

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PROJE UYGULAMALI OLARAK ÇELİK YAPILARDA 1998 ABYYHY İLE
2006 DBYBHY'İN KARŞILAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İnş. Müh. Öznur ÖZARSLAN
(501041094)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 24 Temmuz 2006
Tezin Savunulduğu Tarih : 15 Haziran 2006**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Nesrin YARDIMCI
Diğer Jüri Üyeleri Prof. Dr. Gülay ALTAY (B.Ü.)
Doç. Dr. Cavidan YORGUN (İ.T.Ü.)**

TEMMUZ 2006

ÖNSÖZ

İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü Yapı Mühendisliği yüksek lisans programı çerçevesinde hazırlamış olduğum bu yüksek lisans tezinde, 1998 ABYYHY ile 2006 DBYBHY, çelik yapılarla ilgili olarak içerdikleri koşul ve esaslar bakımından incelenmiş, örnek yapılar üzerinde uygulaması yapılarak sonuçlar irdelenmiştir.

Yapmış olduğum bu çalışmayı, yeni deprem yönetmeliğinin anlaşılmasında tüm meslektaşlarıma faydalı olacağı düşüncesiyle bilgilerinize sunuyorum.

Çalışmalarım sırasında yol gösterici ve hoşgörülü yaklaşımı ile tezimin gelişmesindeki büyük katkıları için tez danışmanım değerli hocam Prof. Dr. Nesrin YARDIMCI'ya, lisans ve yüksek lisans öğrenimim süresince benden desteğini esirgemeyen, değerli fikirlerinden ve tecrübelerinden yararlanma fırsatı bulduğum sayın hocam Prof. Dr. Erkan ÖZER'e en içten teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, tez çalışmam süresince değerli vaktini aldığım hocam Araş. Gör. Cüneyt VATANSEVER'e anlayışından ötürü, değerli arkadaşım İnş. Müh. Yavuz BANK'a tezimin yazılmasındaki maddi ve manevi desteğinden ötürü teşekkürü borç bilirim.

Mayıs, 2006

Öznur ÖZARSLAN

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	vi
TABLO LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	ix
SEMBOL LİSTESİ	x
ÖZET	xiv
SUMMARY	xv
1. GİRİŞ	1
2. 1998 ABYYHY İLE 2006 DBYBHY'İN DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMI BAKIMINDAN KARŞILARTIRILMASI	3
2.1. Amaç ve Temel Gereksinimler	3
2.2. Genel İlke ve Kurallar	3
2.3. Zemin Koşulları	4
2.4. Bina Düzensizlikleri	5
2.4.1. Planda düzensizlik durumu	6
2.4.1.1. 2006 DBYBHY'e göre	6
2.4.1.2. 1998 ABYYHY'e göre	6
2.4.2. Düşey doğrultuda düzensizlik durumu	7
2.4.2.1. 2006 DBYBHY'e göre	7
2.4.2.2. 1998 ABYYHY'e göre	8
2.5. Deprem Yükünün Tanımlanması	9
2.5.1. Genel kabuller	9
2.5.2. Elastik deprem yüklerinin tanımlanması	11
2.5.3. Elastik deprem yükünün azaltılması	12
2.6. Hesap Yönteminin Seçilmesi	15
2.7. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi	16
2.7.1. Toplam eşdeğer deprem yükünün belirlenmesi	16
2.7.1.1. 2006 DBYBHY'e göre	16
2.7.1.2. 1998 ABYYHY'e göre	17
2.7.2. Katlara etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin belirlenmesi	18
2.7.2.1. 2006 DBYBHY'e göre	18
2.7.2.2. 1998 ABYYHY'e göre	20

2.7.3. Gözönüne alınacak yerdeğiştirme bileşenleri ve deprem yüklerinin etkiye noktaları	20
2.8. Mod Birleştirme Yöntemi	21
2.8.1. Hesaba katılacak yeterli titreşim modu sayısı	22
2.8.2. Mod katkılarının birleştirilmesi	22
2.8.3. Hesaplanan büyüklüklere ilişkin altsınır değerlerinin belirlenmesi	23
2.9. Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemleri	23
2.10. Etkin Göreli Kat Ötelemelerinin Hesaplanması ve Sınırlandırılması	24
2.10.1. 2006 DBYBHY'e göre	24
2.10.2. 1998 ABYYHY'e göre	25
2.11. İkinci Mertebe Etkilerin Gözönüne Alınması	25
3. 1998 ABYYHY VE 2006 DBYBHY'TE ÇELİK BİNALAR İÇİN DEPREME DAYANIKLI TASARIM KURALLARININ KARŞILAŞTIRILMASI	27
3.1. Taşıyıcı Sistem Sınıflandırılması	27
3.1.1. Genel koşullar	27
3.1.2. Süneklik düzeyi yüksek betonarme boşluksuz perdeli-çerçeve sistemlere ilişkin koşullar	28
3.1.3. Süneklik düzeyi normal bazı sistemlerde perde kullanım zorluğuna ilişkin koşullar	29
3.1.4. Süneklik düzeyi bakımından karma taşıyıcı sistemlere ilişkin koşullar	30
3.1.5. Kolonları üstten mafsallı binalara ilişkin koşullar	31
3.1.5.1. 1998 ABYYHY'e göre	31
3.1.5.2. 2006 DBYBHY'e göre	31
3.2. Malzeme Koşulları ve Emniyet Gerilmeleri	32
3.2.1. 1998 ABYYHY'e göre	32
3.2.2. 2006 DBYBHY'e göre	33
3.3. Arttırılmış Deprem Etkileri	35
3.4. İç Kuvvet Kapasiteleri ve Gerilme Sınır Değerleri	36
3.5. Enkesit Koşulları	37
3.6. Tasarım Kuralları	37
3.6.1. 1998 ABYYHY'e göre	37
3.6.1.1. Süneklik düzeyi yüksek çerçeveler	37
3.6.1.2. Süneklik düzeyi yüksek çelik çaprazlı perdeler	39
3.6.1.3. Süneklik düzeyi normal çerçeveler	40
3.6.1.4. Süneklik düzeyi normal çelik çaprazlı perdeler	40
3.6.1.5. Ek ve birleşimlere ilişkin kurallar	41
3.6.2. 2006 DBYBHY'e göre	41
3.6.2.1. Süneklik düzeyi yüksek çerçeveler	41

3.6.2.2. Süneklik düzeyi normal çerçeveler	46
3.6.2.3. Süneklik düzeyi yüksek merkezi çelik çaprazlı perdeler	48
3.6.2.4. Süneklik düzeyi normal merkezi çelik çaprazlı perdeler	50
3.6.2.5. Süneklik düzeyi yüksek dışmerkez çelik çaprazlı perdeler	51
3.6.3. Genel karşılaştırma	56
4. ÖRNEK YAPILARIN KARŞILAŞTIRMALI BOYUTLANDIRILMASI	59
4.1. Yapıların Tanıtılması	59
4.2. Yapılara Ait Bilgiler	61
4.2.1. Elverişsiz yüklemeler	61
4.2.2. Rüzgar yükü	61
4.2.3. Deprem yükü	61
4.3. Binalara Ait Analiz Sonuçları ve Ek Hesaplar	62
4.3.1. B1 binasına ait analiz sonuçları ve ek hesaplar	62
4.3.2. B2 binasına ait analiz sonuçları ve ek hesaplar	63
4.3.3. B3 binasına ait analiz sonuçları ve ek hesaplar	65
4.3.4. B4 binasına ait analiz sonuçları ve ek hesaplar	66
4.3.5. B5 binasına ait analiz sonuçları ve ek hesaplar	67
4.3.6. B6 binasına ait analiz sonuçları ve ek hesaplar	70
4.4. Metraj Hesabı	71
4.4.1. B1 binasının metrajı	72
4.4.2. B2 binasının metrajı	73
4.4.3. B3 binasının metrajı	74
4.4.4. B4 binasının metrajı	76
4.4.5. B5 binasının metrajı	78
4.4.6. B6 binasının metrajı	80
5. SONUÇLAR	82
KAYNAKLAR	87
EKLER	88
ÖZGEÇMİŞ	94

KISALTMALAR

ABYYHY	: Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
DBYBHY	: Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
TS	: Türk Standardı

TABLO LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 2.1. Yerel zemin sınıfları.....	4
Tablo 2.2. Zemin grupları.....	5
Tablo 2.3. Etkin yer ivmesi katsayısı (A_0).....	10
Tablo 2.4. Bina önem katsayısı (I).....	10
Tablo 2.5. Spektrum karakteristik periyotları (T_A - T_B).....	11
Tablo 2.6. 2006 DBYBHY'e göre taşıyıcı sistem davranış katsayıları.....	13
Tablo 2.7. 1998 ABYYHY'e göre taşıyıcı sistem davranış katsayıları.....	14
Tablo 2.8. Eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanabileceği binalar.....	15
Tablo 2.9. Hareketli yük katılım katsayısı (n)	17
Tablo 2.10. C_t katsayısı.....	18
Tablo 3.1. D_a arttırma katsayısı.....	34
Tablo 3.2. Büyütme katsayıları.....	35
Tablo 3.3. Enkesit koşulları.....	38
Tablo 3.4. Narinlik sınırları.....	58
Tablo 4.1. Boyutlandırması yapılan binalar.....	60
Tablo 4.2. B1 binasına ait veriler.....	62
Tablo 4.3. B1 binasının x doğrultusundaki görelî kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkilerinin kontrolü.....	63
Tablo 4.4. B1 binasının y doğrultusundaki görelî kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkilerinin kontrolü.....	63
Tablo 4.5. B2 binasına ait veriler.....	63
Tablo 4.6. B2 binasının x doğrultusundaki görelî kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkilerinin kontrolü.....	64
Tablo 4.7. B2 binasının y doğrultusundaki görelî kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkilerinin kontrolü.....	64
Tablo 4.8. B3 binasına ait veriler.....	65
Tablo 4.9. B3 binasının x doğrultusundaki görelî kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkilerinin kontrolü.....	65
Tablo 4.10. B3 binasının y doğrultusundaki görelî kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkilerinin kontrolü.....	66
Tablo 4.11. B4 binasına ait veriler.....	66
Tablo 4.12. B4 binasının x doğrultusundaki görelî kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkilerinin kontrolü.....	67
Tablo 4.13. B3 binasının y doğrultusundaki görelî kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkilerinin kontrolü.....	67
Tablo 4.14. B5 binasına ait veriler.....	67
Tablo 4.15. B5 binasının x doğrultusundaki görelî kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkilerinin kontrolü.....	68
Tablo 4.16. B5 binasının y doğrultusundaki görelî kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkilerinin kontrolü.....	68
Tablo 4.17. B5 binasına ait bağ kirişi döşeme açları (γ_p).....	69

Tablo 4.18.	İzin verilen bağ kirişı dönme açıları.....	69
Tablo 4.19.	B6 binasına ait veriler.....	70
Tablo 4.20.	B6 binasının x doğrultusundaki görelî kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkilerinin kontrolü.....	70
Tablo 4.21.	B6 binasının y doğrultusundaki görelî kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkilerinin kontrolü.....	71
Tablo 4.22.	B1 binasındaki toplam kiriş ağırlığı.....	72
Tablo 4.23.	B1 binasındaki toplam tali kiriş ağırlığı.....	72
Tablo 4.24.	B1 binasındaki toplam kolon ağırlığı.....	73
Tablo 4.25.	B2 binasındaki toplam kiriş ağırlığı.....	73
Tablo 4.26.	B3 binasındaki toplam kiriş ağırlığı.....	74
Tablo 4.27.	B3 binasındaki toplam tali kiriş ağırlığı.....	74
Tablo 4.28.	B4 binasındaki toplam kiriş ağırlığı.....	76
Tablo 4.29.	B4 binasındaki toplam kolon ağırlığı.....	76
Tablo 4.30.	B4 binasındaki toplam çapraz ağırlığı.....	77
Tablo 4.31.	B5 binasındaki toplam kiriş ağırlığı.....	78
Tablo 4.32.	B5 binasındaki toplam kolon ağırlığı.....	78
Tablo 4.33.	B5 binasındaki toplam çapraz ağırlığı.....	79
Tablo 4.34.	B6 binasındaki toplam kiriş ağırlığı.....	80
Tablo 4.35.	B6 binasındaki toplam kolon ağırlığı.....	80
Tablo 4.36.	B6 binasındaki toplam çapraz ağırlığı.....	81
Tablo 5.1.	Merkezi çaprazlı sistemlerin taşıyıcı sistem davranış katsayıları....	82
Tablo 5.2.	Hesaplanan büyüklüklere ilişkin alt sınır değerleri.....	83

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1 : x ve y doğrultularındaki depremin asal eksenler doğrultusundaki etkisi.....	9
Şekil 2.2 : Spektrum katsayısı.....	12
Şekil 2.3 : Eşdeğer deprem yükünün katlara göre dağılımı.....	19
Şekil 3.1 : Kolon-kiriş birleşim bölgesindeki mometler.....	42
Şekil 3.2 : Kayma bölgesi.....	44
Şekil 3.3 : Takviye levhaları.....	44
Şekil 3.4 : Bağ kirişi dönme açısı.....	53
Şekil 3.5 : Rijitlik levhaları.....	54
Şekil 3.6 : Bağ kirişi-kolon birleşimi.....	56
Şekil 4.1 : Sistem kesitleri.....	59
Şekil 4.2 : Sistem planları.....	59
Şekil 4.3 : Rüzgar yükü.....	61
Şekil 4.4 : Kiriş, kolon ve çapraz numaraları.....	71
Şekil 4.5 : B1, B2, B3 binalarında yapı elemanlarının ağırlıkları.....	75
Şekil 4.6 : B1, B2 ve B3 binaları için toplam çelik ağırlığının dağılımı.....	75
Şekil 4.7 : B4 binası için toplam çelik ağırlığının dağılımı.....	77
Şekil 4.8 : B5 binası için toplam çelik ağırlığının dağılımı.....	79
Şekil 4.9 : B6 binası için toplam çelik ağırlığının dağılımı.....	81
Şekil 5.1 : Binalara göre toplam çelik ağırlıkları.....	84
Şekil 5.2 : B1, B2 ve B3 binaları için toplam çelik ağırlığının dağılımı.....	85
Şekil 5.3 : B4 binası için toplam çelik ağırlığının dağılımı.....	85
Şekil 5.4 : B5 binası için toplam çelik ağırlığının dağılımı.....	86
Şekil 5.5 : B6 binası için toplam çelik ağırlığının dağılımı.....	86

