0	-63.55	-1.7E-18	-1.5E-05	0	-80.39
K121	1.998	G+Q-Ex	0	-55.56	-1.7E-18	-1.5E-05	3.47E-18	38.61
K121	3	G+Q-Ex	0	-1.55	-1.7E-18	-1.5E-05	5.2E-18	42.18
K121	3.996	G+Q-Ex	0	2.43	-1.7E-18	-1.5E-05	6.93E-18	41.74
K121	6	G+Q-Ex	0	60.45	-1.7E-18	-1.5E-05	1.04E-17	-71.36
K121	0	G+Q-Ey	0	-71.73	-1.7E-18	-0.00019	0	-104.14
K121	1.998	G+Q-Ey	0	-63.74	-1.7E-18	-0.00019	3.47E-18	31.19
K121	3	G+Q-Ey	0	-9.73	-1.7E-18	-0.00019	5.2E-18	42.95
K121	3.996	G+Q-Ey	0	-5.75	-1.7E-18	-0.00019	6.93E-18	50.66
K121	6	G+Q-Ey	0	52.27	-1.7E-18	-0.00019	1.04E-17	-46.06
K121	0	0.9G-Ey	0	-65.36	-1.7E-18	-0.00016	0	-96.05
K121	1.998	0.9G-Ey	0	-58.16	-1.7E-18	-0.00016	3.47E-18	27.35
K121	3	0.9G-Ey	0	-9.56	-1.7E-18	-0.00016	5.2E-18	38.73
K121	3.996	0.9G-Ey	0	-5.97	-1.7E-18	-0.00016	6.93E-18	46.47
K121	6	0.9G-Ey	0	46.24	-1.7E-18	-0.00016	1.04E-17	-38.98
K121	0	0.9G+Ey	0	-49.38	1.74E-18	-0.00042	0	-49.64
K121	1.998	0.9G+Ey	0	-42.18	1.74E-18	-0.00042	-3.5E-18	41.83
K121	3	0.9G+Ey	0	6.42	1.74E-18	-0.00042	-5.2E-18	37.20
K121	3.996	0.9G+Ey	0	10.01	1.74E-18	-0.00042	-6.9E-18	29.01
K121	6	0.9G+Ey	0	62.22	1.74E-18	-0.00042	-1E-17	-88.45
K121	0	0.9G+Ex	0	-57.55	1.74E-18	-0.0006	0	-73.40
K121	1.998	0.9G+Ex	0	-50.36	1.74E-18	-0.0006	-3.5E-18	34.41
K121	3	0.9G+Ex	0	-1.75	1.74E-18	-0.0006	-5.2E-18	37.97
K121	3.996	0.9G+Ex	0	1.83	1.74E-18	-0.0006	-6.9E-18	37.93
K121	6	0.9G+Ex	0	54.05	1.74E-18	-0.0006	-1E-17	-63.15
K121	0	0.9G-Ex	0	-57.18	-1.7E-18	1.77E-05	0	-72.29
K121	1.998	0.9G-Ex	0	-49.99	-1.7E-18	1.77E-05	3.47E-18	34.77
K121	3	0.9G-Ex	0	-1.38	-1.7E-18	1.77E-05	5.2E-18	37.96

Çizelge 4.24 ABYYHY 97 2.adım B213 çaprazının değerleri

Çapraz	Çaprazdaki mesafe(m)	Kombinasyon	N(kN)	V ₂ (kN)	V ₃ (kN)	T(kN)	M ₂ (kNm)	M ₃ (kNm)
B213	0	O.9G	-24.51	0	0	-0.00042	0	0
B213	5	O.9G	-24.51	0	0	-0.00042	0	0
B213	0	Pd	-38.13	0	0	-0.00065	0	0
B213	5	Pd	-38.13	0	0	-0.00065	0	0
B213	0	G+Q+Ex	-135.56	0	0	-0.0011	0	0
B213	5	G+Q+Ex	-135.56	0	0	-0.0011	0	0
B213	0	G+Q+Ey	-613.59	0	0	0.00011	0	0
B213	5	G+Q+Ey	-613.59	0	0	0.00011	0	0
B213	0	G+Q-Ex	81.08	0	0	0.000197	0	0
B213	5	G+Q-Ex	81.08	0	0	0.000197	0	0
B213	0	G+Q-Ey	559.12	0	0	-0.001	0	0
B213	5	G+Q-Ey	559.12	0	0	-0.001	0	0
B213	0	0.9G-Ey	561.84	0	0	-0.00099	0	0
B213	5	0.9G-Ey	561.84	0	0	-0.00099	0	0
B213	0	0.9G+Ey	-610.87	0	0	0.000156	0	0
B213	5	0.9G+Ey	-610.87	0	0	0.000156	0	0
B213	0	0.9G+Ex	-132.83	0	0	-0.0011	0	0
B213	5	0.9G+Ex	-132.83	0	0	-0.0011	0	0
B213	0	0.9G-Ex	83.81	0	0	0.000243	0	0
B213	5	0.9G-Ex	83.81	0	0	0.000243	0	0

Çaprazlardaki narinlik koşulu sebebiyle kirişlerde de en elverişsiz durum düşey yüklerden geldiği için kesitlerde değişiklik olmamıştır. Kolonlar ise her adımda TS-648'e göre yukarıda gösterildiği gibi seçilir.

Çizelge 4.25 ABYYHY 97 2.adım kolon kesitleri

ABYYHY				
Kat	C1	C2	C3	C4
Z	Kolon280	Kolon340	Kolon320	Kolon280
1	Kolon260	Kolon280	Kolon280	Kolon280
2	Kolon240	Kolon280	Kolon260	Kolon260
3	Kolon220	Kolon260	Kolon240	Kolon260
4	Kolon200	Kolon240	Kolon220	Kolon260
5	Kolon160	Kolon220	Kolon200	Kolon240
6	Kolon160	Kolon200	Kolon160	Kolon220
7	Kolon160	Kolon160	Kolon160	Kolon200
8	Kolon160	Kolon160	Kolon160	Kolon160

TS 4561’de başlıklarda kritik (genişlik/kalınlık) oranı St.37 için $b/t_b \leq 17$, sadece basınç kuvveti etkisinde

gövdede $h/t_w \leq 43 \sqrt{\frac{2531}{\sigma_a}} \leq 44.16$ olması gerekir.

Çaprazlar için IPB 200 kesitinde $b/t_b = 200/15 = 13.33 < 17$ uygun, $h/t_w = 200/9 = 22.22$ uygun.

Basınç kuvvetiyle birlikte eğilme momenti etkisindeki gövde levhaları için $\frac{N}{N_p} > 0.27$ ise

$$h/t_w \leq 43 \sqrt{\frac{2531}{\sigma_a}} = 44.16$$

$$\frac{N}{N_p} \leq 0.27 \text{ ise } h/t_w \leq \left(70 - 100 \frac{N}{N_p} \right) \sqrt{\frac{2531}{\sigma_a}} \text{ olması gerekir.}$$

Kolonlarda enkesit kontrolü C3 kolonu için $N = 2484 \text{ kN}$, $N_p = 24 \times 300 = 7200$ ve $\frac{2585}{7200} = 0.359$ olduğu için $h/t_w \leq 44.16$ olması gerekir. $h/t_w = 300/30 = 10$ uygun,

$b/t_b = 320/40 = 8 < 17$ uygun. Benzer şekilde diğer kolonlar için de hesap yapılıncı hepsinin uygun olduğu görülür.

Çizelge 4.26 ABYYHY 97 C1 kolonu için enkesit koşulu

Kat	C1	$N_{\max}$ kN	h/t_w	Sınır Değer	N/N_p
Z	280	2170	6	44.16	0.90
1	260	1695	6.8	44.16	0.71
2	240	1179	7.2	44.16	0.49
3	220	854	9.5	44.16	0.36
4	200	676	12.93	44.16	0.28
5	160	444	20	52.89	0.19
6	160	264	20	60.59	0.11
7	160	156	20	65.21	0.07
8	160	31	20	70.56	0.01

Çizelge 4.27 ABYYHY 97 C2 kolonu için enkesit koşulu

Kat	C2	$N_{\max}$ kN	h/t_w	Sınır Değer	N/N_p
Z	340	3136	7.33	44.16	1.31
1	280	2571	6	44.16	1.07
2	280	2054	6	44.16	0.86
3	260	1578	6.8	44.16	0.66
4	240	1157	7.2	44.16	0.48
5	220	776	9.5	44.16	0.32
6	200	466	12.93	51.95	0.19
7	160	247	20	61.32	0.10
8	160	126	20	66.49	0.05

Çizelge 4.28 ABYYHY 97 C3 kolonu için enkesit koşulu

Kat	C3	$N_{\max}$ kN	h/t_w	Sınır Değer	N/N_p
Z	320	2984	7.33	44.16	1.24
1	280	2431	6	44.16	1.01
2	260	1914	6.8	44.16	0.80
3	240	1446	7.2	44.16	0.60
4	220	1033	9.5	44.16	0.43
5	200	677	12.93	44.16	0.28
6	160	402	20	54.68	0.17
7	160	228	20	62.13	0.10
8	160	107	20	67.31	0.04

Çizelge 4.29 ABYYHY 97 C4 kolonu için enkesit koşulu

Kat	C4	$N_{\max}$ kN	h/t_w	Sınır Değer	N/N_p
Z	280	2309	6.8	44.16	0.96
1	280	2053	6.8	44.16	0.86
2	260	1796	6	44.16	0.75
3	260	1539	6	44.16	0.64
4	260	1282	6	44.16	0.53
5	240	1025	7.2	44.16	0.43
6	240	769	7.2	44.16	0.32
7	200	512	12.93	49.98	0.21
8	160	255	20	60.97	0.11

4.3.2 DBYBHY 2006 Süneklik Düzeyi Normal Sistem

4.3.2.1 X-X Yönü Deprem Hesabı

Sistem Sap 2000 ile çözülmüş, bulunan M, Q, N kesit tesirlerine göre kesit seçimi ise TS-648'e göre yapılmıştır.

Çizelge 4.30 DBYBHY SDNS X-X yönü yapıya etkiyen eşdeğer deprem yükünün katlara dağılımı

Kat	H(m)	W(kN)	W*H	$\frac{W*H}{\sum W*H}$	F(kN)
Çatı	36	4043	145548	0.200	924.23
8	32	4043	129376	0.178	603.22
7	28	4043	113204	0.156	527.81
6	24	4043	97032	0.133	452.41
5	20	4043	80860	0.111	377.01
4	16	4043	64688	0.089	301.61
3	12	4043	48516	0.067	226.21
2	8	4043	32344	0.044	150.80
1	4	4043	16172	0.022	75.40
Toplam		36387	727740	1.000	3638.70

Çizelge 4.31 DBYBHY SDNS X-X yönü denk (3.13)'e göre T'nin bulunması

Kat	F(kN)	M _i	d _i (m)	F×d	m _i ×d _i ²
Çatı	924.23	412.13	0.1076	99.447	4.772
8	603.22	412.13	0.0936	56.461	3.611
7	527.81	412.13	0.0785	41.433	2.540
6	452.41	412.13	0.0631	28.547	1.641
5	377.01	412.13	0.0482	18.172	0.957
4	301.61	412.13	0.0348	10.496	0.499
3	226.21	412.13	0.0226	5.112	0.210
2	150.80	412.13	0.0121	1.825	0.060
1	75.40	412.13	0.0046	0.347	0.009
Toplam	3638.70			261.840	14.299

$$T = 2\pi \left[\sum_{i=1}^N (m_i d_n^2) \sum_{i=1}^N (F_n d_n) \right]^{1/2} = 1.47 \text{ alınarak devam edilmiştir.}$$

Çizelge 4.32 DBYBHY SDNS X-X yönü yeni T'ye göre katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri

Kat	H(m)	W(kN)	W*H	$\frac{W*H}{\sum W*H}$	F(kN)	Vt(kN)	Mx (kNm)
Çatı	36	4043	145548	0.200	519.08	2043.61	622.89
8	32	4043	129376	0.178	338.79	2043.61	406.54
7	28	4043	113204	0.156	296.44	2043.61	355.72
6	24	4043	97032	0.133	254.09	2043.61	304.91
5	20	4043	80860	0.111	211.74	2043.61	254.09
4	16	4043	64688	0.089	169.39	2043.61	203.27
3	12	4043	48516	0.067	127.04	2043.61	152.45
2	8	4043	32344	0.044	84.70	2043.61	101.64
1	4	4043	16172	0.022	42.35	2043.61	50.82
Toplam		36387	727740	1.000	2043.61	2043.61	

Çizelge 4.33 DBYBHY SDNS X-X yönü denk. (3.22)'e göre görelî kat ötelemesi sınırları hesabı

d_i	$\Delta_i = d_i - d_{i-1}$	$R \times \Delta_i$	$R \times \Delta_i / h$
0.0624	0.0081	0.0405	0.0081
0.0543	0.0087	0.0435	0.0087
0.0456	0.0089	0.0445	0.0089
0.0367	0.0087	0.0435	0.0087
0.0280	0.0077	0.0385	0.0077
0.0203	0.0071	0.0355	0.0071
0.0132	0.0061	0.0305	0.0061
0.0071	0.0044	0.0220	0.0044
0.0027	0.0027	0.0135	0.0027

$R \times (\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02$ koşulunu sağlamaktadır. ($R = 5$)

$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{\max} / (\Delta_i)_{\text{ort}} < 1.2$ olduğundan A1 tipi burulma düzensizliği yoktur.

$\eta_{ki} = (\Delta_i / h_i)_{\text{ort}} / (\Delta_{i+1} / h_{i+1})_{\text{ort}} > 2.0$ B2 türü burulma düzensizliği durumu.

$0.0044 / 0.0027 = 1.63$ olduğundan B2 türü burulma düzensizliği de yoktur.

4.3.2.2 Y-Y Yönü Deprem Hesabı

Çizelge 4.34 DBYBHY SDNS Y-Y yönü yapıya etkiyen eşdeğer deprem yükünün katlara dağılımı

Kat	H(m)	W(kN)	W*H	$\frac{W*H}{\sum W*H}$	F(kN)
Çatı	36	4043	145548	0.200	924.23
8	32	4043	129376	0.178	603.22
7	28	4043	113204	0.156	527.81
6	24	4043	97032	0.133	452.41
5	20	4043	80860	0.111	377.01
4	16	4043	64688	0.089	301.61
3	12	4043	48516	0.067	226.21
2	8	4043	32344	0.044	150.80
1	4	4043	16172	0.022	75.40
Toplam		36387	727740	1.000	3638.70

Çizelge 4.35 DBYBHY SDNS Y-Y yönü denk (3.13)'e göre T'nin bulunması

Kat	F(kN)	M _i	d _i (m)	F×d	m _i ×d _i ²
Çatı	924.23	412.13	0.0797	73.661	2.618
8	603.22	412.13	0.0701	42.285	2.025
7	527.81	412.13	0.0594	31.352	1.454
6	452.41	412.13	0.0483	21.851	0.961
5	377.01	412.13	0.0372	14.025	0.570
4	301.61	412.13	0.0271	8.174	0.303
3	226.21	412.13	0.0178	4.026	0.131
2	150.80	412.13	0.0096	1.448	0.038
1	75.40	412.13	0.0037	0.279	0.006
Toplam	3638.70			197.102	8.106

$$T = 2\pi \left[\sum_{i=1}^N (m_i d_n^2) / \sum_{i=1}^N (F_n d_n) \right]^{1/2} = 1.27 \text{ alınarak devam edilmiştir.}$$

Çizelge 4.36 DBYBHY SDNS Y-Y yönü yeni T'ye göre katlara dağıtılan eşdeğer deprem

Kat	H(m)	W(kN)	W*H	W*H/ Σ W*H	F(kN)	Vt(kN)	My (kNm)
Çatı	36	4043	145548	0.200	581.43	2289.08	697.71
8	32	4043	129376	0.178	379.48	2289.08	455.37
7	28	4043	113204	0.156	332.04	2289.08	398.45
6	24	4043	97032	0.133	284.61	2289.08	341.53
5	20	4043	80860	0.111	237.17	2289.08	284.61
4	16	4043	64688	0.089	189.74	2289.08	227.69
3	12	4043	48516	0.067	142.30	2289.08	170.77
2	8	4043	32344	0.044	94.87	2289.08	113.84
1	4	4043	16172	0.022	47.43	2289.08	56.92
Toplam		36387	727740	1.000	2289.08	2289.08	

Çizelge 4.37 DBYBHY SDNS Y-Y yönü denk. (3.22)'e göre görelî kat ötelemesi sınırları hesabı

d_i	$\Delta_i=d_i-d_{i-1}$	$R \times \Delta_i$	$R \times \Delta_i / h$
0.0478	0.0058	0.0290	0.0058
0.0420	0.0064	0.0320	0.0064
0.0356	0.0067	0.0335	0.0067
0.0289	0.0066	0.0330	0.0066
0.0223	0.0061	0.0305	0.0061
0.0162	0.0056	0.0280	0.0056
0.0106	0.0049	0.0245	0.0049
0.0057	0.0035	0.0175	0.0035
0.0022	0.0022	0.0110	0.0022

$R \times (\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02$ koşulunu sağlamaktadır.

$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{\max} / (\Delta_i)_{\text{ort}} < 1.2$ olduğundan A1 tipi burulma düzensizliği yoktur.

$\eta_{ki} = (\Delta_i / h_i)_{\text{ort}} / (\Delta_{i+1} / h_{i+1})_{\text{ort}} > 2.0$ B2 türü burulma düzensizliği durumu.

$0.0035 / 0.0022 = 1.59$ olduğundan B2 türü burulma düzensizliği de yoktur.