SEMBOL LİSTESİ

A	: Enkesit alanı
A_k	: Kesme alanı
A_{net}	: Net enkesit alanı
A₀	: Etkin yer ivmesi
A(T)	: Spektral ivme katsayısı
B_a	: Taşıyıcı sistem elemanının a asal eksenine doğrultusunda tasarıma esas iç kuvvet büyüklüğü
B_{ax}	: Taşıyıcı sistem elemanının a asal eksenine doğrultusunda, x doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğü
B_{ay}	: Taşıyıcı sistem elemanının a asal eksenine doğrultusunda, x'e dik y doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğü
B_b	: Taşıyıcı sistem elemanının b asal eksenine doğrultusunda tasarıma esas iç kuvvet büyüklüğü
B_{bx}	: Taşıyıcı sistem elemanının b asal eksenine doğrultusunda, x doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğü
B_{by}	: Taşıyıcı sistem elemanının b asal eksenine doğrultusunda, x'e dik y doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğü
B_B	: Mod birleştirme yönteminde mod katkılarının birleştirilmesi ile bulunan herhangi bir büyüklük
B_D	: B _B büyüklüğüne ait büyütülmüş değer
b	: Genişlik
b_{cf}	: Kolon kesitinin başlık genişliği
b_{bf}	: Kiriş kesitinin başlık genişliği
C_t	: Eşdeğer deprem yükü yönteminde birinci doğal titreşim periyodunun yaklaşık olarak belirlenmesinde kullanılan katsayı
D	: Dairesel halka kesitlerde dış çap
D_a	: Akma gerilmesi artırma katsayısı
D_i	: Eşdeğer deprem yükü yönteminde burulma düzensizliği olan binalar için i'inci katta $\pm 5\%$ ek dışmerkezliğe uygulanan büyütme katsayısı
d_b	: Kiriş enkesit yüksekliği
d_c	: Kolon enkesit yüksekliği
d_{fi}	: Binanın i'inci katında F _{fi} fiktif yüklerine göre hesaplanan yer değiştirme
d_i	: Binanın i'inci katında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yer değiştirme
E	: Deprem yükü simgesi
E_s	: Yapı çeliği elastisite modülü
e	: Bağ kirişi boyu
F_{fi}	: Birinci doğal titreşim periyodunun hesabında i'inci kata etkileyen fiktif yük
F_i	: Eşdeğer deprem yükü yönteminde i'inci kata etkileyen eşdeğer deprem yükü

G	: Sabit yük simgesi
g	: Yer çekimi 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}	: Düşüm noktasının üstündeki ve altındaki kat yüksekliklerinin ortalaması
h	: Gövde levhası yüksekliği
h_i	: Binanın i'inci katının kat yüksekliği
I	: Bina önem katsayısı
ℓ_a	: Ara rijitlik levhaları arası mesafe
ℓ_b	: Kirişin yanal doğrultuda mesnetlendiği noktalar arasındaki uzaklık
ℓ_n	: Kiriş uçlarındaki olası plastik mafsallık noktaları arasındaki uzaklık
M_d	: Düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan eğilme momenti
M_n	: n'inci doğal titreşim moduna ait modal kütle
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_{xn}	: Gözönüne alınan x deprem doğrultusunda binanın n'inci doğal titreşim modundaki etkin kütle
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_{yn}	: Gözönüne alınan y deprem doğrultusundaki binanın n'inci doğal titreşim modundaki etkin kütle
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_{NC}	: Deprem yüklerinin tamamının süneklik düzeyi normal çerçeveler tarafından taşındığı durum için tanımlanan taşıyıcı sistem davranış katsayısı
R_{YP}	: Deprem yüklerinin tamamının süneklik düzeyi yüksek perdeler tarafından taşındığı durum için tanımlanan taşıyıcı sistem davranış katsayısı
R_a(T)	: Deprem yükü azaltma 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]
T₁	: 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
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_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_i	: Gözönüne alınan deprem doğrultusunda binanın i'inci katına etki eden kat kesme kuvveti
V_{ik}	: Çerçevesel veya perdeli-çerçevesel sistemlerin çerçevelerinde, binanın i'inci katındaki tüm kolonlarda, gözönüne alınan deprem doğrultusunda hesaplanan kesme kuvvetlerinin toplamı
V_{is}	: Çerçevesel veya perdeli-çerçevesel sistemlerin çerçevelerinde, binanın i'inci katında Denklem 3.15'in hem alttaki hem de üstteki düğüm noktalarında sağlandığı kolonlarda, gözönüne alınan deprem doğrultusunda hesaplanan kesme kuvvetlerinin toplamı
V_p	: Kesme kuvveti kapasitesi
V_{pn}	: İndirgenmiş kesme kuvveti kapasitesi
V_{tB}	: Mod birleştirme yönteminde gözönüne alınan deprem doğrultusunda maodlara ait katkıların birleştirilmesi ile bulunan bina toplam deprem yükü (taban kesme kuvveti)

W	: Binanın, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı
W_p	: Plastik mukavemet momenti
w_i	: Binanın i'inci katının, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı
Y	: Mod birleştirme yönteminde hesaba katılan yeterli doğal titreşim modu sayısı
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 görelî kat ötelemesi
$(\Delta_i)_{ort}$	: Binanın i'inci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelemesi
ΔF_N	: Binanın N'inci katına (tepesine) etkileyen ek eşdeğer deprem yükü
γ_p	: Bağ kirişî dönme açısı
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 düzensizliğı katsayısı
η_{ci}	: i'inci katta tanımlanan dayanım düzensizliğı katsayısı
η_{ki}	: i'inci katta tanımlanan rijitlik düzensizliğı katsayısı
Ω_o	: Büyütme katsayısı
σ_a	: Yapı çeliğinin akma gerilmesi
σ_{bem}	: Elemanın narinliğine bağılı olarak, TS-648'e göre hesaplanan basınç emniyet gerilmesi
σ_{em}	: Emniyet gerilmesi
θ_p	: Görelî kat ötelemesi açısı
θ_{xin}	: Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, n'inci mod şeklinin i'inci katta x eksenî doğrultusundaki yatay bileşeni
θ_{yin}	: Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, n'inci mod şeklinin i'inci katta y eksenî doğrultusundaki yatay bileşeni
θ_{0in}	: 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 ikinci mertebe gösterge değeri

PROJE UYGULAMALI OLARAK ÇELİK YAPILARDA 1998 ABYYHY İLE 2006 DBYBHY'İN KARŞILAŞTIRILMASI

ÖZET

Yüksek lisans tezi olarak sunulan bu çalışmanın temel amacı, 1998 ABYYHY ile 2006 DBYBHY'in çelik yapılar ile ilgili içerdikleri kavram ve kabuller açısından farklı yanlarını ortaya koymak ve bu farklılıkları çelik yapılar üzerinde irdelemektir.

Beş bölümden oluşan çalışmanın ilk bölümü konu, amaç ve sınırların tarifini kapsamaktadır.

İkinci bölüm, 1998 ABYYHY'te ve 2006 DBYBHY'te değinilen genel kavram, dizayn prensipleri ve yapısal düzenlilik kavramlarının karşılaştırılmasına ayrılmıştır. Yapının beklenen deprem performansı ve güvenilirliğinden ve zemin koşullarından bahsedildikten sonra, deprem yükleri bu iki yönetmeliğe göre tanımlanmıştır.

Üçüncü bölümde, çelik yapılar için özel tasarım kuralları açıklanmıştır. Her iki yönetmelik de incelenmiş, ve 2006 DBYBHY'te yer alan farklı kavramalar karşılaştırmalı olarak irdelenmiştir.

Dördüncü bölümde, 1998 ABYYHY ve 2006 DBYBHY, moment aktaran çerçeve, merkezi çelik çaprazlı ve dışmerkez çelik çaprazlı olmak üzere üç ayrı yapının karşılaştırmalı dizaynı için uygulanmıştır. Her bir yapısal eleman için metraj hesabı yapılmıştır. Binaların yapısal analizleri ETABS bilgisayar programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Son bölümde çalışmanın ana özelliklerinin ve sayısal sonuçların değerlendirmesi yapılmıştır. 1998 ABYYHY'e ve 2006 DBYBHY'e ait çözümler sonucunda elde edilen sonuçlar belirtilmiş ve binaların metraj hesapları ekonomik açıdan karşılaştırılmıştır.

PROJECT APPLIED COMPARISON OF DESIGN SPECIFICATIONS FOR STRUCTURES TO BE BUILT IN DISASTER AREAS(1998) AND DESIGN SPECIFICATIONS FOR BUILDINGS IN EARTHQUAKE REGIONS(2006)

SUMMARY

The main purpose of this study, which is presented as M.Sc thesis, is to find out the differences in concepts, and assumptions between Design Specifications for Structures Built in Disaster Areas (1998) and Design Specifications for Buildings in Earthquake Regions (2006), and to investigate the differences on steel structures.

The first chapter of this study, which is composed of five chapters, has covered the description of subject, aim and the scope.

The second chapter has been devoted to the comparison of general concept, design principles and structural regularity concepts mentioned in Design Specifications for Structures Built in Disaster Areas (1998) and Design Specifications for Buildings in Earthquake Regions (2006). After stating expected seismic performance and reliability of the structure and soil conditions, the earthquake loads have been defined with regard to these two design specification codes.

In the third chapter, specific design rules for steel buildings have been explained. Both design codes have been examined and new concepts in Design Specifications for Buildings in Earthquake Regions (2006) have been investigated in a comparative way.

In the fourth chapter, Design Specifications for Structures Built in Disaster Areas (1998) and Design Specifications for Buildings in Earthquake Regions (2006) have been applied to the comparative design of three type of structures, moment resisting frame, concentrically braced frame and eccentrically braced frame. Steel amount has been calculated for all the structural elements. The structural analyses of the buildings are performed by ETABS computer programme.

In the last chapter, the main characteristics of the study and evaluation of numerical results have been presented. From economical point of view, the analysis and design results of Design Specifications for Structures Built in Disaster Areas (1998) and Design Specifications for Buildings in Earthquake Regions (2006) have been compared.

1. GİRİŞ

Deprem, yerkabuğunun derinliklerindeki bir bölgenin ani kırılması ve bu kırılma noktasına kadar depolanmış deformasyon enerjisinin sismik enerjiye dönüşerek dalgalar halinde yerkabuğunu üzerindikilerle birlikte titreştirmesidir.

Deprem hareketinin şiddetini, zamana bağlı olarak yüzdelerle ifade edilen meydana gelme olasılığını ve bu dinamik hareketin yerkabuğu yapısına, zemin tipine bağlı olan karakteristiklerini belirlemek sismoloji biliminin konusunu teşkil eder. Ancak, yeryüzünde inşa edilen bina ve diğer mühendislik yapıları üzerindeki direkt etkisi nedeniyle, deprem olgusu, inşaat mühendisliğinin de uğraş alanında yer almaktadır.

Depremden kaynaklanan, zeminin titreşmesiyle oluşan yatay sismik kuvvet, o zemin üzerindeki yapının denge konumundan ayrılmasına neden olur. Yapıyı oluşturan taşıyıcı sistem elemanlarında yapının yüklendiği statik ağırlıktan kaynaklanan kesit zorlarına ek olarak yeni “gerilmeler” oluşur.

Ülkemize ait deprem gerçeklerini yalın bir ifade ile özetleyecek olursak;

Birinci derece deprem bölgesinde en büyük yer ivmesi ≥ 0.4 gal. ve ikinci derece deprem bölgesinde bu değer 0.30-0.40 gal arasında olup sırasıyla bu bölgeler ülke yüzölçümünün % 42’si ve % 24’üdür. Her ikisinin toplamı ise % 66’dır [6].

Nüfus olarak bakıldığında, birinci derece deprem bölgesindeki nüfus toplam nüfusun yaklaşık olarak % 45’i, ikinci derece deprem bölgesi için ise % 26’sıdır. Yine toplam olarak ülke nüfusunun % 71’i aktif deprem bölgelerinde yaşamaktadır. Üçüncü derece deprem bölgesinde yer ivmesi 0.20-0.10 gal arasında alındığında, bu bölgelerdeki nüfusla birlikte toplam nüfusumuzun % 86’sının deprem tehlikesi olan bölgelerde yaşadığı ortaya çıkmaktadır [6].

Bu durum, Türkiye’de mühendislik yapılarının depreme dayanıklı olarak tasarlanması ve inşa edilmesi zorunluluğunu açık bir şekilde ortaya koymaktadır.

Ülkemizde, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik kapsamında, 1998 yılından bu yana, deprem yer hareketine maruz kalacak bina ve bina türü

yapıların, depreme dayanıklı olarak tasarımı ve yapımı için gerekli minimum koşulları belirleyen bir yönetmelik bulunmaktadır. Ancak, bu yönetmelikte, birçok maddede ilerideki veya gerideki bölüm, alt kısım ve maddelere ‘ardışık göndermeler’ yapılmakta, bu olumsuz özellik de yönetmeliğin anlaşılabilir olma niteliğine geniş ölçüde zarar vermektedir [8].

2003 yılında oluşturulan komitenin yoğun ve özverili çalışmaları sonucu, 2006 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik hazırlanmıştır. Bu yönetmelikte, 1998 ABYYHY yeniden ele alınmış, belirli bölümleri düzeltilmiş, kimi bölümler çıkarılmış ve yeni bölümler eklenmiştir. Tamamen deprem afetini konu alan bu yönetmelik, dünyadaki ve yurdumuzdaki bilimsel ve teknolojik gelişmelerin pek çoğunu kapsayan çağdaş ve olumlu yaklaşımları içermektedir.

Bu çalışmanın ilk bölümlerinde, yukarıda adı geçen 1998 ABYYHY ve 2006 DBYBHY’in benzeşen yönleri ve farklılıkları konu başlıkları altında karşılaştırmalarla irdelenmiştir.

Çalışmanın dördüncü bölümünde, örnek yapılar her iki yönetmeliğe göre boyutlandırılmış ve sonuçlar ekonomik açıdan değerlendirilmiştir.

Son bölümde ise, çalışmanın ana özelliklerinin ve sayısal sonuçların değerlendirmesi yapılmıştır.

2. 1998 ABYYHY İLE 2006 DBYBHY'İN DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMI BAKIMINDAN KARŞILAŞTIRILMASI

2.1 Amaç ve Temel Gereksinimler

Her iki yönetmeliğe göre de yeni yapılacak binaların depreme dayanıklı tasarımının ana ilkesi; hafif şiddetteki depremlerde binalardaki yapısal ve yapısal olmayan sistem elemanlarının herhangi bir hasar görmemesi, orta şiddetteki depremlerde yapısal ve yapısal olmayan elemanlarda oluşabilecek hasarın sınırlı ve onarılabilir düzeyde kalması, şiddetli depremlerde ise can güvenliğinin sağlanması amacı ile kalıcı yapısal hasar oluşumunun sınırlandırılmasıdır [7].

Bunlara ek olarak, yeni yönetmelikte mevcut binaların değerlendirmesi ve güçlendirilmesinde esas alınan performans kriterleri de tanımlanmıştır.

Her iki yönetmelikte de yeni binaların tasarımında esas alınacak tasarım depremi, şiddetli depreme karşı gelmektedir. Bina Önem Katsayısı $I = 1$ olan binalar için, tasarım depreminin 50 yıllık bir süre içinde aşılma olasılığı %10'dur.

Farklı aşılma olasılıklı depremler, mevcut binaların değerlendirmesi ve güçlendirilmesinde gözönüne alınmak üzere tanımlanmıştır.

2.2 Genel İlke ve Kurallar

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 [2].

Döşeme sistemleri, deprem kuvvetlerinin taşıyıcı sistem elemanları arasında güvenli aktarılmasını sağlayacak düzeyde rijitlik ve dayanıma sahip olmalıdır. Yeterli olmayan durumlarda, döşemelerde uygun aktarma elemanları düzenlenmelidir.

Binaya aktarılan deprem enerjisinin önemli bir bölümünün taşıyıcı sistemin sünek davranışı ile tüketilmesi için, sünek tasarım ilkelerine titizlikle uyulmalıdır.

Düzensiz binaların tasarımından ve yapımından kaçınılmalıdır. Taşıyıcı sistem planda simetrik veya simetriğe yakın düzenlenmeli ve burulma düzensizliğine olabildiğince yer verilmemelidir. Bu bağlamda, perde vb rijit taşıyıcı sistem elemanlarının binanın burulma rijitliğini arttıracak biçimde yerleştirilmesine özen gösterilmelidir. Düşey doğrultuda ise herhangi bir katta zayıf kat veya yumuşak kat durumu oluşturan düzensizliklerden kaçınılmalıdır [2].

2.3 Zemin Koşulları

Her iki yönetmelikte de yerel zemin koşullarının tanımlanması için esas alınan zemin grupları ve yerel zemin sınıfları tablolarla verilmiştir (Tablo 2.1 ve Tablo 2.2). Tablolardaki zemin parametrelerine ilişkin değerler, zemin gruplarının belirlenmesinde yol göstermek üzere verilen standart değerlerdir.

Deprem elastik spektrumunun belirlenmesinde kullanılan spektrum karakteristik periyotları, aşağıda tanımlanan yerel zemin sınıflarına bağlı olarak değer almaktadır (Tablo 2.5).

Tablo 2.1: Yerel Zemin Sınıfları

Yerel Zemin Sınıfı	Tablo 2.1'e Göre Zemin Grubu ve En Üst Zemin Tabakası Kalınlığı (h_1)
Z1	(A) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (B) grubu zeminler
Z2	$h_1 > 15$ m olan (B) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (C) grubu zeminler
Z3	$15 \text{ m} < h_1 \leq 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 \leq 10$ m olan (D) grubu zeminler
Z4	$h_1 > 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 > 10$ m olan (D) grubu zeminler

Tablo 2.2: Zemin Grupları

Zemin Grubu	Zemin Grubu Tanımı	Stand. Penetr. (N/30)	Relatif Sıklık (%)	Serbest Basınç Direnci (kPa)	Kayma Dalgası Hızı (m/s)
(A)	1. Masif volkanik kayalar ve ayrılmamış metamorfik kayalar, sert çimentolu tortul kayalar.... 2. Çok sıkı kum, çakıl.... 3. Sert kil ve siltli kil.....	---- >50 >32	---- 85-100 ----	>1000 ---- >400	>1000 >700 >700
(B)	1. Tüf ve aglomera gibi gevşek volkanik kayalar, süreksizlik düzlemleri bulunan ayrılmış çimentolu tortul kayalar... 2. Sıkı kum, çakıl..... 3. Çok katı kil ve siltli kil..	---- 30-50 16-32	---- 65-85 ----	500-100 ---- 200-400	700-1000 400-700 300-700
(C)	1. Yumuşak süreksizlik düzlemleri bulunan çok ayrılmış metamorfik kayalar ve çimentolu tortul kayalar..... 2. Orta sıkı kum. Çakıl.... 3. Katı kil ve siltli kil.....	---- 10-30 8-16	---- 35-65 ----	<500 ---- 100-200	400-700 200-400 200-300
(D)	1. Yer altı su seviyesinin yüksek olduğu yumuşak, kalın alüvyon tabakaları... 2. Gevşek kum..... 3. Yumuşak kil, siltli kil...	---- <10 <8	---- <35 ----	---- ---- <100	<200 <200 <200

(C) ve (D) gruplarına giren zeminlere oturan kolon ve özellikle perde temellerindeki dönmelerin taşıyıcı sistem hesabına etkileri, uygun idealleştirme yöntemleri ile gözönüne alınmalıdır.

2.4 Bina Düzensizlikleri

Depreme karşı davranışlarındaki olumsuzluklar nedeni ile yapısal düzensizlik meydana getiren durumlardan kaçınılması için planda ve boykesitte uyulması gereken bazı koşullar vardır.

2.4.1 Planda Düzensizlik Durumları

2.4.1.1 2006 DBYBHY'e göre :

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 durumudur.

$$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{\max} / (\Delta_i)_{\text{ort}} > 1.2 \quad (2.1)$$

Görelî kat ötelemelerinin hesabı, $\pm$ %5 ek dışmerkezlîk etkileri de gözönüne alınarak yapılır.

A2 – Döşeme Süreksizlikleri :

Herhangi bir kattaki döşemede;

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 durumudur.

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 durumudur.

2.4.1.2 1998 ABYYHY'e göre :

A4 – Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması :

Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının plandaki asal eksenlerinin, gözönüne alınan birbirine dik yatay deprem doğrultularına paralel olmaması durumudur [2]. Bu durum 2006 DBYBHY'te düzensizlik durumu olarak görülmez.

2.4.2 Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları

2.4.2.1 2006 DBYBHY'e göre :

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 durumudur.

$$\eta_{ci} = (\Sigma A_e)_i / (\Sigma A_e)_{i+1} < 0.80 \quad (2.2)$$

Herhangi bir katta etkili kesme alanının tanımı :

$$\Sigma A_e = \Sigma A_w + \Sigma A_g + 0.15 \Sigma A_k \quad (2.3)$$

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 durumudur.

$$\eta_{ki} = (\Delta_i / h_i)_{ort} / (\Delta_{i+1} / h_{i+1})_{ort} > 2.0 \quad (2.4)$$

veya

$$\eta_{ki} = (\Delta_i / h_i)_{ort} / (\Delta_{i+1} / h_{i+1})_{ort} > 2.0 \quad (2.5)$$

Görelî kat ötelemelerinin hesabı, $\pm \%5$ ek dışmerkezlik etkileri de gözönüne alınarak yapılacaktır.

B3 – Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği :

Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının (kolon veya perdelerin) bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin veya guseli kolonların üstüne veya ucuna oturtulması, ya da üst kattaki perdelerin altta kolonlara oturtulması durumudur.

2.4.2.2 1998 ABYYHY'e göre :

2006 DBYBHY'den farklı olarak, 1998 ABYYHY'de B2 türü düzensizlik durumu 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} 1.5 ile sınırlandırılmıştır.

Tüm bu düzensizliklerden A1 ve B2 türü düzensizlikler, binanın deprem analizinde kullanılacak hesap yönteminin seçiminde etken olan düzensizliklerdir.

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 doğrulanmalıdır.

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 gözönüne alınmayacaktır. $0.60 \leq (\eta_{ci})_{\min} < 0.80$ aralığında taşıyıcı sistem davranış katsayısı, $1.25 (\eta_{ci})_{\min}$ değeri ile çarpılarak her iki deprem doğrultusunda da binanın tümüne uygulanacaktır. Ancak hiçbir zaman η_{ci} , 0.60'tan küçük olmayacaktır. Aksi durumda, zayıf katın dayanımı ve rijitliği artırılarak deprem hesabı tekrarlanacaktır.

Her iki yönetmeliğe göre de B3 türü düzensizliğin bulunduğu binalarda bütün deprem bölgeleri için uyulacak ek koşullar vardır :

- (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 oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez.

1998 ABYYHY'e göre, üst katlardaki perdenin her iki ucundan altta kolonlara oturtulmasına, bu kolonlarda düşey yükler ve depremin ortak

etkisinden oluşan tüm iç kuvvet değerlerinin %50 oranında artırılması koşuluyla izin verilmektedir.

- (d) Perdelerin binanın herhangi bir katında, kendi düzlemleri içinde kirişlerin üstüne açıklık ortasında oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez [1].

2.5 Deprem Yükünün Tanımlanması

2.5.1 Genel Kabuller

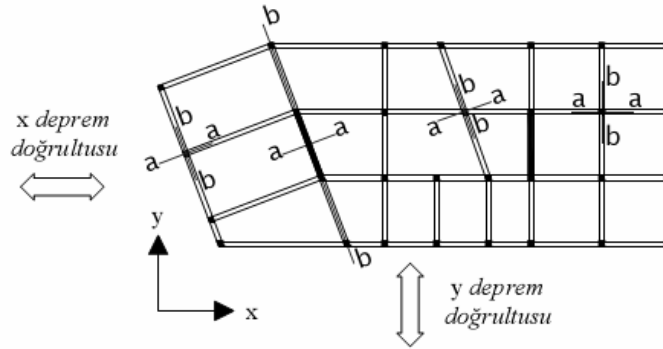
Her iki yönetmelikte de uyulması zorunlu olan genel kurallar vardır.

Binalara etkiyen deprem yüklerinin belirlenmesi için, aksi belirtilmedikçe, “Spektral İvme Katsayısı” ve “Deprem Yükü Azaltma Katsayısı” esas alınacaktır.

Yönetmelikte aksi belirtilmedikçe, deprem yüklerinin sadece yatay düzlemde ve birbirine dik iki eksen doğrultusunda etkidikleri varsayılacaktır.

Ayrıca, gözönüne alınan doğrultulardaki depremlerin ortak etkisine ilişkin hükümler de verilmiştir.

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 Denklem (2.6) ve Denklem (2.7) ile elde edilecektir.



Şekil 2.1: x ve y doğrultularındaki depremin asal eksenler doğrultusundaki etkisi

$$B_a = \pm B_{ax} \pm 0.30 B_{ay} \quad \text{veya} \quad B_a = \pm 0.30 B_{ax} \pm B_{ay} \quad (2.6)$$

$$B_b = \pm B_{bx} \pm 0.30 B_{by} \quad \text{veya} \quad B_b = \pm 0.30 B_{bx} \pm B_{by} \quad (2.7)$$

Spektral ivme katsayısının belirlenmesinde, deprem kuşaklarını hesaba katmak için kullanılan parametre “Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_0)”dır (Tablo 2.3).

Tablo 2.3: Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_0)

<i>Deprem Bölgesi</i>	A_0
1	0.40
2	0.30
3	0.20
4	0.10

Her iki yönetmelikte de esas alınan tasarım depremi, şiddetli depreme karşı gelmektedir. Bina önem katsayısı $I=1$ olan binalar için, tasarım depreminin 50 yıllık bir süre içinde aşılma olasılığı %10’dur. Binanın kullanım türü ve kullanım amacına göre bina önem katsayısının aldığı değerler Tablo 2.4’te verilmiştir.

Tablo 2.4: Bina Önem Katsayısı (I)

Binanın Kullanım Amacı veya Türü	Bina Önem Katsayısı (I)
<u>1. Deprem sonrası kullanımı gereken binaların ve tehlikeli madde içeren binalar</u> a) Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastaneler, dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme 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
<u>2. İnsanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu ve değerli eşyanın saklandığı binalar</u> a) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb. b) Müzeler	1.4
<u>3. İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar</u> Spor tesisleri, sinema, tiyatro ve konser salonları, vb.	1.2
<u>4. Diğer binalar</u> Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb)	1.0

Depremden hemen sonra kullanılması gereken yapılarda ve insanların çok yığıldığı yapılarda depremin doğuracağı zarar daha büyük olacağı için bu katsayı büyük tutulmuştur [7]

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, Yönetmelikte belirtilen koşullara uyulması zorunludur.

2.5.2 Elastik Deprem Yüklerinin Tanımlanması

Deprem yüklerinin belirlenmesi için esas alınacak olan parametre “Spektral İvme Katsayısı, $A(T)$ ”dir. %5 sönüm oranı için tanımlanan Elastik İvme Spektrumu’nun ordinatı olan Elastik Spektral İvme, $S_{ae}(T)$, Spektral İvme Katsayısı ile yerçekimi ivmesi g ’nin çarpımına karşı gelmektedir.

$$A(T) = A_0 I S(T) \quad (2.8)$$

$$S_{ae}(T) = A(T) g \quad (2.9)$$

Spektral ivme katsayısının belirlenmesinde etkili olan diğer bir parametre yerel zemin koşullarına ve bina doğal periyodu T ’ye bağlı olarak hesaplanan “Spektrum Katsayısı, $S(T)$ ”dir.

$$S(T) = 1 + 1.5 T/T_A \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (2.10)$$

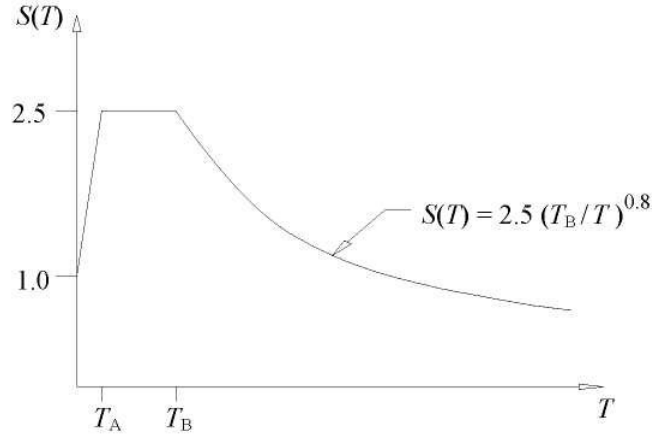
$$S(T) = 2.5 \quad (T_A < T \leq T_B) \quad (2.11)$$

$$S(T) = 2.5 (T_B / T)^{0.8} \quad (T_B < T) \quad (2.12)$$

Spektrum Karakteristik Periyotları, T_A ve T_B , yerel zemin sınıflarına bağlı olarak Tablo 2.5’te verilmiştir.

Tablo 2.5: Spektrum Karakteristikleri Periyotları (T_A , T_B)

Tablo 6.2’ye göre Yerel Zemin Sınıfları	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



Şekil 2.2: Spektrum katsayısı

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, Tablo 2.5'teki ilgili karakteristik periyotlar göz önüne alınarak yukarıda hesaplanan $A(T)$ değerlerinden hiçbir zaman daha küçük olmayacaktır.

2.5.3 Elastik Deprem Yükünün Azaltılması

Depremde taşıyıcı sistemin kendine özgü doğrusal elastik olmayan davranışını gözönüne almak üzere, spektral ivme katsayısına göre bulunacak elastik deprem yükleri, Deprem Yükü Azaltma Katsayısı'na bölünecektir.

Deprem Yükü Azaltma Katsayısı, $R_a(T)$, çeşitli taşıyıcı sistemler için Tablo 2.6'da tanımlanan Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı, R 'ye ve doğal titreşim periyodu, T 'ye bağlı olarak belirlenir.

$$R_a(T) = 1.5 + (R - 1.5) \frac{T}{T_A} \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (2.13)$$

$$R_a(T) = R \quad (T_A < T) \quad (2.14)$$

2006 DBYBHY'e göre taşıyıcı sistem davranış katsayıları :

Tablo 2.6: 2006 DBYBHY'e göre Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayıları

BİNA TAŞIYICI SİSTEMİ	Süneklik Düzeyi Normal Sistemler	Süneklik Düzeyi Yüksek Sistemler
<u>(1) YERİNDE DÖKME BETONARME BİNALAR</u>		
(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
<u>(2) PREFABRİKE BETONARME BİNALAR</u>		
(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
<u>(3) ÇELİK BİNALAR</u>		
(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.....	4	5
(a) Çaprazların merkezi olması durumu.....	—	7
(b) Çaprazların dışmerkez olması durumu.....	4	6
(c) Betonarme perdelerin kullanılması durumu.....		
(3.4) Deprem yüklerinin çerçeveler ile birlikte çaprazlı çelik perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar.....	5	6
(a) Çaprazların merkezi olması durumu.....	—	8
(b) Çaprazların dışmerkez olması durumu.....	4	7
(c) Betonarme perdelerin kullanılması durumu.....		