Çizelge 4.38 DBYBHY SDNS'ye göre analiz edilen sistemin C3 kolonunun değerleri

Kolon	Kolondaki mesafe(m)	Kombinasyon	N(kN)	V ₂ (kN)	V ₃ (kN)	T(kN)	M ₂ (kNm)	M ₃ (kNm)
C3	0	0.9G	-695.91	4.96	-2.95	5.42E-07	-3.90	6.37
C3	4	0.9G	-695.91	4.96	-2.95	5.42E-07	7.89	-13.45
C3	0	Pd	-1082.53	7.71	-4.59	8.43E-07	-6.07	9.91
C3	4	Pd	-1082.53	7.71	-4.59	8.43E-07	12.28	-20.92
C3	0	G+Q+Ex	-1357.33	7.10	-9.73	0.0023	-22.10	10.00
C3	4	G+Q+Ex	-1357.33	7.10	-9.73	0.0023	16.84	-18.41
C3	0	G+Q+Ey	866.69	17.35	-3.91	0.0026	-4.94	40.06
C3	4	G+Q+Ey	866.69	17.35	-3.91	0.0026	10.70	-29.33
C3	0	G+Q-Ex	-189.14	3.91	3.18	-0.0023	13.43	4.15
C3	4	G+Q-Ex	-189.14	3.91	3.18	-0.0023	0.70	-11.47
C3	0	G+Q-Ey	-2413.16	-6.34	-2.64	-0.0026	-3.73	-25.91
C3	4	G+Q-Ey	-2413.16	-6.34	-2.64	-0.0026	6.84	-0.55
C3	0	0.9G-Ey	-2335.84	-6.89	-2.32	-0.0026	-3.30	-26.62
C3	4	0.9G-Ey	-2335.84	-6.89	-2.32	-0.0026	5.96	0.94
C3	0	0.9G+Ey	944.02	16.80	-3.58	0.0026	-4.50	39.36
C3	4	0.9G+Ey	944.02	16.80	-3.58	0.0026	9.83	-27.84
C3	0	0.9G+Ex	-1280.01	6.55	-9.41	0.0023	-21.66	9.29
C3	4	0.9G+Ex	-1280.01	6.55	-9.41	0.0023	15.96	-16.92
C3	0	0.9G-Ex	-111.82	3.36	3.51	-0.0023	13.86	3.45
C3	4	0.9G-Ex	-111.82	3.36	3.51	-0.0023	-0.18	-9.98
C3	0	G+Q+2Ex	-1941.43	8.70	-16.19	0.0046	-39.86	12.92
C3	4	G+Q+2Ex	-1941.43	8.70	-16.19	0.0046	24.91	-21.88
C3	0	G+Q+2Ey	2506.62	29.19	-4.54	0.0051	-5.54	73.05
C3	4	G+Q+2Ey	2506.62	29.19	-4.54	0.0051	12.64	-43.73
C3	0	G+Q-2Ex	394.96	2.31	9.64	-0.0046	31.19	1.23
C3	4	G+Q-2Ex	394.96	2.31	9.64	-0.0046	-7.37	-8.01
C3	0	G+Q-2Ey	-4053.09	-18.18	-2.01	-0.0051	-3.13	-58.90
C3	4	G+Q-2Ey	-4053.09	-18.18	-2.01	-0.0051	4.91	13.84
C3	0	0.9G-2Ey	-3975.76	-18.74	-1.68	-0.0051	-2.70	-59.60
C3	4	0.9G-2Ey	-3975.76	-18.74	-1.68	-0.0051	4.03	15.33
C3	0	0.9G+2Ey	2583.94	28.64	-4.22	0.0051	-5.10	72.34
C3	4	0.9G+2Ey	2583.94	28.64	-4.22	0.0051	11.76	-42.23
C3	0	0.9G+2Ex	-1864.10	8.15	-15.86	0.0046	-39.42	12.21
C3	4	0.9G+2Ex	-1864.10	8.15	-15.86	0.0046	24.03	-20.39
C3	0	0.9G-2Ex	472.28	1.76	9.97	-0.0046	31.62	0.53
C3	4	0.9G-2Ex	472.28	1.76	9.97	-0.0046	-8.24	-6.51

Çizelge 4.39 DBYBHY SDNS'ye göre analiz edilen sistemin K121 kirşinin değerleri

Kiriş	Kirişdeki mesafe(m)	Kombinasyon	N(kN)	V ₂ (kN)	V ₃ (kN)	T(kN)	M ₂ (kNm)	M ₃ (kNm)
K121	0	0.9G	0	-58.01	0	-0.00037	0	-73.75
K121	1.998	0.9G	0	-50.82	0	-0.00037	0	34.96
K121	3	0.9G	0	-2.21	0	-0.00037	0	38.98
K121	3.996	0.9G	0	1.38	0	-0.00037	0	39.39
K121	6	0.9G	0	53.59	0	-0.00037	0	-60.78
K121	0	Pd	0	-90.23	0	-0.00058	0	-114.73
K121	1.998	Pd	0	-79.05	0	-0.00058	0	54.38
K121	3	Pd	0	-3.43	0	-0.00058	0	60.63
K121	3.996	Pd	0	2.14	0	-0.00058	0	61.28
K121	6	Pd	0	83.37	0	-0.00058	0	-94.54
K121	0	G+Q+Ex	0	-64.61	0	-0.00074	0	-82.40
K121	1.998	G+Q+Ex	0	-56.61	0	-0.00074	0	38.70
K121	3	G+Q+Ex	0	-2.61	0	-0.00074	0	43.32
K121	3.996	G+Q+Ex	0	1.38	0	-0.00074	0	43.93
K121	6	G+Q+Ex	0	59.40	0	-0.00074	0	-67.07
K121	0	G+Q+Ey	0	-58.73	-1.7E-18	-0.00054	-6.9E-18	-65.52
K121	1.998	G+Q+Ey	0	-50.74	-1.7E-18	-0.00054	-3.5E-18	43.84
K121	3	G+Q+Ey	0	3.27	-1.7E-18	-0.00054	-1.7E-18	42.58
K121	3.996	G+Q+Ey	0	7.25	-1.7E-18	-0.00054	0	37.34
K121	6	G+Q+Ey	0	65.27	-1.7E-18	-0.00054	3.47E-18	-85.42
K121	0	G+Q-Ex	0	-64.30	0	-8.7E-05	0	-81.50
K121	1.998	G+Q-Ex	0	-56.31	0	-8.7E-05	0	38.99
K121	3	G+Q-Ex	0	-2.30	0	-8.7E-05	0	43.30
K121	3.996	G+Q-Ex	0	1.68	0	-8.7E-05	0	43.61
K121	6	G+Q-Ex	0	59.70	0	-8.7E-05	0	-68.00
K121	0	G+Q-Ey	0	-70.17	1.74E-18	-0.00029	6.94E-18	-98.38
K121	1.998	G+Q-Ey	0	-62.18	1.74E-18	-0.00029	3.47E-18	33.85
K121	3	G+Q-Ey	0	-8.17	1.74E-18	-0.00029	1.73E-18	44.04
K121	3.996	G+Q-Ey	0	-4.19	1.74E-18	-0.00029	0	50.20
K121	6	G+Q-Ey	0	53.83	1.74E-18	-0.00029	-3.5E-18	-49.64
K121	0	0.9G-Ey	0	-63.73	1.74E-18	-0.00025	6.94E-18	-90.18
K121	1.998	0.9G-Ey	0	-56.54	1.74E-18	-0.00025	3.47E-18	29.96
K121	3	0.9G-Ey	0	-7.93	1.74E-18	-0.00025	1.73E-18	39.71
K121	3.996	0.9G-Ey	0	-4.34	1.74E-18	-0.00025	0	45.82
K121	6	0.9G-Ey	0	47.87	1.74E-18	-0.00025	-3.5E-18	-42.89
K121	0	0.9G+Ey	0	-52.29	-1.7E-18	-0.0005	-6.9E-18	-57.33
K121	1.998	0.9G+Ey	0	-45.10	-1.7E-18	-0.0005	-3.5E-18	39.96
K121	3	0.9G+Ey	0	3.51	-1.7E-18	-0.0005	-1.7E-18	38.25
K121	3.996	0.9G+Ey	0	7.10	-1.7E-18	-0.0005	0	32.96
K121	6	0.9G+Ey	0	59.31	-1.7E-18	-0.0005	3.47E-18	-78.67
K121	0	0.9G+Ex	0	-58.16	0	-0.0007	0	-74.20
K121	1.998	0.9G+Ex	0	-50.97	0	-0.0007	0	34.81
K121	3	0.9G+Ex	0	-2.36	0	-0.0007	0	38.99
K121	3.996	0.9G+Ex	0	1.23	0	-0.0007	0	39.55
K121	6	0.9G+Ex	0	53.44	0	-0.0007	0	-60.31
K121	0	0.9G-Ex	0	-57.86	0	-4.5E-05	0	-73.30
K121	1.998	0.9G-Ex	0	-50.66	0	-4.5E-05	0	35.11
K121	3	0.9G-Ex	0	-2.06	0	-4.5E-05	0	38.97

Çizelge 4.40 DBYBHY SDNS'ye göre analiz edilen sistemin B213 çaprazının değerleri

Çapraz	Çaprazdaki mesafe(m)	Kombinasyon	N(kN)	V ₂ (kN)	V ₃ (kN)	T(kN)	M ₂ (kNm)	M ₃ (kNm)
B213	0	O.9G	-26.38	0	0	-0.00069	0	0
B213	5	O.9G	-26.38	0	0	-0.00069	0	0
B213	0	Pd	-41.04	0	0	-0.0011	0	0
B213	5	Pd	-41.04	0	0	-0.0011	0	0
B213	0	G+Q+Ex	-128.49	0	0	-0.0017	0	0
B213	5	G+Q+Ex	-128.49	0	0	-0.0017	0	0
B213	0	G+Q+Ey	-484.81	0	0	-0.00016	0	0
B213	5	G+Q+Ey	-484.81	0	0	-0.00016	0	0
B213	0	G+Q-Ex	69.86	0	0	0.000167	0	0
B213	5	G+Q-Ex	69.86	0	0	0.000167	0	0
B213	0	G+Q-Ey	426.19	0	0	-0.0014	0	0
B213	5	G+Q-Ey	426.19	0	0	-0.0014	0	0
B213	0	0.9G-Ey	429.12	0	0	-0.0013	0	0
B213	5	0.9G-Ey	429.12	0	0	-0.0013	0	0
B213	0	0.9G+Ey	-481.88	0	0	-8.3E-05	0	0
B213	5	0.9G+Ey	-481.88	0	0	-8.3E-05	0	0
B213	0	0.9G+Ex	-125.56	0	0	-0.0016	0	0
B213	5	0.9G+Ex	-125.56	0	0	-0.0016	0	0
B213	0	0.9G-Ex	72.79	0	0	0.000244	0	0
B213	5	0.9G-Ex	72.79	0	0	0.000244	0	0

Basınca çalışan çaprazların narinlik oranı SDNS'de $4.23\sqrt{E_s/\sigma_a}=125$ 'yi aşamaz koşulu bulunmaktadır. B213 için seçilen kesit IPB 200;

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}} = \frac{500}{5.07} = 99, \omega = 1.94 \text{ (iki ucu mafsallı çapraz } \ell_b = 1.0\ell \text{)}$$

$$\sigma = \frac{484.81 \times 1.94}{78.1} = 12.04 \text{ kN/m}^2 < 16 \text{ kN/m}^2 \text{ uygun. Bu şekilde zemin kat ve 1.kat için IPB}$$

200, 2,3 ve 4.kat için IPB 180, diğer katlar için ise IPB 160 seçilmiştir.

$$\text{Seçilen kriş kesiti IPE 360 için; } \sigma = \frac{M_{\max}}{W_x} = \frac{11473}{904} = 12.69 \text{ kN/cm}^2 \leq 14 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau_{\max} = \frac{T}{h \times t_w} = \frac{90.23}{29.8 \times 0.8} = 3.78 \text{ kN/cm}^2 \leq 9 \text{ kN/cm}^2$$

Sehim kontrolü; $f = 0.5013 \text{ cm} < 2 \text{ cm}$ ($l = 600\text{cm}$)

Çizelge 4.41 DBYBHY SDNS kolon kesitleri

DBYBHY SDNS				
Kat	C1	C2	C3	C4
Z	Kolon260	Kolon300	Kolon280	Kolon260
1	Kolon240	Kolon280	Kolon260	Kolon260
2	Kolon240	Kolon260	Kolon260	Kolon260
3	Kolon220	Kolon260	Kolon240	Kolon260
4	Kolon200	Kolon240	Kolon220	Kolon240
5	Kolon160	Kolon220	Kolon200	Kolon220
6	Kolon160	Kolon200	Kolon160	Kolon220
7	Kolon160	Kolon160	Kolon160	Kolon200
8	Kolon160	Kolon160	Kolon160	Kolon160

Sistem Sap 2000 ile çözülmüş, bulunan M, Q, N kesit tesirlerine göre kolon kesit seçimi ise TS-648'e göre yapılmıştır.

G+Q±2E ve 0.9G±2E yüklemeleri

DBYBHY 2006'da kolonların G+Q±2E ve 0.9G±2E yüklemelerinden ortaya çıkan eksenel kuvveti karşılayacak şekilde olması gerekmektedir.(Bölüm 2.3.3.1)

Zemin katta

C1 kolonlarında G+Q±2E için $N_{b \max} = 2933 \text{ kN}$,

$N_{ç \max} = 1826 \text{ kN}$, seçilen kesit Kolon260 için, $A = 225 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}}, 480/6.06 = 66, \omega = 1.61$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{bem} A = 1.7 \times (16/1.61) \times 225 = 3801 > 2933$ uygun.

Eksenel çekme kapasitesi: $N_{çp} = \sigma_a A_{\text{net}} = 24 \times 225 = 5400 > 1826$ uygun.

C2 kolonlarında G+Q±2E için $N_{b \max} = 4274 \text{ kN}$, $N_{ç \max} = 2723 \text{ kN}$, seçilen kesit Kolon300 için, $A = 300 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}}, 480/7.76 = 62, \omega = 1.38$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{bem} A = 1.7 \times (16/1.38) \times 300 = 5913 > 4274$ uygun.

Eksenel çekme kapasitesi: $N_{çp} = \sigma_a A_{\text{net}} = 24 \times 300 = 7200 > 2723$ uygun.

C3 kolonlarında $G+Q\pm 2E$ için $N_{b \max} = 4053 \text{ kN}$, $N_{\text{ç} \max} = 2584 \text{ kN}$, seçilen kesit Kolon280 için, $A = 278 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}}, 480/7.27 = 66, \omega = 1.43$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{\text{bem}} A = 1.7 \times (16/1.43) \times 278 = 5287 > 4053$ uygun.

Eksenel çekme kapasitesi: $N_{\text{çp}} = \sigma_a A_{\text{net}} = 24 \times 278 = 6672 > 2584$ uygun.

C4 kolonlarında $G+Q\pm 2E$ için $N_{b \max} = 1651 \text{ kN}$, seçilen kesit Kolon260 için, $A = 225 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}}, 480/6.77 = 71, \omega = 1.49$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{\text{bem}} A = 1.7 \times (16/1.49) \times 225 = 4107 > 1651$ uygun.

1.Katta

C1 kolonlarında $G+Q\pm 2E$ için $N_{b \max} = 2262 \text{ kN}$,

$N_{\text{ç} \max} = 1275 \text{ kN}$, seçilen kesit Kolon240 için, $A = 189 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}}, 480/6.06 = 80, \omega = 1.61$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{\text{bem}} A = 1.7 \times (16/1.61) \times 189 = 3193 > 2262$ uygun.

Eksenel çekme kapasitesi: $N_{\text{çp}} = \sigma_a A_{\text{net}} = 24 \times 189 = 4536 > 1275$ uygun.

C2 kolonlarında $G+Q\pm 2E$ için $N_{b \max} = 3443 \text{ kN}$, $N_{\text{ç} \max} = 2067 \text{ kN}$, seçilen kesit Kolon280 için, $A = 278 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}}, 480/7.27 = 66, \omega = 1.43$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{\text{bem}} A = 1.7 \times (16/1.43) \times 278 = 5287 > 3443$ uygun.

Eksenel çekme kapasitesi: $N_{\text{çp}} = \sigma_a A_{\text{net}} = 24 \times 278 = 6672 > 2067$ uygun.

C3 kolonlarında $G+Q\pm 2E$ için $N_{b \max} = 3244 \text{ kN}$, $N_{\text{ç} \max} = 1957 \text{ kN}$ seçilen kesit Kolon260 için, $A = 225 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}}, 480/6.77 = 70, \omega = 1.47$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{\text{bem}} A = 1.7 \times (16/1.47) \times 225 = 4163 > 3244$ uygun

Eksenel çekme kapasitesi: $N_{\text{çp}} = \sigma_a A_{\text{net}} = 24 \times 225 = 5400 > 1957$ uygun.

C4 kolonlarında $G+Q\pm 2E$ için $N_{\max} = 1468 \text{ kN}$, seçilen kesit Kolon260 için, $A = 225 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}}, 480/6.77 = 70, \omega = 1.47$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{\text{bem}} A = 1.7 \times (16/1.47) \times 225 = 4163 > 1468$ uygun.

2.Katta

C1 kolonlarında $G+Q\pm 2E$ için $N_{b \max} = 1712 \text{ kN}$,

$N_{\text{ç} \max} = 844 \text{ kN}$, seçilen kesit Kolon240 için, $A = 189 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}}, 480/6.06 = 80, \omega = 1.61$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{\text{bem}} A = 1.7 \times (16/1.61) \times 189 = 3193 > 1712$ uygun.

Eksenel çekme kapasitesi: $N_{\text{çp}} = \sigma_a A_{\text{net}} = 24 \times 189 = 4536 > 844$ uygun.

C2 kolonlarında $G+Q\pm 2E$ için $N_{b \max} = 2694 \text{ kN}$, $N_{\text{ç} \max} = 1499 \text{ kN}$, seçilen kesit Kolon260 için, $A = 225 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}}, 480/6.77 = 71, \omega = 1.49$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{\text{bem}} A = 1.7 \times (16/1.49) \times 225 = 4107 > 2694$ uygun.

Eksenel çekme kapasitesi: $N_{\text{çp}} = \sigma_a A_{\text{net}} = 24 \times 225 = 5400 > 1499$ uygun.

C3 kolonlarında $G+Q\pm 2E$ için $N_{b \max} = 2529 \text{ kN}$, $N_{\check{\max}} = 1417 \text{ kN}$ seçilen kesit Kolon260 için, $A = 225 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}}, 480/6.77 = 71, \omega = 1.49$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{bem} A = 1.7 \times (16/1.49) \times 278 = 4107 > 2529$ uygun.