1998 ABHYHY'e göre taşıyıcı sistem davranış katsayıları :

Tablo 2.7: 1998 ABYYHY'e göre Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayıları

BİNA TAŞIYICI SİSTEMİ	Süneklik Düzeyi Normal Sistemler	Süneklik Düzeyi Yüksek Sistemler
<u>(1) YERİNDE DÖKME BETONARME BİNALAR</u>		
(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
<u>(2) PREFABRİKE BETONARME BİNALAR</u>		
(2.1) Deprem yüklerinin tamamının, bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen çerçevelerle taşındığı binalar.....	3	6
(2.2) Deprem yüklerinin tamamının, kolonları temelde ankastre, üstte mafsallı tek katlı çerçevelerle taşındığı binalar.....	—	5
(2.3) Deprem yüklerinin tamamının prefabrike boşluksuz perdelerle taşındığı 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
<u>(3) ÇELİK BİNALAR</u>		
(3.1) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar.....	5	8
(3.2) Deprem yüklerinin tamamının, kolonları temelde ankastre, üstte mafsallı tek katlı çerçevelerle taşındığı binalar.....	4	6
(3.3) Deprem yüklerinin tamamının çaprazlı perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından taşındığı binalar.....	3	—
(a) Çaprazların merkezi olması durumu.....	—	7
(b) Çaprazların dışmerkez olması durumu.....	4	6
(c) Betonarme perde durumu.....		
(3.4) Deprem yüklerinin çerçeveler ile birlikte çaprazlı çelik perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar.....	4	—
(a) Çaprazların merkezi olması durumu.....	—	8
(b) Çaprazların dışmerkez olması durumu.....	4	7
(c) Betonarme perde durumu.....		

Tablolardan da görüldüğü üzere, yerinde dökme betonarme binalar için hiçbir değişiklik yapılmazken, süneklik düzeyi yüksek prefabrike betonarme binaların tamamının taşıyıcı sistem davranış katsayılarında değişiklik yapılmıştır. Tablolar çelik binalar açısından incelendiğinde, çaprazların merkezi olarak düzenlenmesi durumunun da yapı sünekliğine etkisi gözönüne alınmış ve yüksek süneklikli merkezi çelik çaprazlı sistemlerin yapımına 2006 DBYBHY’te izin verilmiştir. Ayrıca, deprem yüklerinin tamamının, üstteki bağlantıları mafsallı olan kolonlar tarafından taşındığı tek katlı binaların süneklik düzeyi normal olarak tasarımına izin verilmemiştir. Buna ek olarak, yüksek süneklikte tasarlanması durumunda da 1998 ABYYHY’te öngörülenden daha az sünek davrandığı kabul edilmiştir.

2.6 Hesap Yönteminin Seçilmesi

Yapı yüksekliğine, yapısal düzensizliklere ve deprem bölgesine bağlı olarak deprem yükü altında analiz için statik veya dinamik metodlardan biri seçilir.

Binaların ve bina türü yapıların deprem hesabında kullanılacak yöntemler;

- Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi,
- Mod Birleştirme Yöntemi,
- Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemleri’dir.

Mod birleştirme yöntemi ve zaman tanım alanında hesap yöntemleri, tüm binaların ve bina türü yapıların deprem hesabında kullanılabilir.

Model, binadaki kütle ve dayanım dağılımını yeterli şekilde temsil etmeli, önemli deformasyon şekillerinin ve eylemsizlik kuvvetlerinin hesaba katılmasını sağlamalıdır.

Tablo 2.8: 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

Yapının, yanal ve düşey yükleri taşıyan sistemler ile bunları birleştiren yatay diyaframdan oluştuğu kabul edilir.

Döşeme, kütlelerin, eylemsizlik kuvvetlerinin her katta ağırlık merkezinde toplandığı kabulünün yapılabilmesi için yeterince rijit olmalıdır.

2.7 Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi

2.7.1 Toplam Eşdeğer Deprem Yüğüünün Belirlenmesi

2.7.1.1 2006 DBYBHY'e göre :

Gözönüne alınan deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü (taban kesme kuvveti), V , Denk.(2.4) ile belirlenecektir.

$$V_t = \frac{WA(T_1)}{R_a(T_1)} \geq 0.10A_0IW \quad (2.15)$$

Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin uygulanması durumunda, binanın deprem doğrultusundaki hakim doğal titreşim periyodu, Denk.(2.11) ile hesaplanan değerdan daha büyük alınmayacaktır.

$$T_i = 2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N m_i d_{fi}^2}{\sum_{i=1}^N F_{fi} d_{fi}}} \quad (2.16)$$

i'inci kata etkiyen fiktif yüğü gösteren F_{fi} , Denk.(2.9)'da $(V_t - \Delta F_N)$ yerine herhangi bir değeri (örneğin birim değeri) konularak elde edilecektir.

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N w_j H_j} \quad (2.17)$$

Denklem (2.11) ile hesaplanan değerdan bağımsız olarak, bodrum kat(lar) hariç kat sayısı $N > 13$ olan binalarda doğal periyot, $0.1N$ 'den daha büyük alınmayacaktır.

Binanın deprem yüklerinin hesaplanmasında kullanılacak toplam ağırlığı, W , aşağıdaki gibi belirlenecektir.

$$W = \sum_{i=1}^N W_i \quad (2.18)$$

Yukarıdaki denklemde yer alan w_i kat ağırlıkları şu şekilde hesaplanır.

$$w_i = g_i + n q_i \quad (2.19)$$

Hesaba esas olan depremin meydana gelmesi ile bütün katlarda tam hareketli yükün bulunmasının beraberce ortaya çıkması olasılığının çok küçük olacağı düşünülerek, ‘n’ gibi bir hareketli yük azaltma katsayısı öngörülmüştür. Hareketli yük katılım katsayısı, hareketli yükün yoğun olarak bulunduğu binalar için bu yoğunluğun mertebesine göre tespit edilmiştir. Hareketli yükün bulunma olasılığı arttıkça katsayı değeri de artar niteliktedir [7]. Hareketli Yük Katılım Katsayısı, n , Tablo 2.9’de verilmiştir.

Tablo 2.9: 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

Endüstri binalarında sabit ekipman ağırlıkları için $n = 1$ alınacak, ancak vinç kaldırma yükleri kat ağırlıklarının hesabında gözönüne alınmayacaktır. Deprem yüklerinin belirlenmesinde kullanılacak çatı katı ağırlığının hesabında kar yüklerinin %30’u gözönüne alınacaktır.

2.7.1.2 1998 ABYYHY’e göre :

Her iki yönetmelikte de, toplam eşdeğer deprem yükünün belirlenmesinde izlenen yol aynı olmakla birlikte 1998 ABYYHY’te, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde $H_N < 25$ m koşulunu sağlayan binaların, üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde ise Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi’nin uygulandığı tüm binaların birinci doğal titreşim periyodunun yaklaşık yolla hesaplanmasına izin verilmiştir.

Yukarıdaki koşullar dikkate alınarak binanın birinci doğal titreşim periyodu aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$T_1 = C_t H_N^{3/4} \quad (2.20)$$

C_t katsayısı bina taşıyıcı sisteminin rijitliğine bağlı olarak değişir.

Tablo 2.10: C_t Katsayısı

Taşıyıcı sistemin yapısı	C_t
Sadece betonarme çerçeve sistemler	0.07
Dışmerkez çaprazlı çelik perde sistemler	0.07
Sadece çelik çerçeve sistemler	0.08
Diğer tüm binalar	0.05

2.7.2 Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yüklerinin Belirlenmesi

2.7.2.1 2006 DBYBHY'e göre :

Toplam eşdeğer deprem yükü, bina katlarına etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin toplamı olarak ifade edilir.

$$V_t = \Delta F_N + \sum_{i=1}^N F_i \quad (2.21)$$

Binanın N'inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü ΔF_N 'in değeri Denk.(2.8) ile belirlenecektir.

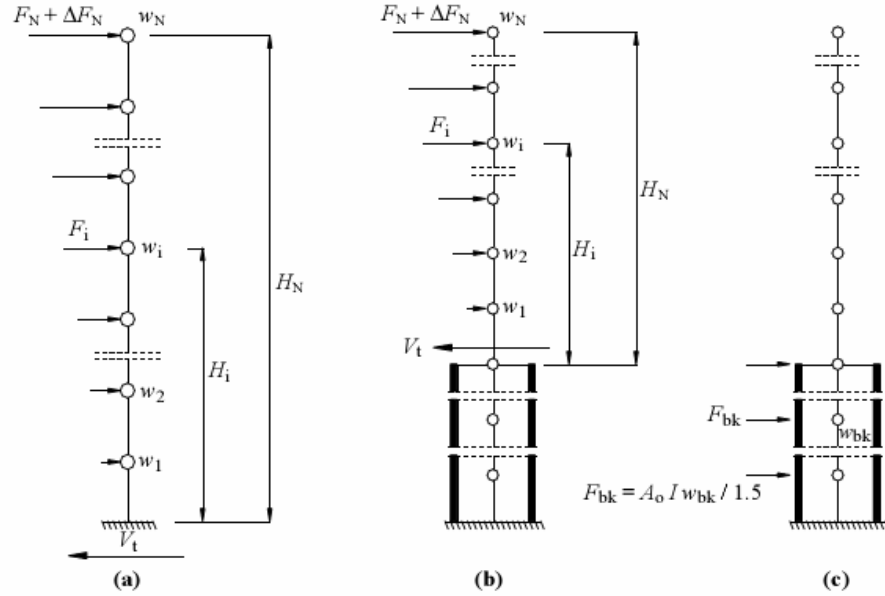
$$\Delta F_N = 0,0075 N V_t \quad (2.22)$$

Toplam eşdeğer deprem yükünün ΔF_N dışında geri kalan kısmı, N'inci kat dahil olmak üzere, bina katlarına dağıtılacaktır.

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N w_j H_j} \quad (2.23)$$

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. Bu yükler, üst ve alt katların birleşiminden oluşan taşıyıcı sisteme birlikte uygulanacaktır.

- (a) Üstteki katlara etkiyen toplam eşdeğer deprem yükünün ve eşdeğer kat deprem yüklerinin belirlenmesinde, bodrumdaki rijit çevre perdeleri gözönüne alınmaksızın uygun 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. Binanın birinci doğal titreşim periyodunun hesabında da, fiktif yüklerin belirlenmesi için sadece üstteki katların ağırlıkları kullanılacaktır (Şekil 2.3b).
- (b) Rijit bodrum katlarına etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin hesabında, sadece bodrum kat ağırlıkları gözönüne alınacak ve Spektrum Katsayısı olarak $S(T) = 1$ alınacaktır. Her bir bodrum katına etkiyen eşdeğer deprem yükünün hesabında, spektral ivme değeri ile bu katın ağırlığı doğrudan çarpılacak ve elde edilen elastik yükler, $R_a(T) = 1.5$ katsayısına bölünerek azaltılacaktır (Şekil 2.3c).



Şekil 2.3: Eşdeğer deprem yükünün katlara göre dağılımı

- (c) Üstteki katlardan bodrum katlarına geçişte yer alan ve çok rijit bodrum perdeleri ile çevrelenen zemin kat döşeme sisteminin kendi düzlemi içindeki dayanımı, bu hesapta elde edilen iç kuvvetlere göre kontrol edilecektir.

2.7.2.2 1998 ABYYHY'e göre :

1998 ABYYHY'te, binanın N'inci katına etkiyen ek eşdeğer deprem yükü, ΔF_N , bina kat sayısına bağlı olarak değil binanın birinci doğal titreşim periyoduna bağlı olarak hesaplanır.

$$\Delta F_N = 0.07 T_1 V_t \leq 0.2 V_t \quad (H_N > 25 \text{ m}) \quad (2.24)$$

Bina yüksekliğinin 25m'den az olduğu durumlarda ise $\Delta F_N = 0$ alınır.

2.7.3 Gözönüne Alınacak Yerdeğiştirme Bileşenleri ve Deprem Yüklerinin Etkime Noktaları

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 kat için belirlenen eşdeğer deprem yükleri, ek dışmerkezlilik 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.

A2 türü düzensizliğin bulunduğu ve döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalışmadığı binalarda, döşemelerin yatay düzlemdeki şekil değiştirmelerinin gözönüne alınmasını sağlayacak yeterlikte bağımsız statik yerdeğiştirme bileşeni hesapta gözönüne alınacaktır. Ek dışmerkezlilik 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.

Binanın herhangi bir i'inci katında A1 türü düzensizliğin bulunması durumunda, $1.2 < \eta_{bi} < 2.0$ olmak koşulu ile, yukarıdaki tanımlara göre bu katta uygulanan $\pm\%5$ ek dışmerkezlilik, her iki deprem doğrultusu için D_i katsayısı ile çarpılarak büyütülecektir.

$$D_i = \left(\frac{\eta_{bi}}{1.2} \right)^2 \quad (2.25)$$

2.8 Mod Birleştirme Yöntemi

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

Herhangi bir n'inci titreşim modunda gözönüne alınacak azaltılmış ivme spektrumu ordinatı Denklem (2.26) ile belirlenecektir.

$$S_{aR}(T_a) = \frac{S_{ae}(T_a)}{R_a(T_a)} \quad (2.26)$$

Elastik tasarım ivme spektrumunun özel olarak belirlenmesi durumunda, $S_{ae}(T)$ yerine, ilgili özel spektrum ordinatı gözönüne alınacaktır.

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 alınır. Her katta modal deprem yükleri bu serbestlik dereceleri için hesaplanır, 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 uygulanır.

A2 türü döşeme süreksizliğinin bulunduğu ve döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalışmadığı binalarda, döşemelerin kendi düzlemleri içindeki şekildeğıştirmelerinin göz önüne alınmasını sağlayacak yeterlikte dinamik serbestlik derecesi gözönüne alınmalıdır. 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 kaydırılır. Bu tür binalarda, sadece ek dışmerkezlik etkilerinden oluşan iç kuvvet ve yerdeğıştirme büyüklükleri eşdeğer deprem yükü yöntemine göre de hesaplanabilir. Bu büyüklükler, ek dışmerkezlik etkisi gözönüne alınmaksızın her bir titreşim modu için hesaplanarak birleştirilen büyüklüklere doğrudan eklenecektir.

2.8.1 Hesaba Katılacak Yeterli Titreşim Modu Sayısı

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 kütesinin %90'ından daha az olmaması kuralına göre belirlenir.

$$\sum_{n=1}^Y M_{xn} = \sum_{n=1}^Y \frac{L_{xn}^2}{M_n} \geq 0.90 \sum_{i=1}^N m_i \quad (2.27)$$

$$\sum_{n=1}^Y M_{yn} = \sum_{n=1}^Y \frac{L_{yn}^2}{M_n} \geq 0.90 \sum_{i=1}^N m_i \quad (2.28)$$

L_{xn} ve L_{yn} ile modal kütle M_n 'nin ifadeleri, kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalar için aşağıda verilmiştir.

$$L_{xn} = \sum_{i=1}^N m_i \Phi_{xin} \quad ; \quad L_{yn} = \sum_{i=1}^N m_i \Phi_{yin} \quad (2.29)$$

$$M_n = \sum_{i=1}^N (m_i \Phi_{2xin}^2 + m_i \Phi_{yin}^2 + m_{\alpha} \Phi_{\theta n}^2) \quad (2.30)$$

1998 ABYYHYte, etkin kütle oranlarının toplamının 0.90'dan büyük olması koşulunun yanısıra, gözönüne alınan deprem doğrultusunda etkin kütle oranı 0.05'ten büyük olan bütün titreşim modları, hesaba katılacak mod sayısının belirlenmesinde gözönüne alınır.

2.8.2 Mod Katkılarının Birleştirilmesi

Her iki yönetmelikte de, $T_m < T_n$ olmak üzere, gözönüne alınan herhangi iki titreşim moduna ait doğal periyotların daima $T_m / T_n < 0.80$ koşulunu sağlaması durumunda, maksimum mod katkılarının birleştirilmesi için “Karelerin Toplamının Kare Kökü Kuralı” uygulanabilir. Bu koşulun sağlanamaması durumunda, maksimum mod katkılarının birleştirilmesi için “Tam Karesel Birleştirme (CQC) Kuralı” uygulanacaktır. Bu kuralın uygulanmasında kullanılacak çapraz korelasyon katsayılarının hesabında, modal sönüm oranları bütün titreşim modları için %5 olarak alınacaktır.