Eksenel çekme kapasitesi: $N_{\check{p}} = \sigma_a A_{\text{net}} = 24 \times 225 = 5400 > 1417$ uygun.

C4 kolonlarında $G+Q\pm 2E$ için $N_{\max} = 1283 \text{ kN}$, seçilen kesit Kolon260 için, $A = 225 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}}, 480/6.77 = 71, \omega = 1.49$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{bem} A = 1.7 \times (16/1.49) \times 225 = 4107 > 1283$ uygun

3.Katta

C1 kolonlarında $G+Q\pm 2E$ için $N_{b \max} = 1243 \text{ kN}$,

$N_{\check{\max}} = 515 \text{ kN}$, seçilen kesit Kolon220 için, $A = 148 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}}, 480/5.48 = 88, \omega = 1.74$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{bem} A = 1.7 \times (16/1.74) \times 148 = 2313 > 1243$ uygun.

Eksenel çekme kapasitesi: $N_{\check{p}} = \sigma_a A_{\text{net}} = 24 \times 148 = 3552 > 515$ uygun.

C2 kolonlarında $G+Q\pm 2E$ için $N_{b \max} = 2035 \text{ kN}$, $N_{\check{\max}} = 1008 \text{ kN}$, seçilen kesit Kolon260 için, $A = 225 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}}, 480/6.77 = 71, \omega = 1.49$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{bem} A = 1.7 \times (16/1.49) \times 225 = 4107 > 2035$ uygun.

Eksenel çekme kapasitesi: $N_{\check{p}} = \sigma_a A_{\text{net}} = 24 \times 225 = 5400 > 1008$ uygun.

C3 kolonlarında $G+Q\pm 2E$ için $N_{b \max} = 1878 \text{ kN}$, $N_{\text{ç} \max} = 938 \text{ kN}$ seçilen kesit Kolon240 için, $A = 189 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}}, 480/6.06 = 80, \omega = 1.61$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{\text{bem}} A = 1.7 \times (16/1.61) \times 189 = 3193 > 1878 \text{ uygun.}$

Eksenel çekme kapasitesi: $N_{\text{çp}} = \sigma_a A_{\text{net}} = 24 \times 189 = 4536 > 938 \text{ uygun.}$

C4 kolonlarında $G+Q\pm 2E$ için $N_{\max} = 1100 \text{ kN}$, seçilen kesit Kolon260 için, $A = 225 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}}, 480/6.77 = 71, \omega = 1.49$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{\text{bem}} A = 1.7 \times (16/1.49) \times 225 = 4107 > 1100 \text{ uygun}$

4.Katta

C1 kolonlarında $G+Q\pm 2E$ için $N_{b \max} = 879 \text{ kN}$,

$N_{\text{ç} \max} = 284 \text{ kN}$, seçilen kesit Kolon200 için, $A = 121 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}}, 480/5.04 = 96, \omega = 1.88$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{\text{bem}} A = 1.7 \times (16/1.88) \times 121 = 1750 > 879 \text{ uygun.}$

Eksenel çekme kapasitesi: $N_{\text{çp}} = \sigma_a A_{\text{net}} = 24 \times 148 = 3552 > 284 \text{ uygun.}$

C2 kolonlarında $G+Q\pm 2E$ için $N_{b \max} = 1456 \text{ kN}$, $N_{\text{ç} \max} = 605 \text{ kN}$, seçilen kesit Kolon240 için, $A = 189 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}}, 480/6.06 = 80, \omega = 1.61$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{\text{bem}} A = 1.7 \times (16/1.61) \times 189 = 3193 > 1456 \text{ uygun.}$

Eksenel çekme kapasitesi: $N_{\text{çp}} = \sigma_a A_{\text{net}} = 24 \times 189 = 4536 > 605 \text{ uygun.}$

C3 kolonlarında $G+Q\pm 2E$ için $N_{b \max} = 1307 \text{ kN}$, $N_{\text{ç} \max} = 537 \text{ kN}$ seçilen kesit Kolon220 için, için, $A = 148 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}}, 480/5.48 = 88, \omega = 1.74$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{\text{bem}} A = 1.7 \times (16/1.74) \times 148 = 2313 > 1307$ uygun.

Eksenel çekme kapasitesi: $N_{\text{çp}} = \sigma_a A_{\text{net}} = 24 \times 148 = 3552 > 537$ uygun

C4 kolonlarında $G+Q\pm 2E$ için $N_{\max} = 917 \text{ kN}$, seçilen kesit Kolon260 için, $A = 225 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}}, 480/6.77 = 71, \omega = 1.49$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{\text{bem}} A = 1.7 \times (16/1.49) \times 225 = 4107 > 917$ uygun

5.Katta

C1 kolonlarında $G+Q\pm 2E$ için $N_{b \max} = 562 \text{ kN}$,

$N_{\text{ç} \max} = 90 \text{ kN}$, seçilen kesit Kolon160 için, $A = 95 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}}, 480/4.63 = 104, \omega = 2.05$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{\text{bem}} A = 1.7 \times (16/2.05) \times 95 = 1260 > 562$ uygun.

Eksenel çekme kapasitesi: $N_{\text{çp}} = \sigma_a A_{\text{net}} = 24 \times 95 = 2280 > 90$ uygun.

C2 kolonlarında $G+Q\pm 2E$ için $N_{b \max} = 950 \text{ kN}$, $N_{\text{ç} \max} = 282 \text{ kN}$, seçilen kesit Kolon220 için, için, $A = 148 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}}, 480/5.48 = 88, \omega = 1.74$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{\text{bem}} A = 1.7 \times (16/1.74) \times 148 = 2313 > 950$ uygun.

Eksenel çekme kapasitesi: $N_{\text{çp}} = \sigma_a A_{\text{net}} = 24 \times 148 = 3552 > 282$ uygun.

C3 kolonlarında $G+Q\pm 2E$ için $N_{b \max} = 834 \text{ kN}$, $N_{\check{\max}} = 231 \text{ kN}$ seçilen kesit Kolon200 için, $A = 121 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}}, 480/5.04 = 96, \omega = 1.88$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{bem} A = 1.7 \times (16/1.88) \times 121 = 1750 > 834$ uygun.

Eksenel çekme kapasitesi: $N_{\check{p}} = \sigma_a A_{\text{net}} = 24 \times 121 = 2904 > 231$ uygun

C4 kolonlarında $G+Q\pm 2E$ için $N_{\max} = 733 \text{ kN}$, seçilen kesit Kolon240 için, $A = 189 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}}, 480/6.06 = 80, \omega = 1.61$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{bem} A = 1.7 \times (16/1.61) \times 189 = 3193 > 733$ uygun

6.Katta

C1 kolonlarında 5.kattan yukarıdaki kolonlar aynı kesit olduğundan hesap yapmaya gerek yoktur.

C2 kolonlarında $G+Q\pm 2E$ için $N_{b \max} = 528 \text{ kN}$, $N_{\check{\max}} = 51 \text{ kN}$, seçilen kesit Kolon160 için, $A = 95 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}}, 480/4.63 = 104, \omega = 2.05$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{bem} A = 1.7 \times (16/2.05) \times 95 = 1260 > 528$ uygun.

Eksenel çekme kapasitesi: $N_{\check{p}} = \sigma_a A_{\text{net}} = 24 \times 95 = 2280 > 51$ uygun.

C3 kolonlarında $G+Q\pm 2E$ için $N_{b \max} = 490 \text{ kN}$, $N_{\check{\max}} = 52 \text{ kN}$ seçilen kesit Kolon160 için, $A = 95 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}}, 480/4.63 = 104, \omega = 2.05$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{bem} A = 1.7 \times (16/2.05) \times 95 = 1260 > 490$ uygun.

Eksenel çekme kapasitesi: $N_{cp} = \sigma_a A_{net} = 24 \times 95 = 2280 > 52$ uygun

C4 kolonlarında $G+Q\pm 2E$ için $N_{max} = 550$ kN, seçilen kesit Kolon220 için, $A = 148 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{min}}, 480/5.48 = 88, \omega = 1.74$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{bem} A = 1.7 \times (16/1.74) \times 148 = 2313 > 550$ uygun

7.Katta

C2 kolonlarında 6.kattan yukarıdaki kolonlar aynı kesit olduğundan hesap yapmaya gerek yoktur.

C3 kolonlarında 6.kattan yukarıdaki kolonlar aynı kesit olduğundan hesap yapmaya gerek yoktur.

C4 kolonlarında $G+Q\pm 2E$ için $N_{max} = 366$ kN, seçilen kesit Kolon200 için, $A = 121 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{min}}, 480/5.04 = 95, \omega = 1.86$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{bem} A = 1.7 \times (16/1.86) \times 121 = 1769 > 366$ uygun

8.Katta

C4 kolonlarında $G+Q\pm 2E$ için $N_{max} = 182$ kN, seçilen kesit Kolon160 için , $A = 95 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{min}}, 480/4.63 = 104, \omega = 2.05$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{bem} A = 1.7 \times (16/2.05) \times 95 = 1260 > 182$ uygun.

SDNS için enkesit koşullarının sağlanması

1.SDNS için eğilme etkisindeki I kesitlerde b/t için sınır değer:

$$0.4\sqrt{E_s/\sigma_a} = 11.83 \text{ olup}$$

Seçilen IPE 360 için $b/t = 85/12.7 = 6.69 < 11.83$ uygun.

2.SDNS'de eğilme etkisindeki kesitlerde h/t_w için sınır değeri;

$$4.0\sqrt{E_s/\sigma_a} = 118.3$$

Seçilen kesit IPE 360 için $h/t_w = 298/8 = 37.25 < 118.3$ uygun.

3.SDNS'de eğilme ve eksenel basınç etkisindeki I kesitleri için sınır değeri:

$|N_d/\sigma_a A| \leq 0.10$ için sınır değeri;

$$4.0\sqrt{E_s/\sigma_a} \left(1 - 1.7 \left| \frac{N_d}{\sigma_a A} \right| \right)$$

$|N_d/\sigma_a A| > 0.10$ için sınır değeri;

$$1.66\sqrt{E_s/\sigma_a} \left(2.1 - \left| \frac{N_d}{\sigma_a A} \right| \right)$$

1.katta C2 kolonunda maximum eksenel kuvvet 4274 kN'dur. Kolon300 için $A = 300 \text{ cm}^2$

$|N_d/\sigma_a A| = 4274/(24 \times 300) = 0.59 > 0.10$ için sınır değeri;

$$1.66\sqrt{E_s/\sigma_a} \left(2.1 - \left| \frac{N_d}{\sigma_a A} \right| \right) = 73.94 \text{ olup seçilen kesit Kolon300 için } h/t_w = 280/30 = 9.33 \text{ olup}$$

sınır içerisinde kaldığı için uygundur. Bu şekilde tüm kolonlar için kontrol yapılır. Aşağıdaki çizelgelerde tüm kolonların bu koşulu sağladığı görülmektedir.

Çizelge 4.42 SDNS C1 kolonu için enkesit koşulu

Kat	C1	$N_{\max}$ kN	h/t_w	Sınır Değer	$ N_d/\sigma_a A $
Z	260	2934	6.8	76.23	0.54
1	240	2261	7.2	78.43	0.50
2	240	1712	7.2	84.35	0.38
3	220	1243	9.5	85.70	0.35
4	200	879	12.9	88.01	0.30
5	160	562	20	90.77	0.25
6	160	313	20	96.11	0.14
7	160	156	20	104.27	0.07
8	160	32	20	115.18	0.01

Çizelge 4.43 SDNS C2 kolonu için enkesit koşulu

Kat	C2	$N_{\max}$ kN	h/t_w	Sınır Değer	$ N_d/\sigma_a A $
Z	300	4274	6.7	73.77	0.59
1	280	3443	6	77.57	0.52
2	260	2694	6.8	78.41	0.50
3	260	2035	6.8	84.38	0.38
4	240	1456	7.2	87.12	0.32
5	220	950	9.5	89.74	0.27
6	160	528	20	91.50	0.23
7	160	284	20	96.74	0.12
8	160	143	20	105.42	0.06

Çizelge 4.44 SDNS C3 kolonu için enkesit koşulu

Kat	C3	$N_{\max}$ kN	h/t_w	Sınır Değer	$ N_d/\sigma_a A $
Z	280	4053	6	73.09	0.61
1	260	3245	6.8	73.41	0.60
2	260	2529	6.8	79.90	0.47
3	240	1878	9	82.56	0.41
4	220	1307	9.5	84.82	0.37
5	200	834	12.93	88.77	0.29
6	160	490	20	92.31	0.21
7	160	273	20	96.97	0.12
8	160	121	20	107.35	0.05

Çizelge 4.45 SDNS C4 kolonu için enkesit koşulu

Kat	C4	N _{max} kN	h/t _w	Sınır Değer	$ N_d/\sigma_a A $
Z	260	2934	6.8	76.23	0.54
1	260	2261	6.8	82.33	0.42
2	260	1712	6.8	87.31	0.32
3	260	1243	6.8	91.56	0.23
4	260	879	6.8	94.87	0.16
5	240	562	7.2	96.77	0.12
6	220	313	9.5	100.32	0.09
7	200	156	12.9	107.22	0.05
8	180	32	16.3	115.18	0.01

4.3.3 DBYBHY 2006 SDYS

4.3.3.1 X-X Yönü Deprem Hesabı

Sistem Sap 2000 ile çözülmüş, bulunan M, Q, N kesit tesirlerine göre kesit seçimi ise TS-648'e göre yapılmıştır.

Çizelge 4.46 DBYBHY SDYS X-X yönü yapıya etkileyen eşdeğer deprem yükünün katlara dağılımı

Kat	H(m)	W(kN)	W*H	$\frac{W*H}{\sum W*H}$	F(kN)
Çatı	36	4043	145548	0.200	924.23
8	32	4043	129376	0.178	603.22
7	28	4043	113204	0.156	527.81
6	24	4043	97032	0.133	452.41
5	20	4043	80860	0.111	377.01
4	16	4043	64688	0.089	301.61
3	12	4043	48516	0.067	226.21
2	8	4043	32344	0.044	150.80
1	4	4043	16172	0.022	75.40
Toplam		36387	727740	1.000	3638.70

Çizelge 4.47 DBYBHY SDYS X-X yönü denk (3.13)'e göre T'nin bulunması

Kat	F(kN)	M _i	d _i (m)	F×d	m _i ×d _i ²
Çatı	924.23	412.13	0.1162	107.396	5.565
8	603.22	412.13	0.1009	60.864	4.196
7	527.81	412.13	0.0845	44.600	2.943
6	452.41	412.13	0.0682	30.854	1.917
5	377.01	412.13	0.0524	19.755	1.132
4	301.61	412.13	0.0373	11.250	0.573
3	226.21	412.13	0.0246	5.565	0.249
2	150.80	412.13	0.0137	2.066	0.077
1	75.40	412.13	0.0053	0.400	0.012
Toplam	3638.70			282.750	16.664

$$T = 2\pi \left[\sum_{i=1}^N (m_i d_n^2) \sum_{i=1}^N (F_n d_n) \right]^{1/2} = 1.52 \text{ alınarak devam edilmiştir.}$$

Çizelge 4.48 DBYBHY SDYS X-X yönü yeni T'ye göre katlara etkiyen eşdeğer deprem yükü

Kat	H(m)	W(kN)	W*H	W*H/ Σ W*H	F(kN)	Vt(kN)	Mx (kNm)
Çatı	36	4043	145548	0.200	419.58	1651.88	503.49
8	32	4043	129376	0.178	273.84	1651.88	328.61
7	28	4043	113204	0.156	239.61	1651.88	287.54
6	24	4043	97032	0.133	205.38	1651.88	246.46
5	20	4043	80860	0.111	171.15	1651.88	205.38
4	16	4043	64688	0.089	136.92	1651.88	164.31
3	12	4043	48516	0.067	102.69	1651.88	123.23
2	8	4043	32344	0.044	68.46	1651.88	82.15
1	4	4043	16172	0.022	34.23	1651.88	41.08
Toplam		36387	727740	1.000	1651.88	1651.88	

Çizelge 4.49 DBYBHY SDYS X-X yönü denk. (3.22)'e göre görel kat ötelemesi sınırları hesabı

d _i	Δ _i =d _i -d _{i-1}	R×Δ _i	R×Δ _i / h
0.0545	0.0071	0.0426	0.0071
0.0474	0.0077	0.0462	0.0077
0.0397	0.0077	0.0462	0.0077
0.0320	0.0074	0.0444	0.0074
0.0246	0.0070	0.0420	0.0070
0.0176	0.0060	0.0360	0.0060
0.0116	0.0051	0.0306	0.0051
0.0065	0.0040	0.0240	0.0040
0.0025	0.0025	0.0150	0.0025

$R \times (\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02$ koşulunu sağlamaktadır. ($R = 6$)

$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{\max} / (\Delta_i)_{\text{ort}} < 1.2$ olduğundan A1 tipi burulma düzensizliği yoktur.

$\eta_{ki} = (\Delta_i / h_i)_{\text{ort}} / (\Delta_{i+1} / h_{i+1})_{\text{ort}} > 2.0$ B2 türü burulma düzensizliği durumu.

$0.0040 / 0.0025 = 1.6$ olduğundan B2 türü burulma düzensizliği de yoktur.

4.3.3.2 Y-Y Yönü Deprem Hesabı

Çizelge 4.50 DBYBHY SDYS Y-Y yönü yapıya etkileyen eşdeğer deprem yükünün katlara dağılımı

Kat	H(m)	W(kN)	W*H	$\frac{W*H}{\sum W*H}$	F(kN)
Çatı	36	4043	145548	0.200	924.23
8	32	4043	129376	0.178	603.22
7	28	4043	113204	0.156	527.81
6	24	4043	97032	0.133	452.41
5	20	4043	80860	0.111	377.01
4	16	4043	64688	0.089	301.61
3	12	4043	48516	0.067	226.21
2	8	4043	32344	0.044	150.80
1	4	4043	16172	0.022	75.40
Toplam		36387	727740	1.000	3638.70

Çizelge 4.51 DBYBHY SDYS Y-Y yönü denk (3.13)'e göre T'nin bulunması

Kat	F(kN)	M _i	d _i (m)	F×d	m _i ×d _i ²
Çatı	924.23	412.13	0.0844	78.005	2.936
8	603.22	412.13	0.0741	44.698	2.263
7	527.81	412.13	0.0627	33.094	1.620
6	452.41	412.13	0.0512	23.163	1.080
5	377.01	412.13	0.0398	15.005	0.653
4	301.61	412.13	0.0287	8.656	0.339
3	226.21	412.13	0.0191	4.321	0.150
2	150.80	412.13	0.0109	1.644	0.049
1	75.40	412.13	0.0043	0.324	0.008
Toplam	3638.70			208.910	9.098

$$T = 2\pi \left[\sum_{i=1}^N (m_i d_n^2) \sum_{i=1}^N (F_n d_n) \right]^{1/2} = 1.31 \text{ alınarak devam edilmiştir.}$$

Çizelge 4.52 DBYBHY SDYS Y-Y yeni T'ye göre katlara etkiyen eşdeğer deprem yükü

Kat	H(m)	W(kN)	W*H	W*H/ Σ W*H	F(kN)	Vt(kN)	My (kNm)
Çatı	36	4043	145548	0.200	473.54	1864.32	568.24
8	32	4043	129376	0.178	309.06	1864.32	370.88
7	28	4043	113204	0.156	270.43	1864.32	324.52
6	24	4043	97032	0.133	231.80	1864.32	278.16
5	20	4043	80860	0.111	193.16	1864.32	231.80
4	16	4043	64688	0.089	154.53	1864.32	185.44
3	12	4043	48516	0.067	115.90	1864.32	139.08
2	8	4043	32344	0.044	77.27	1864.32	92.72
1	4	4043	16172	0.022	38.63	1864.32	46.36
Toplam		36387	727740	1.000	1864.32	1864.32	

Çizelge 4.53 DBYBHY SDYS Y-Y denk. (3.22)'e göre görelî kat ötelemesi sınırları hesabı

d_i	$\Delta_i = d_i - d_{i-1}$	$R \times \Delta_i$	$R \times \Delta_i / h$
0.0428	0.0059	0.0354	0.0059
0.0369	0.0051	0.0306	0.0051
0.0318	0.0058	0.0348	0.0058
0.0260	0.0062	0.0372	0.0062
0.0198	0.0056	0.0336	0.0056
0.0142	0.0049	0.0294	0.0049
0.0093	0.0039	0.0234	0.0039
0.0054	0.0033	0.0198	0.0033
0.0021	0.0021	0.0126	0.0021

$R \times (\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02$ koşulunu sağlamaktadır.

$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{\max} / (\Delta_i)_{\text{ort}} < 1.2$ olduğundan A1 tipi burulma düzensizliği yoktur.

$\eta_{ki} = (\Delta_i / h_i)_{\text{ort}} / (\Delta_{i+1} / h_{i+1})_{\text{ort}} > 2.0$ B2 türü burulma düzensizliği durumu.

$0.0033 / 0.0021 = 1.57$ olduğundan B2 türü burulma düzensizliği de yoktur.

Çizelge 4.54 DBYBHY SDYS için C3 kolonunun değerleri

Kolon	Kolondaki mesafe(m)	Kombinasyon	N(kN)	V ₂ (kN)	V ₃ (kN)	T(kN)	M ₂ (kNm)	M ₃ (kNm)
C3	0	0.9G	-708.71	4.88	-2.87	6.92E-07	-3.79	6.28
C3	4	0.9G	-708.71	4.88	-2.87	6.92E-07	7.68	-13.25
C3	0	Pd	-1102.44	7.60	-4.46	1.08E-06	-5.90	9.77
C3	4	Pd	-1102.44	7.60	-4.46	1.08E-06	11.94	-20.62
C3	0	G+Q+Ex	-1257.33	6.80	-9.32	0.0022	-21.03	9.57
C3	4	G+Q+Ex	-1257.33	6.80	-9.32	0.0022	16.24	-17.63
C3	0	G+Q+Ey	533.86	16.89	-3.64	0.0025	-4.58	38.56
C3	4	G+Q+Ey	533.86	16.89	-3.64	0.0025	9.96	-28.99
C3	0	G+Q-Ex	-317.59	4.05	2.94	-0.0022	12.60	4.38
C3	4	G+Q-Ex	-317.59	4.05	2.94	-0.0022	0.82	-11.82
C3	0	G+Q-Ey	-2108.78	-6.03	-2.74	-0.0025	-3.85	-24.60
C3	4	G+Q-Ey	-2108.78	-6.03	-2.74	-0.0025	7.10	-0.47
C3	0	0.9G-Ey	-2030.03	-6.58	-2.42	-0.0025	-3.43	-25.30
C3	4	0.9G-Ey	-2030.03	-6.58	-2.42	-0.0025	6.25	1.00
C3	0	0.9G+Ey	612.60	16.34	-3.32	0.0025	-4.16	37.86
C3	4	0.9G+Ey	612.60	16.34	-3.32	0.0025	9.10	-27.51
C3	0	0.9G+Ex	-1178.59	6.26	-9.00	0.0022	-20.61	8.87
C3	4	0.9G+Ex	-1178.59	6.26	-9.00	0.0022	15.38	-16.16
C3	0	0.9G-Ex	-238.84	3.51	3.26	-0.0022	13.02	3.68
C3	4	0.9G-Ex	-238.84	3.51	3.26	-0.0022	-0.03	-10.35
C3	0	G+Q+2Ex	-1727.21	8.18	-15.45	0.0043	-37.84	12.16
C3	4	G+Q+2Ex	-1727.21	8.18	-15.45	0.0043	23.94	-20.54
C3	0	G+Q+2Ey	1855.17	28.35	-4.08	0.0049	-4.95	70.13
C3	4	G+Q+2Ey	1855.17	28.35	-4.08	0.0049	11.39	-43.24
C3	0	G+Q-2Ex	152.29	2.68	9.07	-0.0043	29.41	1.79
C3	4	G+Q-2Ex	152.29	2.68	9.07	-0.0043	-6.88	-8.92
C3	0	G+Q-2Ey	-3430.09	-17.49	-2.29	-0.0049	-3.49	-56.18
C3	4	G+Q-2Ey	-3430.09	-17.49	-2.29	-0.0049	5.67	13.79
C3	0	0.9G-2Ey	-3351.34	-18.04	-1.97	-0.0049	-3.06	-56.88
C3	4	0.9G-2Ey	-3351.34	-18.04	-1.97	-0.0049	4.82	15.26
C3	0	0.9G+2Ey	1933.92	27.80	-3.76	0.0049	-4.53	69.44
C3	4	0.9G+2Ey	1933.92	27.80	-3.76	0.0049	10.53	-41.77
C3	0	0.9G+2Ex	-1648.46	7.63	-15.13	0.0043	-37.42	11.47
C3	4	0.9G+2Ex	-1648.46	7.63	-15.13	0.0043	23.09	-19.07
C3	0	0.9G-2Ex	231.03	2.13	9.39	-0.0043	29.83	1.09
C3	4	0.9G-2Ex	231.03	2.13	9.39	-0.0043	-7.73	-7.44

Çizelge 4.55 DBYBHY SDYS için K121 kirişinin değerleri

Kiriş	Kirişdeki mesafe(m)	Kombinasyon	N(kN)	V ₂ (kN)	V ₃ (kN)	T(kN)	M ₂ (kNm)	M ₃ (kNm)
K121	0	0.9G	0	-58.01	0	-0.00039	0	-73.76
K121	1.998	0.9G	0	-50.82	0	-0.00039	0	34.96
K121	3	0.9G	0	-2.21	0	-0.00039	0	38.98
K121	3.996	0.9G	0	1.38	0	-0.00039	0	39.39
K121	6	0.9G	0	53.59	0	-0.00039	0	-60.78
K121	0	Pd	0	-90.24	0	-0.0006	0	-114.74
K121	1.998	Pd	0	-79.05	0	-0.0006	0	54.38
K121	3	Pd	0	-3.44	0	-0.0006	0	60.63
K121	3.996	Pd	0	2.14	0	-0.0006	0	61.27
K121	6	Pd	0	83.37	0	-0.0006	0	-94.54
K121	0	G+Q+Ex	0	-64.59	-5.7E-17	-0.0007	-1.2E-16	-82.36
K121	1.998	G+Q+Ex	0	-56.60	-5.7E-17	-0.0007	-3.6E-18	38.71
K121	3	G+Q+Ex	0	-2.59	-5.7E-17	-0.0007	5.38E-17	43.31
K121	3.996	G+Q+Ex	0	1.39	-5.7E-17	-0.0007	1.11E-16	43.91
K121	6	G+Q+Ex	0	59.41	-5.7E-17	-0.0007	2.26E-16	-67.11
K121	0	G+Q+Ey	0	-59.10	0	-0.00054	-6.9E-18	-66.60
K121	1.998	G+Q+Ey	0	-51.11	0	-0.00054	-6.9E-18	43.50
K121	3	G+Q+Ey	0	2.90	0	-0.00054	-6.9E-18	42.61
K121	3.996	G+Q+Ey	0	6.88	0	-0.00054	-6.9E-18	37.74
K121	6	G+Q+Ey	0	64.90	0	-0.00054	-6.9E-18	-84.28
K121	0	G+Q-Ex	0	-64.32	5.73E-17	-0.00017	1.18E-16	-81.55
K121	1.998	G+Q-Ex	0	-56.33	5.73E-17	-0.00017	3.58E-18	38.97
K121	3	G+Q-Ex	0	-2.32	5.73E-17	-0.00017	-5.4E-17	43.30
K121	3.996	G+Q-Ex	0	1.67	5.73E-17	-0.00017	-1.1E-16	43.62
K121	6	G+Q-Ex	0	59.68	5.73E-17	-0.00017	-2.3E-16	-67.95
K121	0	G+Q-Ey	0	-69.81	0	-0.00032	6.94E-18	-97.31
K121	1.998	G+Q-Ey	0	-61.81	0	-0.00032	6.94E-18	34.18
K121	3	G+Q-Ey	0	-7.81	0	-0.00032	6.94E-18	44.01
K121	3.996	G+Q-Ey	0	-3.82	0	-0.00032	6.94E-18	49.80
K121	6	G+Q-Ey	0	54.20	0	-0.00032	6.94E-18	-50.78
K121	0	0.9G-Ey	0	-63.36	0	-0.00028	6.94E-18	-89.11
K121	1.998	0.9G-Ey	0	-56.17	0	-0.00028	6.94E-18	30.29
K121	3	0.9G-Ey	0	-7.56	0	-0.00028	6.94E-18	39.68
K121	3.996	0.9G-Ey	0	-3.97	0	-0.00028	6.94E-18	45.42
K121	6	0.9G-Ey	0	48.24	0	-0.00028	6.94E-18	-44.03
K121	0	0.9G+Ey	0	-52.66	0	-0.0005	-6.9E-18	-58.40
K121	1.998	0.9G+Ey	0	-45.46	0	-0.0005	-6.9E-18	39.62
K121	3	0.9G+Ey	0	3.14	0	-0.0005	-6.9E-18	38.28
K121	3.996	0.9G+Ey	0	6.73	0	-0.0005	-6.9E-18	33.36
K121	6	0.9G+Ey	0	58.94	0	-0.0005	-6.9E-18	-77.53
K121	0	0.9G+Ex	0	-58.15	-5.7E-17	-0.00065	-1.2E-16	-74.16
K121	1.998	0.9G+Ex	0	-50.95	-5.7E-17	-0.00065	-3.6E-18	34.83
K121	3	0.9G+Ex	0	-2.35	-5.7E-17	-0.00065	5.38E-17	38.98
K121	3.996	0.9G+Ex	0	1.24	-5.7E-17	-0.00065	1.11E-16	39.53
K121	6	0.9G+Ex	0	53.46	-5.7E-17	-0.00065	2.26E-16	-60.36
K121	0	0.9G-Ex	0	-57.87	5.73E-17	-0.00012	1.18E-16	-73.36
K121	1.998	0.9G-Ex	0	-50.68	5.73E-17	-0.00012	3.58E-18	35.09
K121	3	0.9G-Ex	0	-2.07	5.73E-17	-0.00012	-5.4E-17	38.97

Çizelge 4.56 DBYBHY SDYS için B213 çaprazının değerleri

Çapraz	Çaprazdaki mesafe(m)	Kombinasyon	N(kN)	V ₂ (kN)	V ₃ (kN)	T(kN)	M ₂ (kNm)	M ₃ (kNm)
B213	0	0.9G	-25.92	0	0	-0.00042	0	0
B213	5	0.9G	-25.92	0	0	-0.00042	0	0
B213	0	Pd	-40.32	0	0	-0.00066	0	0
B213	5	Pd	-40.32	0	0	-0.00066	0	0
B213	0	G+Q+Ex	-99.43	0	0	-0.00079	0	0
B213	5	G+Q+Ex	-99.43	0	0	-0.00079	0	0
B213	0	G+Q+Ey	-394.17	0	0	-0.00011	0	0
B213	5	G+Q+Ey	-394.17	0	0	-0.00011	0	0
B213	0	G+Q-Ex	41.82	0	0	-0.00015	0	0
B213	5	G+Q-Ex	41.82	0	0	-0.00015	0	0
B213	0	G+Q-Ey	336.56	0	0	-0.00083	0	0
B213	5	G+Q-Ey	336.56	0	0	-0.00083	0	0
B213	0	0.9G-Ey	339.44	0	0	-0.00078	0	0
B213	5	0.9G-Ey	339.44	0	0	-0.00078	0	0
B213	0	0.9G+Ey	-391.29	0	0	-6.3E-05	0	0
B213	5	0.9G+Ey	-391.29	0	0	-6.3E-05	0	0
B213	0	0.9G+Ex	-96.54	0	0	-0.00074	0	0
B213	5	0.9G+Ex	-96.54	0	0	-0.00074	0	0
B213	0	0.9G-Ex	44.70	0	0	-0.0001	0	0
B213	5	0.9G-Ex	44.70	0	0	-0.0001	0	0

Basınca çalışan çaprazların narinlik oranı SDYS’de $5.87\sqrt{E_s/\sigma_a} = 173$ ’den büyük olamaz koşulu bulunmaktadır.

B213 için seçilen kesit IPB 180;

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}} = \frac{500}{4.57} = 110, \omega = 2.20 \text{ (iki ucu mafsallı çapraz } \ell_b = 1.0\ell \text{)}$$

$\sigma = \frac{394.17 \times 2.2}{65.3} = 13.28 \text{ kN/m}^2 < 16 \text{ kN/m}^2$ uygun. Bu şekilde zemin kat, 1,2 ve 3.katlar için IPB 180, 4,5 ve 6.katlar için IPB 160, diğer katlar için ise IPB 140 seçilmiştir.

$$\text{Seçilen kiriş kesiti IPE 360 için; } \sigma = \frac{M_{\max}}{W_x} = \frac{11474}{904} = 12.58 \text{ kN/cm}^2 \leq 14 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau_{\max} = \frac{T}{h_1 \times t_w} = \frac{90.24}{29.8 \times 0.8} = 3.79 \text{ kN/cm}^2 \leq 9 \text{ kN/cm}^2$$

Sehim kontrolü; $f = 0.5013 \text{ cm} < 2 \text{ cm}$ ($l = 600\text{cm}$)

Kolonkesitleri TS-648 ile seçilir. Seçilen kesitler aşağıdaki çizelgede gösterilmiştir.

Çizelge 4.57 DBYBHY SDYS kolonların kesitleri

DBYBHY SDNS				
Kat	C1	C2	C3	C4
Z	Kolon260	Kolon280	Kolon280	Kolon260
1	Kolon240	Kolon260	Kolon260	Kolon260
2	Kolon220	Kolon260	Kolon240	Kolon260
3	Kolon200	Kolon240	Kolon240	Kolon260
4	Kolon180	Kolon240	Kolon220	Kolon240
5	Kolon160	Kolon200	Kolon200	Kolon240
6	Kolon160	Kolon180	Kolon160	Kolon220
7	Kolon160	Kolon160	Kolon160	Kolon200
8	Kolon160	Kolon160	Kolon160	Kolon160

4.3.3.3 DBYBHY 2006 SDYS güçlü kolon zayıf kiriş koşulu

X-X eksenine göre

Zemin kat C2 kolonu

Tüm katlarda seçilen profil IPE 360

IPE 360 için, $W_{px} = 1020 \text{ cm}^3$

Zemin kat C2 kolonu TS-648 ile Seçilen kolon kesit Kolon280

$W_{px} = 2707 \text{ cm}^3$

Kirişin plastikleşme momenti :

Kirişin ucunda plastikleşme momentleri ;

$$M_{pxi} = M_{pxj} = \sigma_a W_{pxb} = 24 \times 1020 = 24480 \text{ kNcm}$$

Kolonun plastikleşme momenti :

Plastikleşme Normal Kuvveti ,

$$N_{\text{çp}} = \sigma_a A_{\text{net}} = 24 \times 278 = 6672 \text{ kN}$$

$$N_{\text{bp}} = 1.7 \times \sigma_{\text{bem}} \times A \text{ için,}$$

$$\sigma_{bem} = \frac{\sigma_{em}}{\omega} ,$$

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{min}} = \frac{480}{7.27} = 66 \text{ için tablodan okunan } \omega = 1.43$$

$$\sigma_{bem} = \frac{16}{1.43} = 11.18$$

$$N_{bp} = 1.7 \times \sigma_{bem} \times A = 1.7 \times 11.18 \times 278 = 5283 \text{ kN}$$

$$h_w = h - 2t_f = 26 - 2 \times 4 = 18 \text{ cm}$$

$$A_w = h_w \times t_w = 18 \times 3 = 54 \text{ cm}^2$$

.