2.8.3 Hesaplanan Büyüklüklere İlişkin Altsımr Değerlerinin Belirlenmesi

Gözönüne alınan deprem doğrultusunda, mod birleştirme yöntemine göre elde edilen bina toplam deprem yükü V_{tB} 'nin, eşdeğer deprem yükü yöntemine göre 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,

$$B_D = (\beta V_t / V_{tB}) B_B \quad (2.31)$$

denklemleri ile büyütülecektir.

2006 DBYBHY :

A1, B2 veya B3 türü düzensizliklerden en az birinin binada bulunması durumunda $\beta=0.90$, bu düzensizliklerden hiçbirinin bulunmaması durumunda ise $\beta=0.80$ alınacaktır [1].

1998 ABYYHY :

A1, B2 veya B3 türü düzensizliklerden en az birinin binada bulunması durumunda $\beta=1.0$, bu düzensizliklerden hiçbirinin bulunmaması durumunda ise $\beta=0.90$ alınacaktır [2].

2.9 Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemleri

Bina ve bina türü yapıların zaman tanım alanında doğrusal elastik ya da doğrusal elastik olmayan deprem hesabı için, yapay yollarla üretilen, daha önce kaydedilmiş veya benzeştirilmiş deprem yer hareketleri kullanılabilir.

Her iki yönetmelikte de genel olarak izlenen yol aynı olmakla birlikte 2006 DBYBHY'de daha açık ve belirleyici cümlelere yer verilmiştir.

Yapay yer hareketlerinin kullanılması durumunda, aşağıdaki özellikleri taşıyan en az üç deprem yer hareketi üretilecektir.

- (a) Kuvvetli yer hareketi kısmının süresi, binanın birinci doğal titreşim periyodunun 5 katından ve 15 saniyeden daha kısa olmayacaktır.
- (b) Üretilen deprem yer hareketinin sıfır periyoda karşı gelen spektral ivme değerlerinin ortalaması A_0g 'den daha küçük olmayacaktır.

(c) Yapay olarak üretilen her bir ivme kaydına göre %5 sönüm oranı için yeniden bulunacak spektral ivme değerlerinin ortalaması, gözönüne alınan deprem doğrultusundaki birinci (hakim) periyod T_1 'e göre $0.2T_1$ ile $2T_1$ arasındaki periyodlar için, $S_{ae}(T)$ elastik spektral ivmelerinin %90'ından daha az olmayacaktır.

Zaman tanım alanında doğrusal elastik analiz yapılması durumunda, azaltılmış deprem yer hareketinin elde edilmesi için esas alınacak spektral ivme değerleri

$$S_{aR}(T_a) = \frac{S_{ae}(T_a)}{R_a(T_a)} \quad (2.32)$$

denklemleri ile hesaplanacaktır.

Doğrusal elastik olmayan hesap yapılması durumunda, taşıyıcı sistem elemanlarının tekrarlı yükler altındaki dinamik davranışını temsil eden iç kuvvet-şekildeğiştirme bağıntıları, teorik ve deneysel geçerlilikleri kanıtlanmış olmak kaydı ile, ilgili literatürden yararlanılarak tanımlanacaktır.

Doğrusal veya doğrusal olmayan hesapta, üç yer hareketi kullanılması durumunda sonuçların maksimumu, en az yedi yer hareketi kullanılması durumunda ise sonuçların ortalaması tasarım için esas alınacaktır.

2.10 Etkin Göreli Kat Ötelemelerinin Hesaplanması ve Sınırlandırılması

2.10.1 2006 DBYBHY'e göre :

Herhangi bir kolon veya perde için, ardışık iki kat arasındaki yerdeğiştirme farkını ifade eden azaltılmış göreli kat ötelemesi, Δ_i ,

$$\Delta_i = d_i - d_{i-1} \quad (2.33)$$

denklemleri ile elde edilir. d_i ve d_{i-1} , her bir deprem doğrultusu için binanın i 'inci ve $(i-1)$ 'inci katlarında herhangi bir kolon veya perdenin uçlarında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yatay yerdeğiştirmeleri göstermektedir.

Her bir deprem doğrultusu için, binanın i 'inci katındaki kolon veya perdeler için etkin göreli kat ötelemesi, δ_i , azaltılmış göreli kat ötelemesi ile taşıyıcı sistem davranış katsayısının çarpımı ile elde edilecektir.

$$\delta_i = R \Delta_i \quad (2.34)$$

Her bir deprem doğrultusu için, binanın herhangi bir i'inci katındaki kolon veya perdelerde, hesaplanan δ_i etkin görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değeri $(\delta_i)_{\max}$, aşağıdaki koşulu sağlayacaktır:

$$\frac{(\delta_i)_{\max}}{h_i} \leq 0.02 \quad (2.35)$$

Bu koşulun binanın herhangi bir katında sağlanamaması durumunda, taşıyıcı sistemin rijitliği artırılarak deprem hesabı tekrarlanacaktır. Ancak, verilen koşul sağlansa bile, yapısal olmayan gevrek elemanların (cephe elemanları vb) etkin görelî kat ötelemeleri altında kullanılabilirliği hesapla doğrulanacaktır.

2.10.2 1998 ABYYHY'e göre :

1998 ABYYHY'te görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması aşağıda verilen denklemlerin elverişsiz olanının gerçekleşmesi ile sağlanmaktadır.

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.0035 \quad (2.36)$$

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02/R \quad (2.37)$$

Her iki yönetmelikte de, taşıyıcı sistem davranış katsayısı düşünülmeden sağlanması gereken sınır değer 0.02 olmaktadır. Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R) sekiz olarak alındığında sınırlayıcı koşul 0.0025 değerini almaktadır.

Bu koşul, özellikle çelik çerçeve sistemlerin boyutlandırmasında etkili olmakta, yapının deprem enerjisini sönmleme yeteneğini ve sünek davranış gösterebilme özelliğini sınırlayıcı bir durum oluşturmaktadır.

2.11 İkinci Mertebe Etkilerin Gözönüne Alınması

Her iki yönetmelikte de, ikinci mertebe etkilerin hangi durumda yapının deprem analizinde etkili olduğu ve hesaplarda dikkate alınması gerektiği açıkça belirtilmiştir.

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

$$\theta_i = \frac{(\Delta_i)_{ort} \sum_{j=i}^N w_j}{V_i h_i} \leq 0.12 \quad (2.38)$$

Burada $(\Delta_i)_{ort}$, i'inci kattaki kolon ve perdelerde hesaplanan azaltılmış görelî kat ötelemelerinin kat içindeki ortalama değeridir.

Gözönüne alınan deprem doğrultusunda her bir katta, İkinci Mertebe Gösterge Değeri, θ_i 'nin yukarıdaki denklem ile verilen koşulu sağlaması durumunda, ikinci mertebe etkileri yürürlükteki betonarme ve çelik yapı yönetmeliklerine göre değerlendirilmesi gerektiği, koşulun herhangi bir katta sağlanamaması durumunda, taşıyıcı sistemin rijitliği yeterli ölçüde artırılarak deprem hesabı tekrarlanması gerektiği belirtilmiştir.

3. 1998 ABYYHY VE 2006 DBYBHY’TE ÇELİK BİNALAR İÇİN DEPREME DAYANIKLI TASARIM KURALLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

3.1 Taşıyıcı Sistem Sınıflandırılması

3.1.1 Genel Koşullar

Her iki yönetmelikte de, yapının süneklik düzeyinin normal ya da yüksek olarak tanımlanmasına ilişkin genel koşullar aynıdır. Lineer analiz uygulanırken, malzemenin lineer olmayan dayanımından da faydalanmak için yapı elemanlarının sünek davranış göstermesi istenir. Sünekliğin yüksek olması, şiddetli depremlerde plastik mafsallaşma gibi değişik mekanizmaların oluşmasını sağlar ve şiddetli depreme dayanımını artırır.

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 veya karma, buna dik diğer deprem doğrultusunda ise normal olan sistemler, her iki doğrultuda da süneklik düzeyi normal sistemler olarak sayılacaktır [1].

Perde içermeyen kirişsiz döşemeli betonarme sistemler ile, kolon ve kirişleri süneklik koşullardan herhangi birini sağlamayan dolgulu veya dolgusuz dişli ve kaset döşemeli betonarme sistemler, süneklik düzeyi normal sistemler olarak gözönüne alınacaktır [1].

Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde;

- Taşıyıcı sistemi sadece çerçevelerden oluşan binalarda süneklik düzeyi yüksek taşıyıcı sistemlerin kullanılması zorunludur.
- Bina Önem Katsayısı $I = 1.5$ ve $I = 1.4$ olan tüm binalarda süneklik düzeyi yüksek taşıyıcı sistemler veya süneklik düzeyi bakımından karma taşıyıcı sistemler kullanılacaktır.

Perde içermeyen süneklik düzeyi normal taşıyıcı sistemler’e, sadece üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde, aşağıdaki koşullarla izin verilebilir:

- Perde içermeyen kirişsiz döşemeli betonarme sistemler ile, kolon ve kirişleri süneklik koşullardan herhangi birini sağlamayan dolgulu veya dolgunsuz dişli ve kaset döşemeli betonarme sistemler, $H_N \leq 13$ m olmak koşulu ile yapılabilir.
- Taşıyıcı sistemi sadece süneklik düzeyi normal çerçevelerden oluşan diğer betonarme ve çelik binalar, $H_N \leq 25$ m olmak koşulu ile yapılabilir.

1998 ABYYHY’te,

Yatay yük taşıyıcı sistemlerinin iki yatay deprem doğrultusunda birbirinden farklı olması veya herhangi bir doğrultuda karma olarak kullanılması durumlarında, değeri en küçük olan R katsayısının tüm binaya uygulanması gerektiği söylenmiştir.

2006 DBYBHY’te,

Süneklik düzeyleri her iki doğrultuda aynı olan veya bir doğrultuda yüksek, diğer doğrultuda karma olan sistemlerde, farklı doğrultularda birbirinden farklı R katsayıları kullanılmasına izin verilmiştir.

3.1.2 Süneklik Düzeyi Yüksek Betonarme Boşluksuz Perdeli-Çerçevesi Sistemlere İlişkin Koşullar

Deprem yüklerinin süneklik düzeyi yüksek boşluksuz (bağ kirişsiz) betonarme perdeler ile süneklik düzeyi yüksek betonarme veya çelik çerçeveler tarafından birlikte taşındığı binalara ilişkin koşullar her iki yönetmelik için de aşağıda verilmiştir:

1998 ABYYHY’te,

Bu tür sistemlerde, $R = 7$ katsayısının kullanılabilmesi için, boşluksuz perdelerin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen eğilme momentlerinin toplamı, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam devrilme momentinin %75’inden daha fazla olmayacaktır ($\alpha_M = 0.75$).

Eğer bu koşul sağlanmıyorsa, $0.75 < \alpha_M \leq 1.0$ aralığında kullanılacak R katsayısı,

$$R = 10 - 4\alpha_M \quad (3.1)$$

bağıntısı ile belirlenecektir.

2006 DBYBHY’te,

Deprem yüklerinin süneklik düzeyi yüksek boşluksuz (bağ kirişsiz) betonarme perdeler ile süneklik düzeyi yüksek betonarme veya çelik çerçeveler tarafından birlikte taşındığı binalarda

- yerinde dökme betonarme ve çelik çerçeve durumu için verilen $R = 7$ ’nin
- prefabrike betonarme çerçeve durumu için verilen $R = 6$ ’nın

kullanılabilmesi için, boşluksuz perdelerin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen kesme kuvvetlerinin toplamı, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam kesme kuvvetinin %75’inden daha fazla olmayacaktır ($\alpha_s = 0.75$).

Bu koşulun sağlanamaması durumunda, $0.75 < \alpha_s \leq 1.0$ aralığında kullanılacak R katsayısı,

- yerinde dökme betonarme ve çelik çerçeve durumu için $R = 10 - 4 \alpha_s$
- prefabrike betonarme çerçeve durumu için ise $R = 9 - 4 \alpha_s$

bağıntısı ile belirlenecektir.

Görüldüğü üzere, 1998 ABYYHY’te, deprem yüklerinin süneklik düzeyi yüksek prefabrike betonarme çerçeveler ile süneklik düzeyi yüksek yerinde dökme boşluksuz perdeler tarafından birlikte taşınması durumu ile ilgili özel koşullara değinilmezken, 2006 DBYBHY’te, bu duruma ilişkin koşullar ayrıca açıklanmıştır.

3.1.3 Süneklik Düzeyi Normal Bazı Sistemlerde Perde Kullanım Zorunluluğuna İlişkin Koşullar

Her iki yönetmelikte de, süneklik düzeyi normal sistemlerin, bütün deprem bölgelerinde ve yukarıda tanımlanan yükseklik sınırlarının üzerinde yapılmasına izin verilmiştir. Ancak bu durumda, betonarme binalarda tüm yükseklik boyunca devam eden ve aşağıdaki koşulları sağlayan süneklik düzeyi normal veya yüksek betonarme boşluksuz ya da bağ kirişli (boşluklu) perdelerin, çelik binalarda ise süneklik düzeyi normal veya yüksek merkezi veya dışmerkez çaprazlı perdelerin kullanılması zorunludur.

Taşıyıcı sistemde süneklik düzeyi normal perdelerin kullanılması durumunda, her bir deprem doğrultusunda, deprem yüklerine göre perdelerin tabanında elde edilen kesme kuvvetlerinin toplamı, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam kesme kuvvetinin %75'inden daha fazla olacaktır. Bu sınır durum, 1998 ABYYHY'te, perdelerin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen eğilme momentleri toplamının, binanın tümü için tabandaki toplam devrilme momentine oranlanması yolu ile incelenir.

3.1.4 Süneklik Düzeyi Bakımından Karma Taşıyıcı Sistemlere İlişkin Koşullar

Her iki yönetmelikte de, perde içermeyen süneklik düzeyi normal sistemlerin, süneklik düzeyi yüksek perdelerle birarada kullanılması mümkündür. Bu şekilde oluşturulan süneklik düzeyi bakımından karma sistemlerde, aşağıda belirtilen koşullara uyulmak kaydı ile, süneklik düzeyi yüksek boşluksuz, bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler veya çelik binalar için merkezi veya dışmerkez çaprazlı çelik perdeler kullanılabilir.

- (a) Bu tür karma sistemlerin deprem hesabında çerçeveler ve perdeler birarada gözönüne 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, deprem yüklerinin tamamının süneklik düzeyi yüksek perde tarafından taşındığı durum için verilen R katsayısı ($R = R_{YP}$), taşıyıcı sistemin tümü için kullanılabilir.
- (c) $0.40 < \alpha_s < 2/3$ aralığında ise, her iki deprem doğrultusunda da taşıyıcı sistemin tümü için aşağıdaki bağıntı uygulanacaktır.

$$R = R_{NÇ} + 1.5 \alpha_s (R_{YP} - R_{NÇ}) \quad (3.2)$$

Binaların bodrum katlarının çevresinde kullanılan rijit betonarme perde duvarları, perdeli veya perdeli-çerçeveli sistemlerin bir parçası olarak göz önüne alınmayacaktır.

2006 DBYBHY'te, karma taşıyıcı sistemler için, ilgili taşıyıcı sistem davranış katsayısı R'nin hesaplanmasında değişikliğe gerek duyulmamıştır.