Zemin kat kolonun üst ucunda $N = 2167 \text{ kN}$;

$$\frac{|N|}{N_p} = \frac{2167}{5283} = 0.410 \quad \frac{A_w}{A} = 0.194 \quad 1 \geq \frac{|N|}{N_p} > \frac{A_w}{A} \text{ ise tarafsız eksen}$$

flanşlar dan birinden geçiyor. Etkileşim denklemi ;

$$M_{pu} = \frac{A}{2} \left(1 - \frac{N_u}{N_p} \right) \left[h - \frac{A}{2b} \left(1 - \frac{N_u}{N_p} \right) \right] \sigma_a = \frac{278}{2} \left(1 - \frac{2167}{5283} \right) \left[240 - \frac{278}{2 \times 280} \left(1 - \frac{2167}{5283} \right) \right] \times 24 =$$

= 45422 kNcm olur.

1.Kat TS-648 ile seçilen kolon kesit Kolon260

$$W_{px} = 2046 \text{ cm}^3$$

1.kat C4 kolonu plastikleşme momenti :

Plastikleşme Normal Kuvveti ,

$$N_{\varphi p} = \sigma_a A_{net} = 24 \times 225 = 5400 \text{ kN}$$

$$N_{bp} = 1.7 \times \sigma_{bem} \times A \text{ için,}$$

$$\sigma_{bem} = \frac{\sigma_{em}}{\omega} ,$$

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{min}} = \frac{480}{6.77} = 71 \text{ için } \omega = 1.49$$

$$\sigma_{bem} = \frac{16}{1.49} = 10.74$$

$$N_p = 1.7 \times \sigma_{bem} \times A = 1.7 \times 10.74 \times 225 = 4108 \text{ kN}$$

$$h_w = h - 2t_f = 24 - 2 \times 3.5 = 17 \text{ cm}$$

$$A_w = h_w \times t_w = 17 \times 2.5 = 42.5 \text{ cm}^2$$

1. kat kolonun alt ucunda $N = 1783 \text{ kN}$;

$$\frac{|N|}{N_p} = \frac{1783}{4108} = 0.434 \quad \frac{A_w}{A} = \frac{42.5}{225} = 0.188 \quad 1 \geq \frac{|N|}{N_p} > \frac{A_w}{A} \text{ ise tarafsız eksen}$$

flanşlardan birinden geçiyor. Etkileşim denklemi ;

$$M_{pa} = \frac{A}{2} \left(1 - \frac{N_u}{N_p} \right) \left[h - \frac{A}{2b} \left(1 - \frac{N_u}{N_p} \right) \right] \sigma_a = 32929 \text{ kNcm olur.}$$

$$(M_{pa} + M_{pu}) \geq 1.1 \times D_a \times (M_{pi} + M_{pj}) \quad D_a = 1.2$$

$$45422 + 32929 \geq 1.32 \times (24480 + 24480) \text{ olması gerekiyor.}$$

$78351 > 64627$ olduğundan güçlü kolon-zayıf kiriş koşulu sağlanıyor.

2.kat C4 kolonunun plastikleşme momenti :

Seçilen kesit Kolon260,

Plastikleşme Normal Kuvveti ,

$$N_{\zeta p} = \sigma_a A_{net} = 24 \times 225 = 5400 \text{ kN}$$

$$N_{bp} = 1.7 \times \sigma_{bem} \times A \text{ için,}$$

$$\sigma_{bem} = \frac{\sigma_{em}}{\omega} ,$$

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{min}} = \frac{480}{6.77} = 71 \text{ için } \omega = 1.49$$

$$\sigma_{bem} = \frac{16}{1.49} = 10.74$$

$$N_p = 1.7 \times \sigma_{bem} \times A = 1.7 \times 10.74 \times 225 = 4108 \text{ kN}$$

$$h_w = h - 2t_f = 24 - 2 \times 3.5 = 17 \text{ cm}$$

$$A_w = h_w \times t_w = 17 \times 2.5 = 42.5 \text{ cm}^2$$

2. kat kolonun alt ucunda $N = 1440 \text{ kN}$;

$$\frac{|N|}{N_p} = \frac{1480}{4108} = 0.35 \quad \frac{A_w}{A} = \frac{42.5}{225} = 0.188 \quad 1 \geq \frac{|N|}{N_p} > \frac{A_w}{A} \text{ ise tarafsız eksen}$$

flanşlardan birinden geçiyor. Etkileşim denklemi ;

$$M_{pa} = \frac{A}{2} \left(1 - \frac{N_u}{N_p} \right) \left[h - \frac{A}{2b} \left(1 - \frac{N_u}{N_p} \right) \right] \sigma_a = 37154 \text{ kNcm olur.}$$

$$(M_{pa} + M_{pü}) \geq 1.1 \times D_a \times (M_{pi} + M_{pj}) \quad D_a = 1.2$$

$$32929 + 37154 \geq 1.32 \times (24480 + 24480) \text{ olması gerekiyor.}$$

$70083 > 64627$ olduğundan güçlü kolon-zayıf kiriş koşulu sağlanıyor.

3.kat C4 kolonunun plastikleşme momenti :

Seçilen kesit Kolon240,

Plastikleşme Normal Kuvveti ,

$$N_{\zeta p} = \sigma_a A_{net} = 24 \times 2189 = 4536 \text{ kN}$$

$$N_{bp} = 1.7 \times \sigma_{bem} \times A \text{ için,}$$

$$\sigma_{bem} = \frac{\sigma_{em}}{\omega} ,$$

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{min}} = \frac{480}{6.06} = 80 \text{ için } \omega = 1.61$$

$$\sigma_{bem} = \frac{16}{1.61} = 9.94$$

$$N_p = 1.7 \times \sigma_{bem} \times A = 1.7 \times 9.94 \times 189 = 3193 \text{ kN}$$

$$h_w = h - 2t_f = 24 - 2 \times 3 = 18 \text{ cm}$$

$$A_w = h_w \times t_w = 18 \times 2.5 = 45 \text{ cm}^2$$

3. kat kolonun alt ucunda $N = 1125 \text{ kN}$;

$$\frac{|N|}{N_p} = \frac{1125}{3193} = 0.352 \quad \frac{A_w}{A} = \frac{45}{189} = 0.238 \quad 1 \geq \frac{|N|}{N_p} > \frac{A_w}{A} \text{ ise tarafsız eksen}$$

flanşlardan birinden geçiyor. Etkileşim denklemi ;

$$M_{pa} = \frac{A}{2} \left(1 - \frac{N_u}{N_p} \right) \left[h - \frac{A}{2b} \left(1 - \frac{N_u}{N_p} \right) \right] \sigma_a = 31508 \text{ kNcm olur.}$$

$36670 + 31508 \geq 1.32 \times (24480 + 24480)$ olması gerekiyor.

$68178 > 64627$ olduğundan güçlü kolon-zayıf kiriş koşulu sağlanıyor.

4.kat C4 kolonunun plastikleşme momenti :

Seçilen kesit Kolon240,

Plastikleşme Normal Kuvveti ,

$$N_{\zeta p} = \sigma_a A_{net} = 24 \times 2189 = 4536 \text{ kN}$$

$$N_{bp} = 1.7 \times \sigma_{bem} \times A \text{ için,}$$

$$\sigma_{bem} = \frac{\sigma_{em}}{\omega} ,$$

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}} = \frac{480}{6.06} = 80 \text{ için } \omega = 1.61$$

$$\sigma_{bem} = \frac{16}{1.61} = 9.94$$

$$N_p = 1.7 \times \sigma_{bem} \times A = 1.7 \times 9.94 \times 189 = 3193 \text{ kN}$$

$$h_w = h - 2t_f = 24 - 2 \times 3 = 18 \text{ cm}$$

$$A_w = h_w \times t_w = 18 \times 2.5 = 45 \text{ cm}^2$$

4. kat kolonun alt ucunda $N = 835 \text{ kN}$;

$$\frac{|N|}{N_p} = \frac{835}{3193} = 0.261 \quad \frac{A_w}{A} = \frac{45}{189} = 0.238 \quad 1 \geq \frac{|N|}{N_p} > \frac{A_w}{A} \text{ ise tarafsız eksen}$$

flanşlardan birinden geçiyor. Etkileşim denklemi ;

$$M_{pa} = \frac{A}{2} \left(1 - \frac{N_u}{N_p} \right) \left[h - \frac{A}{2b} \left(1 - \frac{N_u}{N_p} \right) \right] \sigma_a = 35327 \text{ kNcm olur.}$$

$31508 + 35327 \geq 1.32 \times (24504 + 24504)$ olması gerekiyor.

$66835 > 64690$ olduğundan güçlü kolon-zayıf kiriş koşulu sağlanıyor.

Y-Y eksenine göre

Zemin kat C2 kolonu

Tüm katlarda seçilen profil IPE 360.

IPE 360 için, $W_{px} = 1020 \text{ cm}^3$

Zemin kat C2 kolonu TS-648 ile Seçilen kolon kesit Kolon280

Kirişin plastikleşme momenti :

Kirişin ucunda plastikleşme momentleri ;

$$M_{pxi} = M_{pxj} = \sigma_a W_{pxb} = 24 \times 1020 = 24480 \text{ kNcm}$$

Kolonun plastikleşme momenti :

Plastikleşme Normal Kuvveti ,

$$N_{\text{çp}} = \sigma_a A_{\text{net}} = 24 \times 278 = 6672 \text{ kN}$$

$$N_{\text{bp}} = 1.7 \times \sigma_{\text{bem}} \times A \text{ için,}$$

$$\sigma_{\text{bem}} = \frac{\sigma_{\text{em}}}{\omega} ,$$

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}} = \frac{480}{7.27} = 66 \text{ için tablodan okunan } \omega = 1.43$$

$$\sigma_{\text{bem}} = \frac{16}{1.43} = 11.18$$

$$N_{\text{bp}} = 1.7 \times \sigma_{\text{bem}} \times A = 1.7 \times 11.18 \times 278 = 5283 \text{ kN}$$

$$h_w = h - 2t_f = 26 - 2 \times 4 = 18 \text{ cm}$$

$$A_w = h_w \times t_w = 18 \times 3 = 54 \text{ cm}^2$$

.

Zemin kat kolonun üst ucunda $N = 2167 \text{ kN}$;

$$\frac{|N|}{N_p} = \frac{2167}{5283} = 0.41 \quad \frac{A_w}{A} \frac{h}{h_w} = 0.281 \quad 1 \geq \frac{|N|}{N_p} > \frac{A_w}{A} \frac{h}{h_w} \text{ ise tarafsız eksen gövde}$$

dışında ve kesitin taşıma gücü ;

$$M_{uy} = \frac{t_f b^2}{2} \left[1 - \frac{\left(\frac{N}{N_p} - \frac{A_w}{A} \right)^2}{\left(1 - \frac{A_w}{A} \right)^2} \right] \sigma_a = \frac{4 \times 28^2}{2} \left[1 - \frac{\left(\frac{2167}{5283} - \frac{54}{278} \right)^2}{\left(1 - \frac{54}{278} \right)^2} \right] \times 24 =$$

= 34938 kNcm olur.

1.kat TS-648 ile seçilen kolon kesit Kolon260

1.kat C4 kolonu plastikleşme momenti :

Plastikleşme Normal Kuvveti ,

$$N_{\text{çp}} = \sigma_a A_{\text{net}} = 24 \times 225 = 5400 \text{ kN}$$

$$N_{\text{bp}} = 1.7 \times \sigma_{\text{bem}} \times A \text{ için,}$$

$$\sigma_{\text{bem}} = \frac{\sigma_{\text{em}}}{\omega} ,$$

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}} = \frac{480}{6.77} = 71 \text{ için } \omega = 1.49$$

$$\sigma_{\text{bem}} = \frac{16}{1.49} = 10.74$$

$$N_p = 1.7 \times \sigma_{\text{bem}} \times A = 1.7 \times 10.74 \times 225 = 4108 \text{ kN}$$

$$h_w = h - 2t_f = 24 - 2 \times 3.5 = 17 \text{ cm}$$

$$A_w = h_w \times t_w = 17 \times 2.5 = 42.5 \text{ cm}^2$$

1. kat kolonun alt ucunda $N = 1783 \text{ kN}$;

$$\frac{|N|}{N_p} = \frac{1783}{4108} = 0.434 \quad \frac{A_w}{A} \frac{h}{h_w} = 0.267 \quad 1 \geq \frac{|N|}{N_p} > \frac{A_w}{A} \frac{h}{h_w} \text{ ise tarafsız eksen gövde}$$

dışında ve kesitin taşıma gücü ;

$$M_{\text{uy}} = \frac{t_f b^2}{2} \left[1 - \frac{\left(\frac{N}{N_p} - \frac{A_w}{A} \right)^2}{\left(1 - \frac{A_w}{A} \right)^2} \right] \sigma_a = 25797 \text{ kNcm olur.}$$

$$(M_{\text{pa}} + M_{\text{pü}}) \geq 1.1 \times D_a \times (M_{\text{pi}} + M_{\text{pj}}) \quad D_a = 1.2$$

$34938 + 25797 \geq 1.32 \times (24504 + 24504)$ olması gerekiyor.

$60735 < 64690$ olduğundan güçlü kolon-zayıf kiriş koşulu sağlanmıyor. 1.kat kolon kesitini arttırıp Kolon280 seçersek;

Kolonun plastikleşme momenti :

Plastikleşme Normal Kuvveti ,

$$N_{\text{çp}} = \sigma_a A_{\text{net}} = 24 \times 278 = 6672 \text{ kN}$$

$$N_{\text{bp}} = 1.7 \times \sigma_{\text{bem}} \times A \text{ için,}$$

$$\sigma_{\text{bem}} = \frac{\sigma_{\text{em}}}{\omega} ,$$

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}} = \frac{480}{7.27} = 66 \text{ için tablodan okunan } \omega = 1.43$$

$$\sigma_{\text{bem}} = \frac{16}{1.43} = 11.18$$

$$N_{\text{bp}} = 1.7 \times \sigma_{\text{bem}} \times A = 1.7 \times 11.18 \times 278 = 5283 \text{ kN}$$

$$h_w = h - 2t_f = 26 - 2 \times 4 = 18 \text{ cm}$$

$$A_w = h_w \times t_w = 18 \times 3 = 54 \text{ cm}^2$$

1. kat kolonun alt ucunda $N = 1783 \text{ kN}$;

$$\frac{|N|}{N_p} = \frac{1783}{5283} = 0.337 \quad \frac{A_w}{A} \frac{h}{h_w} = 0.281 \quad 1 \geq \frac{|N|}{N_p} > \frac{A_w}{A} \frac{h}{h_w} \text{ ise tarafsız eksen gövde}$$

dışında ve kesitin taşıma gücü ;

$$M_{\text{uy}} = \frac{t_f b^2}{2} \left[1 - \frac{\left(\frac{N}{N_p} - \frac{A_w}{A} \right)^2}{\left(1 - \frac{A_w}{A} \right)^2} \right] \sigma_a = 36448 \text{ kNcm olur.}$$

$$(M_{\text{pa}} + M_{\text{pü}}) \geq 1.1 \times D_a \times (M_{\text{pi}} + M_{\text{pj}}) \quad D_a = 1.2$$

$$36448 + 34938 \geq 1.32 \times (24480 + 24480) \text{ olması gerekiyor.}$$

71386 > 64627 olduğundan güçlü kolon-zayıf kiriş koşulu sağlanıyor.

2.kat TS-648 ile seçilen kolon kesit Kolon260

2.Kat C4 kolonu plastikleşme momenti :

Plastikleşme Normal Kuvveti ,

$$N_{\text{çp}} = \sigma_a A_{\text{net}} = 24 \times 225 = 5400 \text{ kN}$$

$$N_{\text{bp}} = 1.7 \times \sigma_{\text{bem}} \times A \text{ için,}$$

$$\sigma_{\text{bem}} = \frac{\sigma_{\text{em}}}{\omega} ,$$

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}} = \frac{480}{6.77} = 71 \text{ için } \omega = 1.49$$

$$\sigma_{\text{bem}} = \frac{16}{1.49} = 10.74$$

$$N_p = 1.7 \times \sigma_{\text{bem}} \times A = 1.7 \times 10.74 \times 225 = 4108 \text{ kN}$$

$$h_w = h - 2t_f = 24 - 2 \times 3.5 = 17 \text{ cm}$$

$$A_w = h_w \times t_w = 17 \times 2.5 = 42.5 \text{ cm}^2$$

2. kat kolonun alt ucunda $N = 1440 \text{ kN}$;

$$\frac{|N|}{N_p} = \frac{1440}{4108} = 0.351 \quad \frac{A_w}{A} \frac{h}{h_w} = 0.267 \quad 1 \geq \frac{|N|}{N_p} > \frac{A_w}{A} \frac{h}{h_w} \text{ ise tarafsız eksen gövde}$$

dışında ve kesitin taşıma gücü ;

$$M_{uy} = \frac{t_f b^2}{2} \left[1 - \frac{\left(\frac{N}{N_p} - \frac{A_w}{A} \right)^2}{\left(1 - \frac{A_w}{A} \right)^2} \right] \sigma_a = 27263 \text{ kNcm olur.}$$

$$(M_{pa} + M_{pü}) \geq 1.1 \times D_a \times (M_{pi} + M_{pj}) \quad D_a = 1.2$$

36448 + 27263 ≥ 1.32 × (24480 + 24480) olması gerekiyor.

63711 < 64627 olduğundan güçlü kolon-zayıf kiriş koşulu sağlanmıyor. 2.kat kolon kesitini arttırıp Kolon280 seçersek;

Kolonun plastikleşme momenti :

Plastikleşme Normal Kuvveti ,

$$N_{\phi p} = \sigma_a A_{net} = 24 \times 278 = 6672 \text{ kN}$$

$$N_{bp} = 1.7 \times \sigma_{bem} \times A \text{ için,}$$

$$\sigma_{bem} = \frac{\sigma_{em}}{\omega} ,$$

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{min}} = \frac{480}{7.27} = 66 \text{ için tablodan okunan } \omega = 1.43$$

$$\sigma_{bem} = \frac{16}{1.43} = 11.18$$

$$N_{bp} = 1.7 \times \sigma_{bem} \times A = 1.7 \times 11.18 \times 278 = 5283 \text{ kN}$$

$$h_w = h - 2t_f = 26 - 2 \times 4 = 18 \text{ cm}$$

$$A_w = h_w \times t_w = 18 \times 3 = 54 \text{ cm}^2.$$

2.katın kolonun üst ucunda $N = 1440 \text{ kN}$;

$$\frac{|N|}{N_p} = \frac{1440}{5283} = 0.272 \quad \frac{A_w}{A} \frac{h}{h_w} = 0.281 \quad 1 \geq \frac{|N|}{N_p} > \frac{A_w}{A} \frac{h}{h_w} \text{ ise tarafsız eksen gövde}$$

dışında ve kesitin taşıma gücü ;

$$M_{uy} = \frac{t_f b^2}{2} \left[1 - \frac{\left(\frac{N}{N_p} - \frac{A_w}{A} \right)^2}{\left(1 - \frac{A_w}{A} \right)^2} \right] \sigma_a = 37278 \text{ kNcm olur.}$$

$$(M_{pa} + M_{pü}) \geq 1.1 \times D_a \times (M_{pi} + M_{pj}) \quad D_a = 1.2$$

$37278 + 36448 \geq 1.32 \times (24480 + 24480)$ olması gerekiyor.