3.1.5 Kolonları Üstten Mafsallı Binalara İlişkin Koşullar

3.1.5.1 1998 ABYYHY'e göre :

Kolonları temelden ankastre ve üstten mafsallı tek katlı çerçevelerden oluşan betonarme prefabrike ve çelik binaların içinde tek asma kat yapılabilir. Ancak bu tür binaların deprem hesabında asma kat taşıyıcı sistemi, ana taşıyıcı çerçevelerle birlikte gözönüne alınacak ve bu sistem, betonarme prefabrike binalarda süneklik düzeyi yüksek sistem olarak düzenlenecektir [2].

Bunun dışındaki, düğüm noktaları mafsallı çerçevelerden oluşan betonarme prefabrike ve çelik çok katlı binalarda, her iki yatay doğrultuda deprem yüklerinin tamamını almak üzere, yerinde dökme betonarme ve çaprazlı çelik perdeler kullanılacaktır.

3.1.5.2 2006 DBYBHY'e göre :

Kolonları üstten mafsallı tek katlı çerçevelerden oluşan ve betonarme prefabrike ve çelik binalara ilişkin koşullar şunlardır.

- 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, burulma düzensizliğinin bulunup bulunmadığı mutlaka kontrol edilecek ve varsa hesapta gözönüne alınacaktır.
- Ara katın ana taşıyıcı çerçevelere bağlantıları mafsallı veya monolitik olabilir.

Bu tür çerçevelerin, yerinde dökme betonarme, prefabrike veya çelik binalarda en üst kat (çatı katı) olarak kullanılması durumunda ise en üst kat için tanımlanan R katsayısı ($R_{üst}$) ile alttaki katlar için farklı olarak tanımlanabilen R katsayısı (R_{alt}), aşağıdaki koşullara uyulmak kaydı ile, birarada kullanılabilir.

- Başlangıçta deprem hesabı, binanın tümü için $R = R_{alt}$ alınarak eşdeğer deprem yükü yöntemi veya mod birleştirme yöntemine göre yapılacaktır.

Azaltılmış ve etkin görelî kat ötelemeleri, binanın tümü için bu hesaptan elde edilecektir.

- En üst katın iç kuvvetleri, yukarıda hesaplanan iç kuvvetlerin ($R_{alt} / R_{üst}$) oranı ile çarpımından elde edilecektir.
- Alttaki katların iç kuvvetleri ise iki kısmın toplamından oluşacaktır. Birinci kısım, $R = R_{alt}$ alınarak hesaplanan iç kuvvetlerdir. İkinci kısım ise, ($R_{alt} / R_{üst}$) oranı ile çarpımı sonucu 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.

Her iki yönetmelikte de, kolonları üstten mafsallı tek katlı çerçevelerden oluşan ve betonarme prefabrike ve çelik binaların içinde tek bir ara kat yapılmasına izin verilmiştir. Ancak, 2006 DBYBHY’te, bu durum, binanın oturma alanının %25’inden fazla olmaması koşulu ile kısmileştirilmiş, burulma düzensizliğinin olmaması gerektiği koşulu ile de sınırlandırılmıştır.

1998 ABYYHY’te, kolonları üstten mafsallı çok katlı yapılara, her iki yatay doğrultuda deprem yüklerinin tamamını almak üzere, yerinde dökme betonarme ve çaprazlı çelik perdeler kullanılması koşulu ile izin verilmektedir. 2006 DBYBHY’te ise bu durumla ilgili bir maddenin yer almaması nedeni ile kolonların üstten mafsallı olarak tasarımının sadece tek katlı çerçeveler için ve çok katlı çerçeve sistemlerin en üst katı olması durumunda mümkün olduğu anlaşılmaktadır.

3.2 Malzeme Koşulları ve Emniyet Gerilmeleri

3.2.1 1998 ABYYHY’e göre :

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

$$1.0 G + 1.0 Q \pm 1.0 E \quad (3.3)$$

ve daha elverişsiz sonuç vermesi durumunda,

$$0.9 G \pm 1.0 E \quad (3.4)$$

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.

- Bütün deprem bölgelerinde kaynak emniyet gerilmesi veya taşıma gücü %25 oranında azaltılacaktır. Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, şantiye kaynaklı birleşim ve eklerin sertifikalı kaynakçılar tarafından yapılması zorunludur.
- 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.

3.2.2 2006 DBYBHY'e göre :

- Emniyet Gerilmeleri Yöntemi'ne göre yapılan kesit hesaplarında, birleşim ve ekler dışında, emniyet gerilmeleri için TS-648'deki EIY yükleme durumunda izin verilen %15 arttırım, deprem durumunda en fazla %33'e çıkarılabilir. Birleşim ve eklerin tasarımı ise, emniyet gerilmeleri esasına göre ve/veya eleman kapasitelerine ya da arttırılmış deprem etkilerine göre yapılacaktır.

Bu Yönetmelik 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.

- 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.
- 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) -29C’de 27 Nm (27 J) olacaktır.
- Deprem yükleri etkisindeki elemanlarda, aynı birleşim noktasında, kaynaklı ve bulonlu birleşimler birarada kullanılamaz.
- Çelik yapı elemanlarının ve birleşim detaylarının gerekli kapasitelerinin hesabında, ilgili maddelerde öngörüldüğü şekilde, 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 Tablo 3.1’de olarak belirlenmiştir.

Tablo 3.1: 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

Görüldüğü üzere, 1998 ABYYHY’te, Emniyet Gerilmeleri Yöntemi’ne göre hesap esaslarının yanı sıra, en fazla iki kata kadar olan binalar için Taşıma Gücü Yöntemi’ne de yer verilirken, 2006 DBYBHY’te, bu yöntem kapsam dışı bırakılmıştır.

Ayrıca, 1998 ABYYHY’te yer almayan, kaynak türü, kaynaklama yöntemi ve kullanılan elektrodun uygunluğu gibi pek çok tanımlamaya, ilgili standartlara atıflar yapılarak 2006 DBYBHY’te yer verilmiştir.

1998 ABYYHY’te, üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde birleşim ve eklerde kullanılacak bulonlarla ilgili bir kısıtlama getirilmezken, 2006 DBYBHY’te tüm deprem bölgeleri için ISO 8.8, 10.9 veya daha yüksek kalitede bulon kullanılması zorunlu kılınmıştır.

3.3 Arttırılmış Deprem Etkileri

2006 DBYBHY’te, gerekli görülen yerlerde, çelik yapı elemanlarının ve birleşim detaylarının tasarımında, arttırılmış deprem etkilerinin gözönüne alınması gerektiği belirtilmiştir. Arttırılmış deprem etkilerini veren yüklemeler

$$1.0 G + 1.0 Q \pm \Omega_0 E \quad (3.5)$$

veya daha elverişsiz sonuç vermesi halinde

$$0.9 G \pm \Omega_0 E \quad (3.6)$$

şeklinde tanımlanmıştır. Deprem yüklerinden oluşan iç kuvvetlere uygulanacak Ω_0 Büyütme Katsayısı’nın değerleri, çelik taşıyıcı sistemlerin türlerine bağlı olarak, Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2: 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

Arttırılmış deprem etkilerinin gözönüne alınması gerekli yerler şu şekilde özetlenebilir:

Süneklik düzeyi yüksek çerçevelerde,

- 1. ve 2. derece deprem bölgelerinde kolonların eksenel basınç ve çekme kuvveti kapasitelerinin kontrolünde
- 1. ve 2. derece deprem bölgelerinde kolon eklerinin eksenel kuvvet kapasitelerinin kontrolünde

Süneklik düzeyi normal çerçevelerde,

- Moment aktaran kiriş-kolon birleşimlerinin taşıma kapasitesinin kontrolünde
- Kolon-kiriş birleşim detayında kayma bölgesinin boyutlandırılmasında

Süneklik düzeyi yüksek merkezi çelik çaprazlı perdelerde,

- Çapraz birleşimlerinin taşıma kapasitesinin kontrolünde
- 1. ve 2. derece deprem bölgelerinde kolon eklerinin eksenel kuvvet taşıma gücünün kontrolünde

Süneklik düzeyi normal merkezi çelik çaprazlı perdelerde,

- Çapraz birleşimlerinin taşıma kapasitesinin kontrolünde

Süneklik düzeyi yüksek dışmerkez çelik çaprazlı perdelerde,

- Kolonların taşıma kapasitesinin kontrolünde

Temel bağlantı detaylarında,

- Taşıma kapasitesinin kontrolünde

arttırılmış deprem etkileri gözönüne alınarak hesap yapılır.

3.4 İç Kuvvet Kapasiteleri ve Gerilme Sınır Değerleri

2006 DBYBHY’te, yapı elemanlarının iç kuvvet kapasiteleri ve birleşim elemanlarının gerilme sınır değerleri açıkça tanımlanmıştır.

Yapı elemanlarının iç kuvvet kapasiteleri:

$$\text{Eğilme momenti kapasitesi} : M_p = W_p \sigma_a \quad (3.7)$$

$$\text{Kesme kuvveti kapasitesi} : V_p = 0.60 \sigma_a A_k \quad (3.8)$$

$$\text{Eksenel basınç kapasitesi} : N_{bp} = 1.7 \sigma_{bem} A \quad (3.9)$$

$$\text{Eksenel çekme kapasitesi} : N_{cp} = \sigma_a A_{net} \quad (3.10)$$

Birleşim elemanlarının gerilme sınır değerleri:

Tam penetrasyonlu kaynak.....: σ_a

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

Bulonlu birleşimler.....: $1.7 \sigma_{em}$

3.5 Enkesit Koşulları

1998 ABYYHY’te, “başlık genişliği/kalınlığı” ve “gövde derinliği/kalınlığı” oranları için TS-4561’e atıfta bulunulmuştur. TS-4561’e göre başlık levhalarında yanal burkulma olmaması için uyulması gereken şartlar aşağıda verilmiştir.

$$\text{St.37 için} \quad \frac{b}{t_b} \leq 17 \quad (3.11)$$

$$\text{St.52 için} \quad \frac{b}{t_b} \leq 14 \quad (3.12)$$

2006 DBYBHY’te ise “başlık genişliği/kalınlığı” ve “gövde derinliği/kalınlığı” oranlarına ilişkin koşullar tablo halinde verilmiştir (Tablo 3.3).

Tablodan da görüleceği üzere, süneklik düzeyi normal ve süneklik düzeyi yüksek sistemler için enkesit koşullarının aldığı sınır değerler değişmektedir. Ayrıca, **I** , **U** , **T** , **L** kesitleri, dikdörtgen kutu kesitler ve dairesel halka kesitler için de farklı sınır koşulları tanımlanmıştır. Tablo incelendiğinde, süneklik düzeyi yüksek sistemlerde, eğilme etkisindeki **I** kesitler için b/t sınır değerlerinin, yaklaşık olarak, Fe 37 için 17, Fe 52 için 14 değerine karşı geldiği görülmektedir.

3.6 Tasarım Kuralları

3.6.1 1998 ABYYHY’e göre :

3.6.1.1 Süneklik Düzeyi Yüksek Çerçeveler

*Kolonların Kirişlerden Daha Güçlü Olması Koşulu :

Çerçeve türü sistemlerde veya perdeli-çerçeveli sistemlerin çerçevelerinde, gözönüne alınan deprem doğrultusunda her bir kolon - kiriş düğüm noktasına birleşen kolonların plastikleşme momentlerinin toplamı, o düğüm noktasına birleşen kirişlerin plastikleşme momentleri toplamından daha büyük olacaktır (Şekil 3.1).

Tablo 3.3: Enkesit koşulları

<i>Eleman Tanımı</i>	<i>Narinlik Oranları</i>	<i>Sınır Değerler</i>	
		<i>Süneklik Düzeyi Yüksek Sistem</i>	<i>Süneklik Düzeyi Normal Sistem</i>
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 : dairesel 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			

$$(M_{pa} + M_{pü}) \geq (M_{pi} + M_{pj}) \quad (3.13)$$

Bu eşitsizlik, depremin her iki yönü için elverişsiz sonuç verecek şekilde ayrı ayrı uygulanacaktır. Kolon plastikleşme momentlerinin hesabında, depremin yönü ile uyumlu olarak bu moment kapasitelerini en küçük yapan tasarım eksenel kuvvetleri gözönüne alınacaktır. Tek katlı binalarda ve çok katlı binaların en üst katındaki düğüm noktalarında eşitsizliğin sağlanıp sağlanmadığına bakılmayacaktır [2].

*Kolonların Kirişlerden Daha Güçlü Olması Koşulunun Bazı Kolonlarda Sağlanamaması Durumu :

- Kolonların kirişlerden daha güçlü olası koşulunun bazı kolonlarda sağlanamaması durumunda, sadece çerçevelerden veya perde ve çerçevelerin birleşiminden oluşan taşıyıcı sistemlerde, göz önüne alınan deprem doğrultusunda binanın herhangi bir i'inci katında aşağıdaki eşitsizliğin sağlanması koşulu ile, ilgili katın alt veya üstündeki bazı düğüm noktalarında Denklem (3.13)'ün sağlanamamış olmasına izin verilebilir.

$$\alpha_i = V_{is}/V_{ik} \geq 0.70 \quad (3.14)$$

- Bu durumda, $0.70 < \alpha_i < 1.00$ aralığında, kolonların kirişlerden güçlü olması koşulunun hem alttaki, hem de üstteki düğüm noktalarında sağlandığı kolonlara etkiyen eğilme momenti ve kesme kuvvetleri ($1/\alpha_i$) oranı ile çarpılarak arttırılacaktır.
- Herhangi bir katta $\alpha_i = V_{is}/V_{ik} \geq 0.70$ denkleminin sağlanamaması durumunda, sadece çerçevelerden veya perde ve çerçevelerin birleşiminden oluşan taşıyıcı sistemlerdeki tüm çerçeveler süneklik düzeyi normal çerçeve olarak göz önüne alınacak ve taşıyıcı sistem davranış katsayısı değiştirilerek hesap tekrarlanacaktır.

3.6.1.2 Süneklik Düzeyi Yüksek Çelik Çaprazlı Perdeler

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

- Örgü 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 örgü çubuklarının kirişle birleşme noktalarında, kirişin yanal burkulmasının ve ayrıca yerel burkulmaların önlenmesi için gerekli önlemler alınacaktır.
- Örgü çubuklarının kolonlara bağlandığı çaprazlı perdelerde, bağlantı kolon kesitinin başlığına yapılacaktır. Kolon gövdesine bağlantı yapılamaz.
- Basınç kuvveti de alacak şekilde hesaplanan örgü çubuklarının narinlik oranı 100'den fazla olamaz.
- Birden çok parçalı olup basınç kuvveti de alan örgü çubuklarında, TS-648'in ara bağlantılara ilişkin tüm kuralları geçerlidir.

3.6.1.3 Süneklik Düzeyi Normal Çerçeveler

- Süneklik düzeyi normal çerçevelerde de ek ve birleşimler kurallara uygun olarak yapılmalıdır.
- Süneklik düzeyi normal çerçevelerde ek ve birleşimlerin hesabında, deprem analizine göre bulunan iç kuvvetlerin iki katı kullanılacaktır.

3.6.1.4 Süneklik Düzeyi Normal Çelik Çaprazlı Perdeler

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

- Çaprazların sadece çekmeye çalışmak üzere hesaplanması durumunda, çapraz örgü çubuklarının narinlik oranı 250'yi aşamaz.
- Basınç kuvveti de alacak şekilde hesaplanan örgü çubuklarının narinlik oranı 100'den fazla olamaz.
- Birden çok parçalı olup basınç kuvveti de alan örgü çubuklarında, TS-648'in ara bağlantılara ilişkin tüm kuralları geçerlidir.