73726 > 64627 olduğundan güçlü kolon-zayıf kiriş koşulu sağlanıyor.

3.Kat C4 kolonunun plastikleşme momenti :

Seçilen kesit Kolon240,

Plastikleşme Normal Kuvveti ,

$$N_{\text{çp}} = \sigma_a A_{\text{net}} = 24 \times 2189 = 4536 \text{ kN}$$

$$N_{\text{bp}} = 1.7 \times \sigma_{\text{bem}} \times A \text{ için,}$$

$$\sigma_{\text{bem}} = \frac{\sigma_{\text{em}}}{\omega} ,$$

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}} = \frac{480}{6.06} = 80 \text{ için } \omega = 1.61$$

$$\sigma_{\text{bem}} = \frac{16}{1.61} = 9.94$$

$$N_p = 1.7 \times \sigma_{\text{bem}} \times A = 1.7 \times 9.94 \times 189 = 3193 \text{ kN}$$

$$h_w = h - 2t_f = 24 - 2 \times 3 = 18 \text{ cm}$$

$$A_w = h_w \times t_w = 18 \times 2.5 = 45 \text{ cm}^2$$

3. kat kolonun alt ucunda $N = 1125 \text{ kN}$;

$$\frac{|N|}{N_p} = \frac{1125}{3193} = 0.352 \quad \frac{A_w}{A} \frac{h}{h_w} = 0.317 \quad 1 \geq \frac{|N|}{N_p} > \frac{A_w}{A} \frac{h}{h_w} \text{ ise tarafsız eksen gövde}$$

dışında ve kesitin taşıma gücü ;

$$M_{uy} = \frac{t_f b^2}{2} \left[1 - \frac{\left(\frac{N}{N_p} - \frac{A_w}{A} \right)^2}{\left(1 - \frac{A_w}{A} \right)^2} \right] \sigma_a = 20269 \text{ kNcm olur.}$$

$37278 + 20269 \geq 1.32 \times (24504 + 24504)$ olması gerekiyor.

$57547 < 64690$ olduğundan güçlü kolon-zayıf kiriş koşulu sağlanmıyor. 3.kat kolon kesitini

arttırıp Kolon260 seçersek;

Plastikleşme Normal Kuvveti ,

$$N_{\text{çp}} = \sigma_a A_{\text{net}} = 24 \times 225 = 5400 \text{ kN}$$

$$N_{\text{bp}} = 1.7 \times \sigma_{\text{bem}} \times A \text{ için,}$$

$$\sigma_{\text{bem}} = \frac{\sigma_{\text{em}}}{\omega} ,$$

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}} = \frac{480}{6.77} = 71 \text{ için } \omega = 1.49$$

$$\sigma_{\text{bem}} = \frac{16}{1.49} = 10.74$$

$$N_p = 1.7 \times \sigma_{\text{bem}} \times A = 1.7 \times 10.74 \times 225 = 4108 \text{ kN}$$

$$h_w = h - 2t_f = 24 - 2 \times 3.5 = 17 \text{ cm}$$

$$A_w = h_w \times t_w = 17 \times 2.5 = 42.5 \text{ cm}^2$$

3. kat kolonun alt ucunda $N = 1125 \text{ kN}$;

$$\frac{|N|}{N_p} = \frac{1125}{4108} = 0.274 \quad \frac{A_w}{A} \frac{h}{h_w} = 0.267 \quad 1 \geq \frac{|N|}{N_p} > \frac{A_w}{A} \frac{h}{h_w} \text{ ise tarafsız eksen gövde}$$

dışında ve kesitin taşıma gücü ;

$$M_{uy} = \frac{t_f b^2}{2} \left[1 - \frac{\left(\frac{N}{N_p} - \frac{A_w}{A} \right)^2}{\left(1 - \frac{A_w}{A} \right)^2} \right] \sigma_a = 28080 \text{ kNcm olur.}$$

$$37278 + 28080 \geq 1.32 \times (24504 + 24504) \text{ olması gerekiyor.}$$

$65358 > 64690$ olduğundan güçlü kolon-zayıf kiriş koşulu sağlanıyor.

Hesaplar bu şekilde diğer kolonlar için de yapılır ve yeni kesitler seçilir. Çizelge 4.65'te seçilen kesitler gösterilmiştir.

4.3.3.4 DBYBHY 2006 SDYS X-X Yönü Deprem Hesabı 2.adım

Çizelge 4.58 DBYBHY SDYS X-X yönü 2.adım yapıya etkiyen eşdeğer deprem yükünün katlara dağılımı

Kat	H(m)	W(kN)	W*H	$\frac{W*H}{\sum W*H}$	F(kN)
Çatı	36	4043	145548	0.200	924.23
8	32	4043	129376	0.178	603.22
7	28	4043	113204	0.156	527.81
6	24	4043	97032	0.133	452.41
5	20	4043	80860	0.111	377.01
4	16	4043	64688	0.089	301.61
3	12	4043	48516	0.067	226.21
2	8	4043	32344	0.044	150.80
1	4	4043	16172	0.022	75.40
Toplam		36387	727740	1.000	3638.70

Çizelge 4.59 DBYBHY SDYS X-X yönü 2.adım denk (3.13)'e göre T'nin bulunması

Kat	F(kN)	M _i	d _i (m)	F×d	m _i ×d _i ²
Çatı	924.23	412.13	0.0995	91.961	4.080
8	603.22	412.13	0.0879	53.023	3.184
7	527.81	412.13	0.075	39.586	2.318
6	452.41	412.13	0.0616	27.869	1.564
5	377.01	412.13	0.048	18.096	0.950
4	301.61	412.13	0.0349	10.526	0.502
3	226.21	412.13	0.0233	5.271	0.224
2	150.80	412.13	0.0133	2.006	0.073
1	75.40	412.13	0.0052	0.392	0.011
Toplam	3638.70			248.729	12.906

$$T = 2\pi \left[\sum_{i=1}^N (m_i d_n^2) / \sum_{i=1}^N (F_n d_n) \right]^{1/2} = 1.43 \text{ alınarak devam edilmiştir.}$$

Çizelge 4.60 DBYBHY SDYS X-X yönü 2.adım yeni T'ye göre katlara etkiyen eşdeğer deprem yükü

Kat	H(m)	W(kN)	W*H	W*H/ Σ W*H	F(kN)	Vt(kN)	Mx (kNm)
Çatı	36	4043	145548	0.200	441.50	1738.20	529.80
8	32	4043	129376	0.178	288.15	1738.20	345.79
7	28	4043	113204	0.156	252.14	1738.20	302.56
6	24	4043	97032	0.133	216.12	1738.20	259.34
5	20	4043	80860	0.111	180.10	1738.20	216.12
4	16	4043	64688	0.089	144.08	1738.20	172.89
3	12	4043	48516	0.067	108.06	1738.20	129.67
2	8	4043	32344	0.044	72.04	1738.20	86.45
1	4	4043	16172	0.022	36.02	1738.20	43.22
Toplam		36387	727740	1.000	1738.20	1738.20	

Çizelge 4.61 DBYBHY SDYS X-X yönü 2.adım denk. (3.22)'e göre görelî kat ötelemesi sınırları hesabı

d_i	$\Delta_i = d_i - d_{i-1}$	$R \times \Delta_i$	$R \times \Delta_i / h$
0.0492	0.0058	0.0348	0.0058
0.0434	0.0063	0.0378	0.0063
0.0371	0.0066	0.0396	0.0066
0.0305	0.0067	0.0402	0.0067
0.0238	0.0065	0.0390	0.0065
0.0173	0.0057	0.0342	0.0057
0.0116	0.0050	0.0300	0.0050
0.0066	0.0040	0.0240	0.0040
0.0026	0.0026	0.0156	0.0026

$R \times (\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02$ koşulunu sağlamaktadır.

$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{\max} / (\Delta_i)_{\text{ort}} < 1.2$ olduğundan A1 tipi burulma düzensizliği yoktur.

$\eta_{ki} = (\Delta_i / h_i)_{\text{ort}} / (\Delta_{i+1} / h_{i+1})_{\text{ort}} > 2.0$ B2 türü burulma düzensizliği durumu.

$0.0040 / 0.0026 = 1.54$ olduğundan B2 türü burulma düzensizliği de yoktur.

4.3.3.5 DBYBHY 2006 SDYS Y-Y Yönü Deprem Hesabı 2.Adım

Çizelge 4.62 DBYBHY SDYS Y-Y yönü 2.adım yapıya etkiyen eşdeğer deprem yükünün katlara dağılımı

Kat	H(m)	W(kN)	W*H	$\frac{W*H}{\sum W*H}$	F(kN)
Çatı	36	4043	145548	0.200	924.23
8	32	4043	129376	0.178	603.22
7	28	4043	113204	0.156	527.81
6	24	4043	97032	0.133	452.41
5	20	4043	80860	0.111	377.01
4	16	4043	64688	0.089	301.61
3	12	4043	48516	0.067	226.21
2	8	4043	32344	0.044	150.80
1	4	4043	16172	0.022	75.40
Toplam		36387	727740	1.000	3638.70

Çizelge 4.63 DBYBHY SDYS Y-Y yönü 2.adım denk (3.13)'e göre T'nin bulunması

Kat	F(kN)	M _i	d _i (m)	F×d	m _i ×d _i ²
Çatı	924.23	412.13	0.0765	70.704	2.412
8	603.22	412.13	0.0679	40.958	1.900
7	527.81	412.13	0.0581	30.666	1.391
6	452.41	412.13	0.048	21.716	0.950
5	377.01	412.13	0.0376	14.176	0.583
4	301.61	412.13	0.0275	8.294	0.312
3	226.21	412.13	0.0185	4.185	0.141
2	150.80	412.13	0.0107	1.614	0.047
1	75.40	412.13	0.0042	0.317	0.007
Toplam	3638.70			192.629	7.743

$$T = 2\pi \left[\sum_{i=1}^N (m_i d_n^2) / \sum_{i=1}^N (F_i d_n) \right]^{1/2} = 1.26 \text{ alınarak devam edilmiştir.}$$

Çizelge 4.64 DBYBHY SDYS Y-Y yönü 2.adım yeni T'ye göre katlara etkiyen eşdeğer deprem yükü

Kat	H(m)	W(kN)	W*H	$\frac{W*H}{\sum W*H}$	F(kN)	Vt(kN)	My (kNm)
Çatı	36	4043	145548	0.200	488.98	1925.12	586.78
8	32	4043	129376	0.178	319.14	1925.12	382.97
7	28	4043	113204	0.156	279.25	1925.12	335.10
6	24	4043	97032	0.133	239.36	1925.12	287.23
5	20	4043	80860	0.111	199.46	1925.12	239.36
4	16	4043	64688	0.089	159.57	1925.12	191.49
3	12	4043	48516	0.067	119.68	1925.12	143.61
2	8	4043	32344	0.044	79.79	1925.12	95.74
1	4	4043	16172	0.022	39.89	1925.12	47.87
Toplam		36387	727740	1.000	1925.12	1925.12	

Çizelge 4.65 DBYBHY SDYS Y-Y yönü 2.adım denk. (3.22)'e göre görelî kat ötelemesi sınırları hesabı

d_i	$\Delta_i = d_i - d_{i-1}$	$R \times \Delta_i$	$R \times \Delta_i / h$
0.0401	0.0045	0.0270	0.0045
0.0356	0.0051	0.0306	0.0051
0.0305	0.0058	0.0348	0.0058
0.0247	0.0054	0.0324	0.0054
0.0193	0.0052	0.0312	0.0052
0.0141	0.0044	0.0264	0.0044
0.0097	0.0043	0.0258	0.0043
0.0054	0.0033	0.0198	0.0033
0.0021	0.0021	0.0126	0.0021

$R \times (\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02$ koşulunu sağlamaktadır.

$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{\max} / (\Delta_i)_{\text{ort}} < 1.2$ olduğundan A1 tipi burulma düzensizliği yoktur.

$\eta_{ki} = (\Delta_i / h_i)_{\text{ort}} / (\Delta_{i+1} / h_{i+1})_{\text{ort}} > 2.0$ B2 türü burulma düzensizliği durumu.

$0.0033 / 0.0021 = 1.57$ olduğundan B2 türü burulma düzensizliği de yoktur.

Çizelge 4.66 DBYBHY SDYS 2.adım güçlü kolon-zayıf kiriş koşulunu sağlayan C3 kolonunun değerleri

Kolon	Kolondaki mesafe(m)	Kombinasyon	N(kN)	V ₂ (kN)	V ₃ (kN)	T(kN)	M ₂ (kNm)	M ₃ (kNm)
C3	0	0.9G	-745.91	4.36	-2.44	7.53E-07	-3.23	5.60
C3	4	0.9G	-745.91	4.36	-2.44	7.53E-07	6.53	-11.82
C3	0	Pd	-1160.31	6.77	-3.80	1.17E-06	-5.02	8.71
C3	4	Pd	-1160.31	6.77	-3.80	1.17E-06	10.16	-18.39
C3	0	G+Q+Ex	-1329.30	6.17	-8.94	0.0023	-20.81	8.80
C3	4	G+Q+Ex	-1329.30	6.17	-8.94	0.0023	14.94	-15.88
C3	0	G+Q+Ey	523.00	15.98	-3.16	0.0025	-3.94	37.63
C3	4	G+Q+Ey	523.00	15.98	-3.16	0.0025	8.68	-26.30
C3	0	G+Q-Ex	-328.29	3.51	3.52	-0.0023	13.63	3.65
C3	4	G+Q-Ex	-328.29	3.51	3.52	-0.0023	-0.43	-10.39
C3	0	G+Q-Ey	-2180.58	-6.31	-2.27	-0.0025	-3.23	-25.19
C3	4	G+Q-Ey	-2180.58	-6.31	-2.27	-0.0025	5.83	0.03
C3	0	0.9G-Ey	-2097.70	-6.79	-1.99	-0.0025	-2.87	-25.81
C3	4	0.9G-Ey	-2097.70	-6.79	-1.99	-0.0025	5.10	1.35
C3	0	0.9G+Ey	605.88	15.50	-2.89	0.0025	-3.58	37.01
C3	4	0.9G+Ey	605.88	15.50	-2.89	0.0025	7.96	-24.99
C3	0	0.9G+Ex	-1246.42	5.69	-8.67	0.0023	-20.45	8.17
C3	4	0.9G+Ex	-1246.42	5.69	-8.67	0.0023	14.22	-14.57
C3	0	0.9G-Ex	-245.41	3.02	3.79	-0.0023	13.99	3.02
C3	4	0.9G-Ex	-245.41	3.02	3.79	-0.0023	-1.15	-9.07
C3	0	G+Q+2Ex	-1829.81	7.50	-15.16	0.0045	-38.03	11.37
C3	4	G+Q+2Ex	-1829.81	7.50	-15.16	0.0045	22.63	-18.63
C3	0	G+Q+2Ey	1874.79	27.13	-3.60	0.005	-4.30	69.04
C3	4	G+Q+2Ey	1874.79	27.13	-3.60	0.005	10.11	-39.47
C3	0	G+Q-2Ex	172.22	2.18	9.74	-0.0045	30.85	1.07
C3	4	G+Q-2Ex	172.22	2.18	9.74	-0.0045	-8.11	-7.64
C3	0	G+Q-2Ey	-3532.37	-17.45	-1.82	-0.005	-2.87	-56.60
C3	4	G+Q-2Ey	-3532.37	-17.45	-1.82	-0.005	4.40	13.20
C3	0	0.9G-2Ey	-3449.49	-17.93	-1.55	-0.005	-2.52	-57.22
C3	4	0.9G-2Ey	-3449.49	-17.93	-1.55	-0.005	3.68	14.52
C3	0	0.9G+2Ey	1957.67	26.64	-3.33	0.005	-3.94	68.42
C3	4	0.9G+2Ey	1957.67	26.64	-3.33	0.005	9.39	-38.16
C3	0	0.9G+2Ex	-1746.93	7.02	-14.89	0.0045	-37.67	10.75
C3	4	0.9G+2Ex	-1746.93	7.02	-14.89	0.0045	21.90	-17.32
C3	0	0.9G-2Ex	255.10	1.69	10.01	-0.0045	31.21	0.45
C3	4	0.9G-2Ex	255.10	1.69	10.01	-0.0045	-8.84	-6.32

Çizelge 4.67 DBYBHY SDYS 2.adım güçlü kolon-zayıf kiriş koşulunu sağlayan K121 kirişinin değerleri

Kiriş	Kirişdeki mesafe(m)	Kombinasyon	N(kN)	V ₂ (kN)	V ₃ (kN)	T(kN)	M ₂ (kNm)	M ₃ (kNm)
K121	0	O.9G	0	-57.43	0	-0.00034	0	-72.98
K121	1.998	O.9G	0	-50.24	0	-0.00034	0	34.59
K121	3	O.9G	0	-1.63	0	-0.00034	0	38.03
K121	3.996	O.9G	0	1.95	0	-0.00034	0	37.88
K121	6	O.9G	0	54.17	0	-0.00034	0	-63.45
K121	0	Pd	0	-89.34	0	-0.00053	0	-113.52
K121	1.998	Pd	0	-78.15	0	-0.00053	0	53.81
K121	3	Pd	0	-2.54	0	-0.00053	0	59.16
K121	3.996	Pd	0	3.04	0	-0.00053	0	58.92
K121	6	Pd	0	84.26	0	-0.00053	0	-98.69
K121	0	G+Q+Ex	0	-63.93	1.74E-18	-0.00059	1.11E-16	-81.44
K121	1.998	G+Q+Ex	0	-55.94	1.74E-18	-0.00059	1.08E-16	38.32
K121	3	G+Q+Ex	0	-1.93	1.74E-18	-0.00059	1.06E-16	42.27
K121	3.996	G+Q+Ex	0	2.05	1.74E-18	-0.00059	1.04E-16	42.21
K121	6	G+Q+Ex	0	60.07	1.74E-18	-0.00059	1.01E-16	-70.13
K121	0	G+Q+Ey	0	-57.83	1.74E-18	-0.00049	6.94E-18	-63.72
K121	1.998	G+Q+Ey	0	-49.84	1.74E-18	-0.00049	3.47E-18	43.84
K121	3	G+Q+Ey	0	4.17	1.74E-18	-0.00049	1.73E-18	41.67
K121	3.996	G+Q+Ey	0	8.16	1.74E-18	-0.00049	0	35.53
K121	6	G+Q+Ey	0	66.17	1.74E-18	-0.00049	-3.5E-18	-89.04
K121	0	G+Q-Ex	0	-63.70	-1.7E-18	-0.00017	-1.1E-16	-80.74
K121	1.998	G+Q-Ex	0	-55.70	-1.7E-18	-0.00017	-1.1E-16	38.55
K121	3	G+Q-Ex	0	-1.70	-1.7E-18	-0.00017	-1.1E-16	42.25
K121	3.996	G+Q-Ex	0	2.29	-1.7E-18	-0.00017	-1E-16	41.96
K121	6	G+Q-Ex	0	60.30	-1.7E-18	-0.00017	-1E-16	-70.86
K121	0	G+Q-Ey	0	-69.80	-1.7E-18	-0.00026	-6.9E-18	-98.45
K121	1.998	G+Q-Ey	0	-61.81	-1.7E-18	-0.00026	-3.5E-18	33.02
K121	3	G+Q-Ey	0	-7.80	-1.7E-18	-0.00026	-1.7E-18	42.85
K121	3.996	G+Q-Ey	0	-3.82	-1.7E-18	-0.00026	0	48.63
K121	6	G+Q-Ey	0	54.20	-1.7E-18	-0.00026	3.47E-18	-51.95
K121	0	0.9G-Ey	0	-63.42	-1.7E-18	-0.00022	-6.9E-18	-90.35
K121	1.998	0.9G-Ey	0	-56.23	-1.7E-18	-0.00022	-3.5E-18	29.18
K121	3	0.9G-Ey	0	-7.62	-1.7E-18	-0.00022	-1.7E-18	38.62
K121	3.996	0.9G-Ey	0	-4.03	-1.7E-18	-0.00022	0	44.43
K121	6	0.9G-Ey	0	48.18	-1.7E-18	-0.00022	3.47E-18	-44.90
K121	0	0.9G+Ey	0	-51.45	1.74E-18	-0.00045	6.94E-18	-55.61
K121	1.998	0.9G+Ey	0	-44.26	1.74E-18	-0.00045	3.47E-18	40.00
K121	3	0.9G+Ey	0	4.35	1.74E-18	-0.00045	1.73E-18	37.44
K121	3.996	0.9G+Ey	0	7.94	1.74E-18	-0.00045	0	31.32
K121	6	0.9G+Ey	0	60.15	1.74E-18	-0.00045	-3.5E-18	-81.99
K121	0	0.9G+Ex	0	-57.55	1.74E-18	-0.00055	1.11E-16	-73.33
K121	1.998	0.9G+Ex	0	-50.36	1.74E-18	-0.00055	1.08E-16	34.48
K121	3	0.9G+Ex	0	-1.75	1.74E-18	-0.00055	1.06E-16	38.04
K121	3.996	0.9G+Ex	0	1.83	1.74E-18	-0.00055	1.04E-16	38.00
K121	6	0.9G+Ex	0	54.05	1.74E-18	-0.00055	1.01E-16	-63.08
K121	0	0.9G-Ex	0	-57.32	-1.7E-18	-0.00013	-1.1E-16	-72.63
K121	1.998	0.9G-Ex	0	-50.12	-1.7E-18	-0.00013	-1.1E-16	34.70

Çizelge 4.68 DBYBHY SDYS 2.adım güçlü kolon-zayıf kiriş koşulunu sağlayan B213 çaprazının değerleri

Çapraz	Çaprazdaki mesafe(m)	Kombinasyon	N(kN)	V ₂ (kN)	V ₃ (kN)	T(kN)	M ₂ (kNm)	M ₃ (kNm)
B213	0	0.9G	-19.76	0	0	-0.00046	0	0
B213	5	0.9G	-19.76	0	0	-0.00046	0	0
B213	0	Pd	-30.73	0	0	-0.00072	0	0
B213	5	Pd	-30.73	0	0	-0.00072	0	0
B213	0	G+Q+Ex	-88.83	0	0	-0.00091	0	0
B213	5	G+Q+Ex	-88.83	0	0	-0.00091	0	0
B213	0	G+Q+Ey	-393.66	0	0	-9.2E-05	0	0
B213	5	G+Q+Ey	-393.66	0	0	-9.2E-05	0	0
B213	0	G+Q-Ex	44.92	0	0	-0.00013	0	0
B213	5	G+Q-Ex	44.92	0	0	-0.00013	0	0
B213	0	G+Q-Ey	349.76	0	0	-0.00094	0	0
B213	5	G+Q-Ey	349.76	0	0	-0.00094	0	0
B213	0	0.9G-Ey	351.95	0	0	-0.00089	0	0
B213	5	0.9G-Ey	351.95	0	0	-0.00089	0	0
B213	0	0.9G+Ey	-391.47	0	0	-4E-05	0	0
B213	5	0.9G+Ey	-391.47	0	0	-4E-05	0	0
B213	0	0.9G+Ex	-86.63	0	0	-0.00085	0	0
B213	5	0.9G+Ex	-86.63	0	0	-0.00085	0	0
B213	0	0.9G-Ex	47.12	0	0	-7.6E-05	0	0
B213	5	0.9G-Ex	47.12	0	0	-7.6E-05	0	0

Çizelge 4.69 DBYBHY SDYS 2.adım kolon kesitleri

DBYBHY SDYS Güçlü kolon- zayıf kiriş				
Kat	C1	C2	C3	C4
Z	Kolon260	Kolon280	Kolon280	Kolon280
1	Kolon240	Kolon280	Kolon280	Kolon280
2	Kolon220	Kolon280	Kolon280	Kolon280
3	Kolon200	Kolon260	Kolon260	Kolon280
4	Kolon180	Kolon260	Kolon260	Kolon280
5	Kolon160	Kolon260	Kolon260	Kolon260
6	Kolon160	Kolon240	Kolon240	Kolon260
7	Kolon160	Kolon240	Kolon240	Kolon260
8	Kolon160	Kolon240	Kolon240	Kolon240

G+Q±2E ve 0.9G±2E yüklemeleri

DBYBHY 2006'da kolonların G+Q±2E ve 0.9G±2E yüklemelerinden ortaya çıkan eksenel kuvveti karşılayacak şekilde olması gerekmektedir.(Bölüm 2.3.3.1)

Zemin katta

C1 kolonlarında G+Q±2E için $N_{b \max} = 2390 \text{ kN}$,

$N_{\text{ç max}} = 1362 \text{ kN}$, seçilen kesit Kolon260 için, $A = 225 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}}, 480/6.77 = 71, \omega = 1.47$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{\text{bem}} A = 1.7 \times (16/1.47) \times 225 = 4163 > 2390$ uygun.

Eksenel çekme kapasitesi: $N_{\text{çp}} = \sigma_a A_{\text{net}} = 24 \times 225 = 5400 > 1362$ uygun.

C2 kolonlarında $G+Q \pm 2E$ için $N_{b \text{ max}} = 3532 \text{ kN}$, $N_{\text{ç max}} = 1916 \text{ kN}$, seçilen kesit Kolon280 için, $A = 278 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}}, 480/7.27 = 66, \omega = 1.43$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{\text{bem}} A = 1.7 \times (16/1.43) \times 278 = 5287 > 3532$ uygun.

Eksenel çekme kapasitesi: $N_{\text{çp}} = \sigma_a A_{\text{net}} = 24 \times 278 = 6672 > 1916$ uygun..

C3 kolonlarında $G+Q \pm 2E$ için $N_{b \text{ max}} = 3532 \text{ kN}$, $N_{\text{ç max}} = 1957 \text{ kN}$, seçilen kesit Kolon280 için, $A = 278 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}}, 480/7.27 = 66, \omega = 1.43$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{\text{bem}} A = 1.7 \times (16/1.43) \times 278 = 5287 > 3532$ uygun.

Eksenel çekme kapasitesi: $N_{\text{çp}} = \sigma_a A_{\text{net}} = 24 \times 278 = 6672 > 1957$ uygun

C4 kolonlarında $G+Q \pm 2E$ için $N_{b \text{ max}} = 1650 \text{ kN}$, seçilen kesit Kolon280 için, $A = 278 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}}, 480/7.27 = 66, \omega = 1.43$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{\text{bem}} A = 1.7 \times (16/1.43) \times 278 = 5287 > 1650$ uygun

1.Katta

C1 kolonlarında $G+Q \pm 2E$ için $N_{b \text{ max}} = 1785 \text{ kN}$,

$N_{\text{ç max}} = 874 \text{ kN}$, seçilen kesit Kolon240 için, $A = 189 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}}, 480/6.06 = 80, \omega = 1.61$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{bem} A = 1.7 \times (16/1.61) \times 189 = 3193 > 1785$ uygun.

Eksenel çekme kapasitesi: $N_{cp} = \sigma_a A_{net} = 24 \times 189 = 4536 > 857$ uygun.

C2 ve C3 kolonları 3.kata kadar, C4 kolonları ise 4.kata kadar aynı kesit olduğu için hesap yapmaya gerek yoktur.

2.Katta

C1 kolonlarında $G+Q\pm 2E$ için $N_{b \max} = 1283$ kN, $N_{ç \max} = 519$ kN, seçilen kesit Kolon220 için, $A = 148 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}}, 480/5.48 = 88, \omega = 1.74$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{bem} A = 1.7 \times (16/1.74) \times 148 = 2313 > 1283$ uygun.

Eksenel çekme kapasitesi: $N_{cp} = \sigma_a A_{net} = 24 \times 148 = 3552 > 519$ uygun.

3.Katta

C1 kolonlarında $G+Q\pm 2E$ için $N_{b \max} = 887$ kN, $N_{ç \max} = 272$ kN, seçilen kesit Kolon200 için, $A = 121 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}}, 480/5.04 = 95, \omega = 1.86$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{bem} A = 1.7 \times (16/1.86) \times 121 = 1769 > 887$ uygun.

Eksenel çekme kapasitesi: $N_{cp} = \sigma_a A_{net} = 24 \times 121 = 2904 > 272$ uygun.

4.Katta

C1 kolonlarında $G+Q\pm 2E$ için $N_{b \max} = 571$ kN,

$N_{ç \max} = 113$ kN, seçilen kesit Kolon180 için, $A = 103 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}}, 480/4.57 = 105, \omega = 2.08$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{bem} A = 1.7 \times (16/2.08) \times 103 = 1346 > 571$ uygun.

Eksenel çekme kapasitesi: $N_{cp} = \sigma_a A_{net} = 24 \times 103 = 2472 > 113$ uygun.

C2 kolonlarında $G+Q \pm 2E$ için $N_{b \max} = 1180$ kN, $N_{c \max} = 293$ kN, seçilen kesit Kolon260 için, $A = 225 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}}, 480/6.77 = 71, \omega = 1.49$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{bem} A = 1.7 \times (16/1.49) \times 225 = 4107 > 1180$ uygun.

Eksenel çekme kapasitesi: $N_{cp} = \sigma_a A_{net} = 24 \times 225 = 5400 > 293$ uygun.

C3 kolonlarında $G+Q \pm 2E$ için $N_{b \max} = 1209$ kN, $N_{c \max} = 317$ kN, seçilen kesit Kolon260 için, $A = 225 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}}, 480/6.77 = 71, \omega = 1.49$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{bem} A = 1.7 \times (16/1.49) \times 225 = 4107 > 1209$ uygun.

Eksenel çekme kapasitesi: $N_{cp} = \sigma_a A_{net} = 24 \times 278 = 5400 > 317$ uygun.

5.Katta

C1 kolonlarında $G+Q \pm 2E$ için $N_{b \max} = 325$ kN,

seçilen kesit Kolon160 için, $A = 95 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}}, 480/4.63 = 104, \omega = 2.05$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{bem} A = 1.7 \times (16/2.05) \times 95 = 1260 > 325$ uygun.

C2 ve C3 kolonları 4 ve 5.katlarda aynı kesit olduğundan hesap yapmaya gerek yoktur.

C4 kolonlarında $G+Q \pm 2E$ için $N_{b \max} = 732$ kN, seçilen kesit Kolon260 için, $A = 225 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}}, 480/6.77 = 71, \omega = 1.49$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{bem} A = 1.7 \times (16/1.49) \times 225 = 4107 > 732$ uygun.

6.Katta

C1 kolonlarında 6.kattan itibaren aynı kesit olduğu için hesap yapmaya gerek yoktur.

C2 kolonlarında $G+Q \pm 2E$ için $N_{b \max} = 524$ kN, $N_{\chi \max} = 0.974$ kN, seçilen kesit Kolon240 için, $A = 189 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}}, 480/6.06 = 80, \omega = 1.61$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{bem} A = 1.7 \times (16/1.61) \times 189 = 3193 > 524$ uygun.

Eksenel çekme kapasitesi: $N_{\chi p} = \sigma_a A_{\text{net}} = 24 \times 189 = 4536 > 0.974$ uygun..

C3 kolonlarında $G+Q \pm 2E$ için $N_{b \max} = 505$ kN, seçilen kesit Kolon240 için, $A = 189 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}}, 480/6.06 = 80, \omega = 1.61$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{bem} A = 1.7 \times (16/1.61) \times 189 = 3193 > 512$ uygun.

7.Katta

Kolonların kesitleri bu katta değişmediğinden dolayı bu katta hesap yapmaya gerek yoktur.

8.Katta

C1,C2 ve C3 kolon kesitleri değişmediğinden dolayı bu katta bu kolonlar için hesap yapmaya gerek yoktur.

C4 kolonlarında $G+Q \pm 2E$ için $N_{b \max} = 183$ kN, seçilen kesit Kolon240 için, için,

$A = 189 \text{ cm}^2$,

$$\lambda = \frac{\ell_b}{i_{\min}}, 480/6.06 = 80, \omega = 1.61$$

Eksenel basınç kapasitesi: $N_{bp} = 1.7 \sigma_{bem} A = 1.7 \times (16/1.61) \times 189 = 3193 > 183$ uygun.

SDYS için enkesit koşulları

1.SDYS için eğilme etkisindeki I kesitlerinin b/t oranının maximum değeri:

$$0.3\sqrt{E_s/\sigma_a} = 8.87 \text{ mm}$$

Seçilen IPE 360 için $b/t = 85/12.7 = 6.69 < 8.87$ uygun.

2.SDYS için eğilme etkisindeki kesitlerde h/t_w ;

$$3.2\sqrt{E_s/\sigma_a} = 94.66$$

Seçilen kesit IPE 360 için $h/t_w = 298/8 = 37.25$

3.SDYS’de eğilme ve eksenel basınç etkisindeki I kesitleri için sınır değeri:

$$|N_d/\sigma_a A| \leq 0.10 \text{ için sınır değeri;}$$

$$3.2\sqrt{E_s/\sigma_a} \left(1 - 1.7 \left| \frac{N_d}{\sigma_a A} \right| \right)$$

$$|N_d/\sigma_a A| > 0.10 \text{ için sınır değeri;}$$

$$1.33\sqrt{E_s/\sigma_a} \left(2.1 - \left| \frac{N_d}{\sigma_a A} \right| \right)$$

Süneklik Düzeyi Yüksek Sistemimizde

1.katta maximum eksenel kuvvet 3541 kN’dir. Kolon kesitimiz Kolon280.

$$|N_d/\sigma_a A| = 3541/(24 \times 278) = 0.53 > 0.10 \text{ için sınır değeri;}$$

$$1.33\sqrt{E_s/\sigma_a} \left(2.1 - \left| \frac{N_d}{\sigma_a A} \right| \right) = 61.60, \text{ seçilen kesit Kolon280 dir. } h/t_w = 260/30 = 8.67 \text{ olup sınır}$$

içerisinde kaldığı için uygundur. Bu şekilde tüm kolonlar için kontrol yapılır. Aşağıdaki çizelgelerde tüm kolonların bu koşulu sağladığı görülmektedir.