3.6.1.5 Ek ve Birleşimlere İlişkin Kurallar

- Çerçevelerin kolon-kiriş birleşimlerinde kolon sürekli olacaktır. Kirişin kolon kesitinin başlığına bağlanması durumunda kolon gövdesi kiriş başlığı seviyesinde berkitme levhaları ile güçlendirilecektir.
- 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 olmalıdır.
- Kolon ekleri, kolon-kiriş birleşim yerinden en az kat yüksekliğinin 1/4'ü kadar uzakta yapılmalıdır. Eklerin küt kaynakla yapılması durumunda, kaynak ağzı açılacak ve derin penetrasyonlu kaynak kullanılacaktır.
- Köşe kaynaklı ya da öngermesiz bulonlu kolon-kiriş birleşimlerinin yük aktarma gücü, birleşime bağlanan elemanın taşıma gücünün 1.20 katından daha az olamaz. Diğer tür kolon-kiriş birleşimlerinde, birleşimin yük aktarma gücü, birleşime bağlanan elemanın kendi taşıma gücünden hiçbir zaman daha az olamaz.
- Kiriş ekleri, kolon-kiriş birleşim yerinden en az kiriş yüksekliği kadar uzakta yapılacaktır.
- Örgü çubuklarının birleşimlerinde kaba bulon kullanılması durumunda, bulonların emniyet gerilmeleri %33 azaltılacaktır.

3.6.2 2006 DBYBHY'e göre :

3.6.2.1 Süneklik Düzeyi Yüksek Çerçeveler

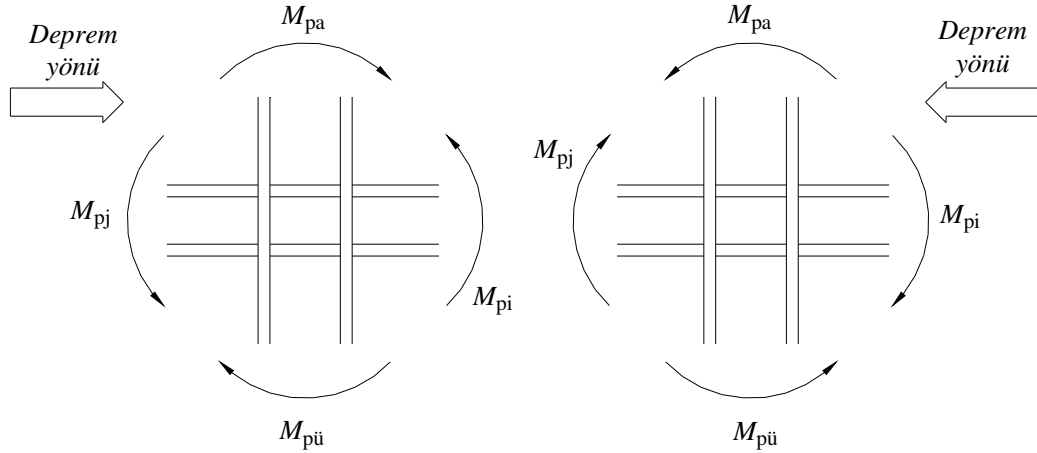
Süneklik düzeyi yüksek çerçevelerin boyutlandırılmasında uyulacak kurallar aşağıda verilmiştir.

*Kolonların Kirişlerden Daha Güçlü Olması Koşulu :

2006 DBYBHY'te, ek olarak zayıflatılmış kesit kullanılması ve guse oluşturulması durumları da göz önüne alınmıştır.

$$(M_{pa} + M_{pü}) \geq 1.1D_a (M_{pi} + M_{vi} + M_{pj} + M_{vj}) \quad (3.15)$$

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 3.1: Kolon-kiriş birleşim bölgesindeki momentler

Bu koşulun sağlanamaması durumunda izlenen yol her iki yönü de aynıdır.

*Kiriş - Kolon Birleşim Bölgeleri :

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

- 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.
- 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.

- Birleşimin boyutlandırılmasında esas alınacak V_e kesme kuvveti aşağıdaki denklem ile hesaplanacaktır.

$$V_e = V_{dy} \pm 1.1R_a \frac{(M_{pi} + M_{pj})}{\ell_n} \quad (3.16)$$

Kiriş – kolon birleşim detayında, kolon ve kiriş başlıklarının sınırladığı kayma bölgesi (Şekil 3.2) aşağıdaki koşulları sağlayacak şekilde boyutlandırılacaktır:

- 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(Denklem 3.17).

$$V_{ke} = 0.8 \sum M_p \left(\frac{1}{d_b} - \frac{1}{H_{ort}} \right) \quad (3.17)$$

- Kayma bölgesinin V_p kesme kuvveti kapasitesi

$$V_p = 0.6 \sigma_a d_c t_p \left[1 + \frac{3b_{cf} t_{cf}^2}{d_b d_c t_p} \right] \quad (3.18)$$

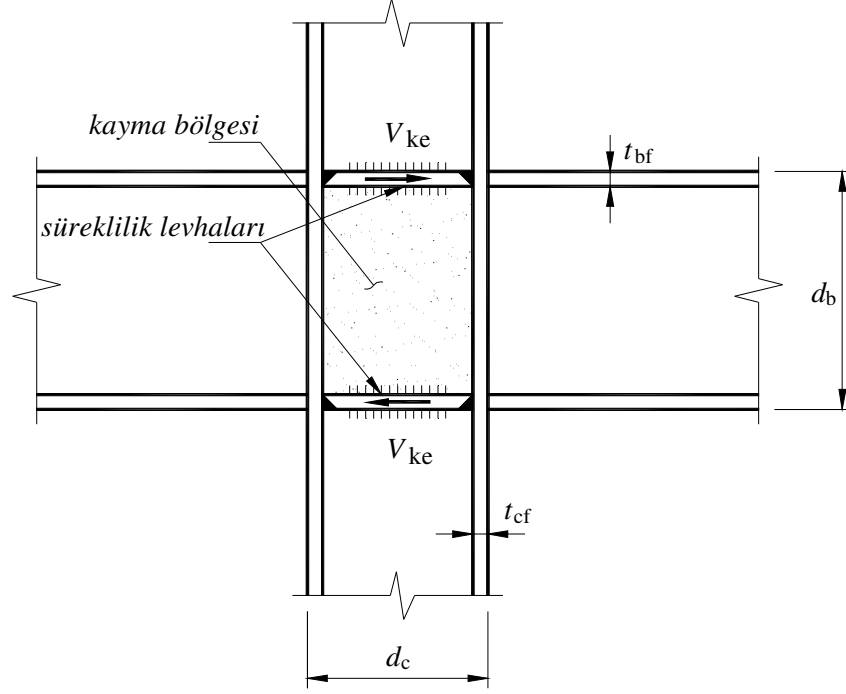
denklemini ile hesaplanacaktır. Kayma bölgesinin yeterli kesme dayanımına sahip olması için

$$V_p \geq V_{ke} \quad (3.19)$$

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

- Kolon gövde levhasının ve eğer kullanılmış ise takviye levhalarının her birinin en küçük kalınlığı t_{min} , aşağıdaki koşulu sağlayacaktır.

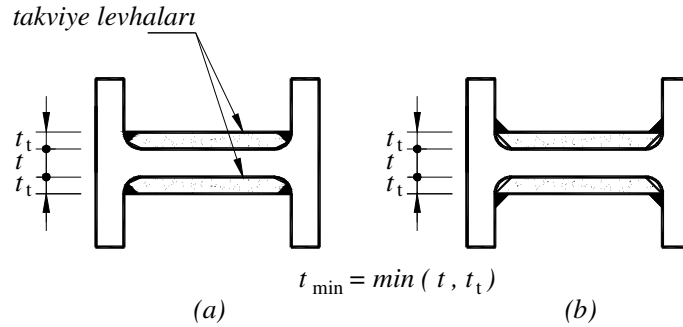
$$t_{min} \geq u/180 \quad (3.20)$$



Şekil 3.2: Kayma bölgesi

Bu koşulun sağlanmadığı durumlarda takviye levhaları ve kolon gövde levhası birbirlerine kaynakla bağlanarak birlikte çalışmaları sağlanacak ve levha kalınlıkları toplamının Denk.(3.20)'yi sağladığı kontrol edilecektir.

- Kayma bölgesinde takviye levhaları kullanılması halinde, bu levhaların kolon başlık levhalarına bağlanması için tam penetrasyonlu küt kaynak veya köşe kaynağı kullanılacaktır (Şekil 3.3). Bu kaynaklar, takviye levhası tarafından karşılanan kesme kuvvetini güvenle aktaracak şekilde kontrol edilecektir.



Şekil 3.3: Takviye levhaları

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.

- 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.
- Süreklilik levhalarının kolon gövde ve başlıklarına bağlantısı için tam penetrasyonlu küt kaynak kullanılacaktır. Süreklilik levhasının kolon gövdesine bağlantısı için köşe kaynağı da kullanılabilir, (Şekil 3.2). Ancak bu kaynağın, süreklilik levhasının kendi düzlemindeki kesme kapasitesine eşit bir kuvveti kolon gövdesine aktaracak boy ve kalınlıkta olması gereklidir.
- Kolon başlık kalınlığının

$$t_{cf} \geq 0.54 \sqrt{b_{bf} t_{bf}} \quad (3.21)$$

ve

$$t_{cf} \geq \frac{b_{bf}}{6} \quad (3.22)$$

koşullarının her ikisini de sağlaması durumunda süreklilik levhasına gerek olmayabilir.

*Kolon ve Kiriş Ekleri :

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

- Kolon ve kiriş eklerinin eğilme kapasitesi, eklenen elemanın eğilme kapasitesinden, kesme kuvveti kapasitesi ise boyutlandırmaya esas olan kesme kuvvetinden az olmayacaktır. Ayrıca, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, kolon eklerinin eksenel kuvvet kapasiteleri artırılmış deprem etkilerinden meydana gelen eksenel basınç ve çekme kuvvetleri altında da (eğilme momentleri gözönüne alınmaksızın) yeterli olacaktır.

*Kiriş Başlıklarının Yanal Doğrultuda Mesnetlenmesi :

- Kirişlerin üst ve alt başlıkları yanal doğrultuda mesnetlenecektir. Kirişlerin yanal doğrultuda mesnetlendiği noktalar arasındaki ℓ_b uzaklığı

$$\ell_b \leq 0.086 \frac{r_y E_s}{\sigma_a} \quad (3.23)$$

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

- Yanal doğrultudaki mesnetlerin gerekli basınç ve çekme dayanımı, kiriş başlığının eksenel çekme kapasitesinin 0.02'sinden daha az olmayacaktır.
- Betonarme döşemelerin çelik kirişler ile kompozit olarak çalıştığı çelik taşıyıcı sistemlerde yukarıdaki koşullara uyulması zorunlu değildir.

3.6.2.2 Süneklik Düzeyi Normal Çerçeveler

Süneklik düzeyi normal çerçevelerin boyutlandırılmasında uyulacak kurallar aşağıda verilmiştir.

*Kiriş – Kolon Birleşim Bölgeleri :

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:

- Kolona birleşen kirişin eğilme momenti kapasitesi ve gerekli kesme kuvveti dayanımı.

- Arttırılmış yükleme durumlarından dolayı kolon yüzünde meydana gelen eğilme momenti ve kesme kuvveti.

Kiriş-kolon birleşim detayında, kolon ve kiriş başlıklarının sınırladığı kayma bölgesi aşağıdaki koşulları sağlayacak şekilde boyutlandırılacaktır:

- Kayma bölgesinin V_{ke} gerekli kesme kuvveti dayanımının hesabında, arttırılmış deprem yüklemesinden meydana gelen kesme kuvveti ve Denk.(3.17) ile hesaplanan kesme kuvvetinden küçük olanı kullanılacaktır.
- Kayma bölgesinin yeterli kesme dayanımına sahip olması için kesme kuvveti kapasitesi V_p 'nin gerekli kesme kuvveti dayanımı V_{ke} 'den büyük olması gerekmektedir.
- Süneklik düzeyi yüksek çerçevelerin kayma bölgesi hesabı için verilen kurallar süneklik düzeyi normal çerçeveler için de aynen geçerlidir.

Süneklik düzeyi yüksek çerçevelerde süreklilik levhalarının hesabı için verilen kurallar süneklik düzeyi normal çerçeveler için de aynen geçerlidir.

*Kiriş ve Kolon Ekleri :

Süneklik düzeyi yüksek çerçevelerde kolon ve kiriş ekleri için verilen kurallar süneklik düzeyi normal çerçeveler için de aynen geçerlidir.

*Kiriş Başlıklarının Yanal Doğrultuda Mesnetlenmesi :

- Kirişlerin üst ve alt başlıkları yanal doğrultuda mesnetlenecektir. Kirişlerin yanal doğrultuda mesnetlendiği noktalar arasındaki ℓ_b uzaklığı

$$\ell_b \leq 0.124 \frac{r_y E_s}{\sigma_a} \quad (3.24)$$

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.

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

3.6.2.3 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.

*Enkesit Koşulları :

- Çatı ve düşey düzlem çaprazlarının narinlik oranı (çubuk burkulma boyu/atalet yarıçapı) $5.87\sqrt{E_s / \sigma_a}$ sınır değerini aşmayacaktır. Bu sınır, Fe 37 çeliği için 173.6, Fe 52 çeliği için 141.8 değerine karşı gelmektedir.
- 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 oluşturmadığının 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.

*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.

*Çaprazların Birleşimleri :

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:

- Çaprazın eksenel çekme kapasitesi.

- Dügüm noktasına birleşen diğer elemanların kapasitelerine bağlı olarak, söz konusu çaprazla aktarılabilecek en büyük eksenel kuvvet.
- Arttırılmış yükleme durumlarından meydana gelen çapraz eksenel kuvveti.

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

- Dügüm noktası levhasının düzlemi içindeki eğilme kapasitesi, düğüm noktasına birleşen çaprazın eğilme kapasitesinden daha az olmayacaktır.
- Dügüm 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.

*Özel Çapraz Düzenleri İçin Ek Koşullar :

V veya ters **V** şeklindeki çapraz sistemlerinin sağlaması gereken ek koşullar aşağıda verilmiştir:

- Çaprazların bağlandığı kirişler sürekli olacaktır.
- 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.
- Süneklik düzeyi yüksek çerçevelerin kirişleri için verilen koşullar çaprazların bağlandığı kirişler için de aynen geçerlidir.

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

*Kolon Ekleri :

- Kolon ekleri kolon serbest yüksekliğinin ortadaki 1/3'lük bölgesinde yapılacaktır.
- 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 aksenal kuvvet taşıma güçleri arttırılmış deprem yüklemelerinden oluşan basınç ve çekme kuvvetleri altında da (eğilme momentleri gözönüne alınmaksızın) yeterli olacaktır. Ek elemanlarının hesabında, verilen kaynak ve bulon gerilme kapasiteleri kullanılacaktır.

3.6.2.4 Süneklik Düzeyi Normal Merkezi Çelik Çaprazlı Perdeler

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

*Enkesit Koşulları :

- Basınca çalışan çatı ve düşey düzlem çaprazlarının narinlik oranı (çubuk burkulma boyu/atalet yarıçapı) $4.23\sqrt{E_s / \sigma_a}$ sınır değerini aşmayacaktır. Bu sınır, Fe 37 çeliği için 125.1, Fe 52 çeliği için 102.2 değerine karşı gelmektedir.
- Çok parçalı çaprazlarda, TS648'in bağ levhalarına ilişkin kuralları geçerlidir. Her çubukta en az iki bağ levhası kullanılacaktır.
- Sadece çekme kuvveti taşıyacak şekilde hesaplanan çaprazlarda narinlik oranı 250'yi aşmayacaktır. Ancak, en çok iki katlı binalardaki çapraz elemanların, hesaplanan çekme kuvvetinin Tablo 3.2'deki Ω_o katsayısı ile çarpımını taşıyacak şekilde boyutlandırılmaları halinde bu kural uygulanmayabilir.