Çizelge 4.70 SDYS C1 kolonu için enkesit koşulu

Kat	C1	N _{max} kN	h/t _w	Sınır Değer	$ N_d/\sigma_a A $
Z	260	2390	6.8	65.03	0.44
1	240	1785	7.2	66.95	0.39
2	220	1283	9.5	68.22	0.36
3	200	887	12.9	70.41	0.31
4	180	572	16.3	73.31	0.23
5	160	325	20	76.80	0.14
6	160	183	20	81.52	0.08
7	160	109	20	86.73	0.05
8	160	32	20	92.15	0.01

Çizelge 4.71 SDYS C2 kolonu için enkesit koşulu

Kat	C2	N _{max} kN	h/t _w	Sınır Değer	$ N_d/\sigma_a A $
Z	280	3532	6	61.62	0.53
1	280	2844	6	65.67	0.43
2	260	2159	6.8	66.71	0.40
3	260	1654	6.8	70.38	0.31
4	260	1180	6.8	73.82	0.22
5	260	806	6.8	76.54	0.15
6	240	524	7.2	77.86	0.12
7	240	294	7.2	84.00	0.06
8	240	135	7.2	89.62	0.03

Çizelge 4.72 SDYS C3 kolonu için enkesit koşulu

Kat	C3	N _{max} kN	h/t _w	Sınır Değer	$ N_d/\sigma_a A $
Z	280	3532	6	61.62	0.53
1	280	2863	6	61.59	0.43
2	280	2253	6	66.02	0.34
3	260	1688	6.8	67.79	0.31
4	260	1210	6.8	69.03	0.22
5	260	784	6.8	71.80	0.15
6	240	505	7.2	73.70	0.11
7	240	290	7.2	84.14	0.06
8	240	113	7.2	90.40	0.02

Çizelge 4.73 SDYS C4 kolonu için enkesit koşulu

Kat	C4	$N_{\max}$ kN	h/t_w	Sınır Değer	$ N_d/\sigma_a A $
Z	280	2309	6.8	68.82	0.35
1	280	2052	6.8	70.33	0.31
2	280	1796	6.8	71.83	0.27
3	280	1539	6.8	73.34	0.23
4	280	1282	6.8	74.85	0.19
5	260	1026	6.8	74.94	0.19
6	260	769	6.8	76.81	0.14
7	260	513	6.8	78.67	0.09
8	240	256	7.2	80.18	0.06

5. SONUÇLAR

Çizelge 5.1 C3 kolonunun üç sisteme göre karşılaştırılması

Sistem	Kolon	Kesit yeri	Kombinasyon	N(kN)	V ₂ (kN)	V ₃ (kN)	T(kN)	M ₂ (kNm)	M ₃ (kNm)
ABYYHY 97 (R=4)	C3	0	Pd	-1073.54	8.48	-4.812	2.76E-07	-6.35	10.74
	C3	4	Pd	-1073.54	8.48	-4.812	2.76E-07	12.90	-23.17
	C3	0	G+Q-Ey	-2984.27	-14.78	-2.707	-0.0038	-4.03	-54.66
	C3	4	G+Q-Ey	-2984.27	-14.78	-2.707	-0.0038	6.80	4.46
DBYBHY SDNS (R=5)	C3	0	Pd	-1082.53	7.71	-4.59	8.43E-07	-6.07	9.91
	C3	4	Pd	-1082.53	7.71	-4.59	8.43E-07	12.28	-20.92
	C3	0	G+Q-Ey	-2413.16	-6.34	-2.64	-0.0026	-3.73	-25.91
	C3	4	G+Q-Ey	-2413.16	-6.34	-2.64	-0.0026	6.84	-0.55
DBYBHY SDYS (R=6)	C3	0	Pd	-1102.44	7.60	-4.46	1.08E-06	-5.90	9.77
	C3	4	Pd	-1102.44	7.60	-4.46	1.08E-06	11.94	-20.62
	C3	0	G+Q-Ey	-2108.78	-6.03	-2.74	-0.0025	-3.85	-24.60
	C3	4	G+Q-Ey	-2108.78	-6.03	-2.74	-0.0025	7.10	-0.47
DBYBHY SDYS Güçlü kolon-zayıf giriş	C3	0	Pd	-1160.31	6.77	-3.80	1.17E-06	-5.02	8.71
	C3	4	Pd	-1160.31	6.77	-3.80	1.17E-06	10.16	-18.39
	C3	0	G+Q-Ey	-2180.58	-6.31	-2.27	-0.0025	-3.23	-25.19
	C3	4	G+Q-Ey	-2180.58	-6.31	-2.27	-0.0025	5.83	0.03

Çizelge 5.1'e baktığımızda R katsayısının artmasıyla deprem yüklerini de içeren kombinasyonda eğilme momentlerindeki azalmayı görebiliriz. Bu azalma kadar çok olmasa da yine deprem yüklerini de içeren kombinasyonda normal kuvvetlerde de azalma söz konusudur. SDYS'de güçlü kolon-zayıf giriş koşulu sebebiyle kolon kesitlerini arttırdığımız için kolonlarda meydana gelen kesit tesirlerindeki artış gözükmemektedir.

Çizelge 5.2 B213 çaprazının üç sisteme göre karşılaştırılması

Sistem	Çapraz	Kesit yeri	Kombinasyon	N(kN)	V ₂ (kN)	V ₃ (kN)	T(kN)	M ₂ (kNm)	M ₃ (kNm)
ABYYHY 97	B213	0	G+Q-Ey	559.1	0	0	-0.001	0	0
	B213	5	G+Q-Ey	559.1	0	0	-0.001	0	0
	B213	0	G+Q+Ey	-613.5	0	0	0.00011	0	0
	B213	5	G+Q+Ey	-613.5	0	0	0.00011	0	0
DBYBHY SDNS	B213	0	G+Q+Ey	-484.8	0	0	-0.00016	0	0
	B213	5	G+Q+Ey	-484.8	0	0	-0.00016	0	0
	B213	0	G+Q-Ey	426.2	0	0	-0.0014	0	0
	B213	5	G+Q-Ey	426.2	0	0	-0.0014	0	0
DBYBHY SDYS	B213	0	G+Q+Ey	-394.2	0	0	-0.00011	0	0
	B213	5	G+Q+Ey	-394.2	0	0	-0.00011	0	0
	B213	0	G+Q-Ey	336.6	0	0	-0.00083	0	0
	B213	5	G+Q-Ey	336.6	0	0	-0.00083	0	0
DBYBHY SDYS Güçlü kolon	B213	0	G+Q+Ey	-393.7	0	0	-9.2E-05	0	0
	B213	5	G+Q+Ey	-393.7	0	0	-9.2E-05	0	0
	B213	0	G+Q-Ey	349.8	0	0	-0.00094	0	0
	B213	5	G+Q-Ey	349.8	0	0	-0.00094	0	0

Çaprazların enerji yutma kapasiteleri narinliklerinin azalmasıyla beraber artar. Bu sebeple basınca çalışan çaprazlarda narinlik oranı ABYYHY 97’de 100, DBYBHY SDNS’de $4.23\sqrt{E_s/\sigma_a}=125$, DBYBHY SDYS’de $5.87\sqrt{E_s/\sigma_a}=173$ ile sınırlandırılmıştır. Bu sınırlamaya göre ABYYHY 97’ye göre analiz ettiğimiz örneğimizde bütün çaprazları, hesaplara belirlenen değerden daha büyük kesit olan IPB 200’i seçmek durumunda kaldık.

DBYBHY’de çaprazların narinlik sınırı ABYYHY’ye göre küçük olması ile çapraz kesitleri daha küçük seçilmiştir. Deprem etkilerine karşı kolonlarda, kirişlerde ve birleşim bölgelerinde hasara müsaade edilmemesi gerektiği ve düşey yükler için gerekli olan taşıma kapasitesinde bir azalma olmadan, çaprazlarda plastik şekil değiştirmelerin meydana gelmesi gerektiği göz önünde bulundurulursa DBYBHY’deki narinlik sınırının daha uygun olduğunu söyleyebiliriz. DBYBHY’te ise MGÇ’ler hem SDNS hem de SDYS olarak kabul edilebilmektedir. SDYS’deki narinlik sınırının daha büyük olması bu sistemin daha sünek davranması içindir.

Çizelge 5.3 K121 kirşinin üç sisteme göre karşılaştırılması

Sistem	Kiriş	Kesitteki mesafe	Kombinasyon	N(kN)	V ₂ (kN)	V ₃ (kN)	T(kN)	M ₂ (kNm)	M ₃ (kNm)
ABYYHY 97	K121	0	Pd	0	-89.24	0	-0.00045	0	-113.31
	K121	1.998	Pd	0	-78.05	0	-0.00045	0	53.80
	K121	3	Pd	0	-2.44	0	-0.00045	0	59.06
	K121	3.996	Pd	0	3.14	0	-0.00045	0	58.71
	K121	6	Pd	0	84.36	0	-0.00045	0	-99.11
	K121	0	G+Q+Ex	0	-63.93	1.74E-18	-0.00063	0	-81.49
	K121	1.998	G+Q+Ex	0	-55.94	1.74E-18	-0.00063	-3.5E-18	38.25
	K121	3	G+Q+Ex	0	-1.93	1.74E-18	-0.00063	-5.2E-18	42.19
	K121	3.996	G+Q+Ex	0	2.06	1.74E-18	-0.00063	-6.9E-18	42.13
	K121	6	G+Q+Ex	0	60.07	1.74E-18	-0.00063	-1E-17	-70.23
DBYBHY SDNS	K121	0	Pd	0	-90.23	0	-0.00058	0	-114.73
	K121	1.998	Pd	0	-79.05	0	-0.00058	0	54.38
	K121	3	Pd	0	-3.43	0	-0.00058	0	60.63
	K121	3.996	Pd	0	2.14	0	-0.00058	0	61.28
	K121	6	Pd	0	83.37	0	-0.00058	0	-94.54
	K121	0	G+Q+Ex	0	-64.61	0	-0.00074	0	-82.40
	K121	1.998	G+Q+Ex	0	-56.61	0	-0.00074	0	38.70
	K121	3	G+Q+Ex	0	-2.61	0	-0.00074	0	43.32
	K121	3.996	G+Q+Ex	0	1.38	0	-0.00074	0	43.93
	K121	6	G+Q+Ex	0	59.40	0	-0.00074	0	-67.07
DBYBHY SDYS	K121	0	Pd	0	-90.24	0	-0.0006	0	-114.74
	K121	1.998	Pd	0	-79.05	0	-0.0006	0	54.38
	K121	3	Pd	0	-3.44	0	-0.0006	0	60.63
	K121	3.996	Pd	0	2.14	0	-0.0006	0	61.27
	K121	6	Pd	0	83.37	0	-0.0006	0	-94.54
	K121	0	G+Q+Ex	0	-64.59	-5.7E-17	-0.0007	-1.2E-16	-82.36
	K121	1.998	G+Q+Ex	0	-56.60	-5.7E-17	-0.0007	-3.6E-18	38.71
	K121	3	G+Q+Ex	0	-2.59	-5.7E-17	-0.0007	5.38E-17	43.31
	K121	3.996	G+Q+Ex	0	1.39	-5.7E-17	-0.0007	1.11E-16	43.91
	K121	0	Pd	0	-89.34	0	-0.00053	0	-113.52
DBYBHY SDYS Güçlü kolon	K121	1.998	Pd	0	-78.15	0	-0.00053	0	53.81
	K121	3	Pd	0	-2.54	0	-0.00053	0	59.16
	K121	3.996	Pd	0	3.04	0	-0.00053	0	58.92
	K121	6	Pd	0	84.26	0	-0.00053	0	-98.69
	K121	0	G+Q+Ex	0	-63.93	1.74E-18	-0.00059	1.11E-16	-81.44
	K121	1.998	G+Q+Ex	0	-55.94	1.74E-18	-0.00059	1.08E-16	38.32
	K121	3	G+Q+Ex	0	-1.93	1.74E-18	-0.00059	1.06E-16	42.27
	K121	3.996	G+Q+Ex	0	2.05	1.74E-18	-0.00059	1.04E-16	42.21
	K121	6	G+Q+Ex	0	60.07	1.74E-18	-0.00059	1.01E-16	-70.13

Çizelge 5.4 ABYYHY kolon kesitler

ABYYHY				
Kat	C1	C2	C3	C4
Z	Kolon280	Kolon340	Kolon320	Kolon280
1	Kolon260	Kolon280	Kolon280	Kolon280
2	Kolon240	Kolon280	Kolon260	Kolon260
3	Kolon220	Kolon260	Kolon240	Kolon260
4	Kolon200	Kolon240	Kolon220	Kolon260
5	Kolon160	Kolon220	Kolon200	Kolon240
6	Kolon160	Kolon200	Kolon160	Kolon220
7	Kolon160	Kolon160	Kolon160	Kolon200
8	Kolon160	Kolon160	Kolon160	Kolon160

Çizelge 5.5 DBYBHY SDNS kolon kesitler

DBYBHY SDNS				
Kat	C1	C2	C3	C4
Z	Kolon260	Kolon300	Kolon280	Kolon260
1	Kolon240	Kolon280	Kolon260	Kolon260
2	Kolon240	Kolon260	Kolon260	Kolon260
3	Kolon220	Kolon260	Kolon240	Kolon260
4	Kolon200	Kolon240	Kolon220	Kolon260
5	Kolon160	Kolon220	Kolon200	Kolon240
6	Kolon160	Kolon160	Kolon160	Kolon220
7	Kolon160	Kolon160	Kolon160	Kolon200
8	Kolon160	Kolon160	Kolon160	Kolon180

Çizelge 5.6 DBYBHY SDYS kolon kesitler

DBYBHY SDYS				
Kat	C1	C2	C3	C4
Z	Kolon260	Kolon280	Kolon280	Kolon260
1	Kolon240	Kolon260	Kolon260	Kolon260
2	Kolon220	Kolon260	Kolon240	Kolon260
3	Kolon200	Kolon240	Kolon240	Kolon260
4	Kolon180	Kolon240	Kolon220	Kolon240
5	Kolon160	Kolon200	Kolon200	Kolon240
6	Kolon160	Kolon180	Kolon160	Kolon220
7	Kolon160	Kolon160	Kolon160	Kolon200
8	Kolon160	Kolon160	Kolon160	Kolon160
DBYBHY SDYS GÜÇLÜ KOLON - ZAYIF KİRİŞ				
Kat	C1	C2	C3	C4
Z	Kolon260	Kolon280	Kolon280	Kolon280
1	Kolon240	Kolon280	Kolon280	Kolon280
2	Kolon220	Kolon280	Kolon280	Kolon280
3	Kolon200	Kolon260	Kolon260	Kolon280
4	Kolon180	Kolon260	Kolon260	Kolon280
5	Kolon160	Kolon260	Kolon260	Kolon260
6	Kolon160	Kolon240	Kolon240	Kolon260
7	Kolon160	Kolon240	Kolon240	Kolon260
8	Kolon160	Kolon240	Kolon240	Kolon240

Çizelge 5.7 Seçilen kesitlerin toplam ağırlıkları

TOPLAM BİRİM AĞIRLIKLARI (kg)			
Eleman	1997	SDNS	SDYS
Kolon	20330	18800	23820
Kiriş	138490	138490	138490
Çapraz	55500	44950	40270
Toplam	214320	202240	202580

Deprem analizinde kullandığımız taşıyıcı sistem davranış katsayısı R ABYYHY 97’de modelimiz için 4 iken, DBYBHY 2006 SDNS için 5, DBYBHY 2006 SDYS için 6 olmuştur. R katsayısı büyüdükçe katlara etkiyen eşdeğer deprem yükü azalır ve buna bağlı olarak kesitlerin küçülmesi beklenir. Örneğimizdeki sistem ABYYHY 97’de sadece SDNS olarak tasarlanabilirken DBYBHY 2006’da hem SDNS, hem de SDYS olarak tasarlanabilmektedir. Çizelge 5.7’deki; ABYYHY ile DBYBHY SDNS arasındaki fark başta R katsayısından ve enkesit koşullarından, DBYBHY SDYS ile diğerleri arasındaki fark ise güçlü kolon zayıf - giriş koşulundan kaynaklandığını söyleyebiliriz.

Kirişlerde maximum moment Pd yüklemesinde meydana geldiği için sistemlerin kendi içinde tüm girişleri aynı kesit seçilmiştir.

DBYBHY 2006’da deprem konusu daha ayrıntılı ele alınmıştır. ABYYHY 97 ‘den farklı olarak;

- Enkesit koşullarındaki farklılıklar
- Eksenel basınç ve çekme kuvvetleri altında arttırılmış (Ω_a) yükleme
- Arttırılmış(D_a) güçlü kolon-zayıf giriş koşulu
- Birleşim bölgeleri için ayrıntılar

en önemli değişikliklerdir. Çelik girişlerde yük taşıma kapasitesi kaybı, giriş başlıklarında ve gövde levhasında meydana gelen yerel burkulma ve yanal burkulma nedeniyle oluştuğunu göz önünde bulundurursak, giriş kesitinin başlık ve gövde boylarının kalınlıklarıyla oranının DBYBHY’deki enkesit koşulları ile sınırlandırılması isabetli olmuştur. DBYBHY’deki enkesit koşulları sınırları ABYYHY’deki enkesit koşulları sınırlarından daha küçüktür. Böylelikle yerel burkulmalar daha büyük deformasyon değerlerinde oluşacaktır.

R eşdeğer deprem yükü azaltma katsayısının azalmasına paralel olarak kolon kesitlerindeki azalma ve SDYS için ise güçlü kolon zayıf giriş koşulunu uyguladığımızda kolon kesitlerindeki artış da Çizelge 5.4, 5.5 ve 5.6’da gözükmemektedir.

İki yönetmelik arasındaki önemli bir fark da eşdeğer deprem yükünün uygulanabilmesi için gerekli koşullardaki farklılıklardır. Toplam yükseklik sınırı 1. ve 2. deprem bölgelerinde, her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} < 2.0$ koşulunu sağladığı ve ayrıca B2 türü düzensizliğin olmadığı binalarda 60 metreden 40 metreye, 3. ve 4. deprem bölgelerinde tüm binalarda 75 metreden yine 40 metreye inmiştir. Statik yaklaşımla çok katlı yapılar ekonomik olmayan bir şekilde dayanıklı inşa edilmemesi için böyle bir değişiklik yapılmıştır.

KAYNAKLAR

Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, İstanbul

Celep, Z., Kumbasar, N., (2004) “Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı”,Beta Dağıtım, İstanbul

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, İstanbul

Deren, H., Uzdiger, E., Piroğlu F., (2002) “Çelik Yapılar”,Çağlayan Basımevi, İstanbul

Mertol, A., Mertol, H.C., (2002) “Deprem Mühendisliği”, Kozan Matbaacılık Şti, Ankara

Öztürk, A.Z., (2002) “Çelik Yapılar Kısa Bilgi ve Çözülmüş Problemler”, Birsen Yayınevi Ltd. Şti, İstanbul

TS 648 / Aralık 1980

TS 4561 / Ekim 1985

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 09.12.1981

Doğum yeri Sivas

Lise 1996-1999 Antalya Metin-Nuran Çakallıklı Anadolu Lisesi

Lisans 1999-2004 Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans 2004-2006 Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Müh. Anabilim Dalı, Yapı Programı

Çalıştığı kurum

2004-2005 ADO Çimento Sanayi ve Ticaret A.Ş.