*Çaprazların Birleşimleri :

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:

- Çaprazın aksenal çekme kapasitesi.
- Arttırılmış yüklemelerden meydana gelen çapraz aksenal kuvveti.
- Düğüm noktasına birleşen diğer elemanlar tarafından söz konusu çapraza aktarılacak en büyük kuvvet.

Süneklik düzeyi yüksek merkezi çelik çaprazlı perdeler için verilen koşullar süneklik düzeyi normal merkezi çelik çaprazlı perdeler için de geçerlidir.

*Özel Çapraz Düzenleri İçin Ek Koşullar :

- Süneklik düzeyi yüksek merkezi çelik çaprazlı perdeler için verilen koşullar süneklik düzeyi normal merkezi çelik çaprazlı perdeler için de geçerlidir.
- Süneklik düzeyi normal çerçevelerin kirişleri için verilen koşullar çaprazların bağlandığı kirişler için de aynen geçerlidir.

3.6.2.5 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.

*Enkesit Koşulları :

- Çaprazların narinlik oranı (çubuk burkulma boyu/atalet yarıçapı) $4.23\sqrt{E_s / \sigma_a}$ sınır değerini aşmayacaktır. Bu değer, süneklik düzeyi normal merkezi çelik çaprazlı perdeler için verilen sınır değerle aynıdır.
- Çok parçalı çaprazlar için merkezi çaprazlı perdelerde verilen koşullar dışmerkez çelik çaprazlı perdeler için de aynen geçerlidir.

*Bağ Kirişleri :

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

Bağ kirişinin boyu, aşağıdaki şekilde belirlenebilir.

$$1.0 M_p / V_p \leq e \leq 5.0 M_p / V_p \quad (3.25)$$

Bağ kirişleri, düşey yükler ve deprem etkilerinden oluşan tasarım iç kuvvetleri (kesme kuvveti, eğilme momenti ve eksenel kuvvet) altında boyutlandırılacaktır.

Bağ kirişinin V_d tasarım kesme kuvveti, aşağıdaki koşulların her ikisini de sağlayacaktır.

$$V_d \leq V_p \quad (3.26)$$

$$V_d \leq 2M_p / e \quad (3.27)$$

Bağ kirişi tasarım eksenel kuvvetinin

$$N_d / \sigma_a A > 0.15 \quad (3.28)$$

olması halinde, Denk.(3.26) ve Denk.(3.27)'te M_p ve V_p yerine

$$M_{pn} = 1.18 M_p \left[1 - \frac{N_d}{\sigma_a A} \right] \quad (3.29)$$

$$V_{pn} = V_p \sqrt{1 - (N_d / \sigma_a A)^2} \quad (3.30)$$

değerleri kullanılacaktır.

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

*Bağ Kirişinin Yanal Doğrultuda Mesnetlenmesi :

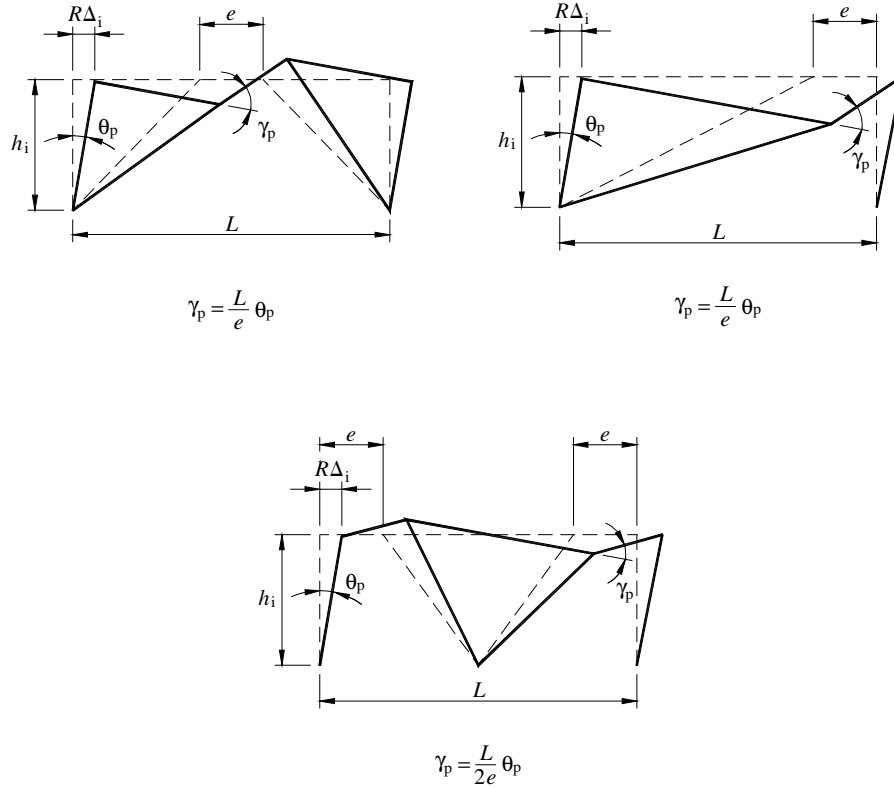
- Bağ kirişinin üst ve alt başlıkları kirişin iki ucunda, kolon kenarında düzenlenen bağ kirişlerinde ise kirişin bir ucunda, yanal doğrultuda mesnetlenecektir. Yanal doğrultudaki mesnetlerin gerekli dayanımı, kiriş başlığının eksenel çekme kapasitesinin 0.06'sından daha az olmayacaktır.
- Ayrıca, bağ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

*Bağ Kirişinin Dönme Açısı :

Bağ kirişinin bulunduğu i ' inci katın Δ_i görelî kat ötelemesine bağlı olarak

$$\theta_p = R \frac{\Delta_i}{h_i} \quad (3.31)$$

denklemleri ile bulunan gövde 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 3.4).



Şekil 3.4: Bağ kirişi dönme açısı

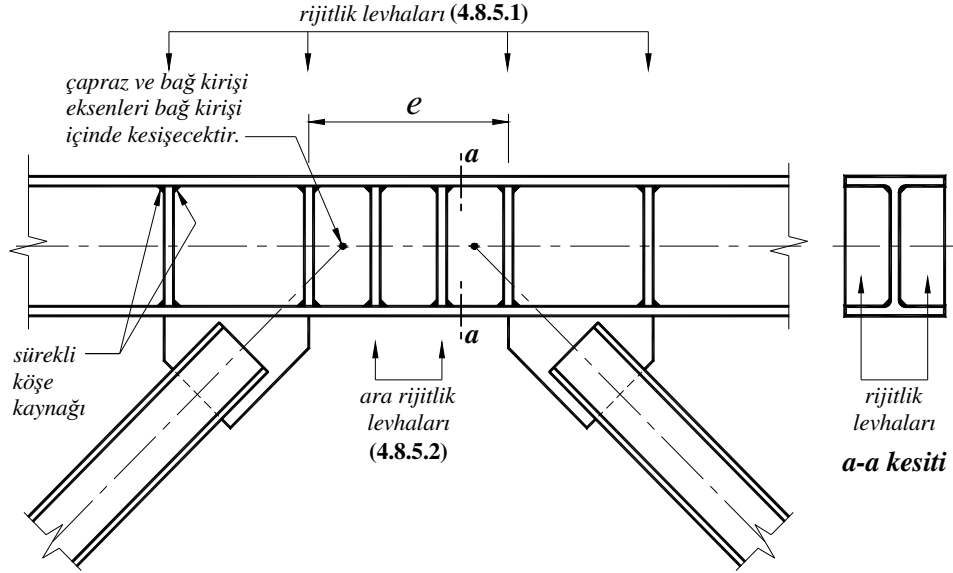
- Bağ kirişi uzunluğunun $1,6M_p/V_p$ 'ye eşit veya daha küçük olması halinde 0.10 radyan.
- Bağ kirişi uzunluğunun $2,6M_p/V_p$ 'ye eşit veya daha büyük olması halinde 0.03 radyan.

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

*Rijitlik (Berkitme) Levhaları :

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 3.5). 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 3.5: Rijitlik levhaları

Bağlantı kirişi uçlarındaki rijitlik levhalarına ek olarak, aşağıda tanımlanan ara rijitlik levhaları konulacaktır:

- 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.
- 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.
- Boyu $1,6M_p/V_p$ ve $2,6M_p/V_p$ arasında olan bağ kirişlerinde, yukarıda belirtilen ara rijitlik levhaları birlikte kullanılacaktır.
- Boyu $5M_p/V_p$ 'den büyük olan bağ kirişlerinde ara rijitlik levhaları kullanılmayabilir.

*Çaprazlar, Kat Kirişleri ve Kolonlar :

- Bağ kirişinin plastikleşmesine neden olan yükleme, 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.
- Çaprazlar, bağ kirişinin plastikleşmesine neden olan yüklemenin $1.25D_a$ katından oluşan iç kuvvetlere göre boyutlandırılacaktır.
- Kat kirişinin bağ kirişi dışında kalan bölümü, bağ kirişinin plastikleşmesine neden olan yüklemenin $1.1D_a$ katından oluşan iç kuvvetlere göre boyutlandırılacaktır.
- 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:
 - i. Bağ kirişinin plastikleşmesine neden olan yüklemenin $1.1D_a$ katından oluşan iç kuvvetler.
 - ii. Arttırılmış yüklemelerden meydana gelen iç kuvvetler.

*Çapraz – Bağ Kirişi Birleşimi :

Çaprazların bağ kirişi ile birleşim detayı, bağ kirişinin plastikleşmesine neden olan yüklemenin $1.25D_a$ katından oluşan iç kuvvetlere göre boyutlandırılacaktır.

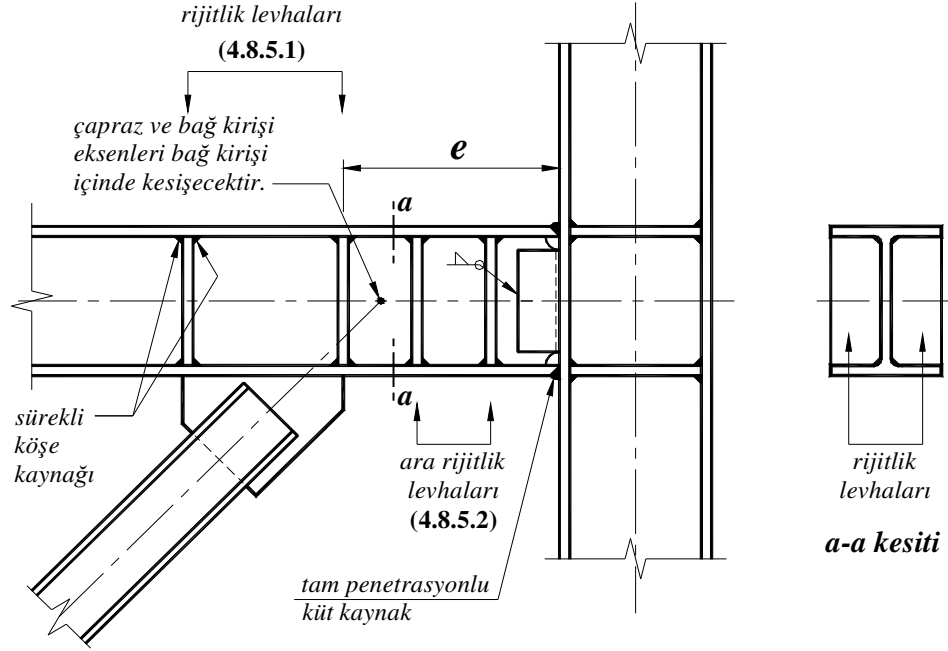
*Bağ Kirişi – Kolon Birleşimi :

- Kolona birleşen bağ kirişinin boyu

$$e \leq 1.6M_p / V_p \quad (3.32)$$

koşulunu sağlayacaktır.

- 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 3.6).



Şekil 3.6: Bağ kirişi-kolon birleşimi

*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.

3.6.3 Genel Karşılaştırma

İki yönetmelik arasındaki en büyük fark, çelik çaprazlı taşıyıcı sistemlerin sınıflandırılmasında ortaya çıkmaktadır.

1998 ABYYHY’te,

- Süneklik Düzeyi Yüksek Çelik Çaprazlı Perdeler
- Süneklik Düzeyi Normal Çelik Çaprazlı Perdeler

olmak üzere iki grupta, 2006 DBYBHY’te ise,

- Süneklik Düzeyi Yüksek Merkezi Çelik Çaprazlı Perdeler
- Süneklik Düzeyi Normal Merkezi Çelik Çaprazlı Perdeler
- Süneklik Düzeyi Yüksek Dışmerkez Çelik Çaprazlı Perdeler

olarak üç ayrı grupta incelenmiştir. Böylece, süneklik düzeyi yüksek merkezi çelik çaprazlı perdeler de yönetmeliğe girmiş, merkezi ve dışmerkez çapraz kavramı daha etkin hale gelmiştir.

Her iki yönetmelikte de, sünek çerçevelerde kolonların kirişlerden güçlü olması koşulu vardır. Ancak, 2006 DBYBHY’te, bu koşula tabi olan diğer sistemlerin ne olduğu açık değildir.

Genel olarak, 1998 ABYYHY’te, plastik hesap koşullarına ilişkin sınırlı düzeyde bilgi verilmiş, ilgili standart ve yönetmeliklere atıfta bulunularak geçilmiştir. 2006 DBYBHY’te ise, kiriş – kolon birleşim bölgeleri, kolon ve kiriş ekleri, kiriş başlıklarının yanal doğrultuda mesnetlenmesi gibi diğer yönetmelikte yer almayan pek çok konuya yer verilmiştir.

Buna örnek olarak, 1998 ABYYHY’te, plastik dayanım ve mekanizma oluşma şartlarından bahsedilmez. Süneklik düzeyi yüksek kabul edilen dışmerkez çelik çaprazlı perdelerde dışmerkezliğin, açıklığın 1/5’i ile 1/10’u arasında olması koşulu ile yetinilmiştir. 2006 DBYBHY’te ise, bağ kirişinin göçme mekanizması türü (kesmeden dolayı veya eğilmeden dolayı göçme) gözönüne alınarak, bağ kirişinin inelastik davranış göstermesini sağlayacak, bağ kirişinin dönme açısı, rijitlik levhalarının ara mesafesi gibi ek konstrüktif kurallar verilmiştir. Rijitlik levhaları, kesme etkisindeki bağ kirişlerinde gövde burkulmasını, eğilme etkisindeki bağ kirişlerinde bağ kirişi başlığında yerel burkulma ve yanal burulmalı burkulmadan dolayı oluşacak dayanım kaybını önlemektedir.

Aynı şekilde, tüm çelik çaprazlı perdelerde burkulmayla stabilitenin bozulmasını önlemek için narinlik sınırı 1998 ABYYHY’te, basınç diyagonallerinde 100, çekme diyagonallerinde 250’dir. 2006 DBYBHY’te ise, bu sınır, taşıyıcı sistem türüne ve kullanılan yapı çeliğine bağlı olarak değişmektedir (Tablo 3.4). Tabloda da görüldüğü gibi, narinlik sınırı bütün taşıyıcı sistem türleri için 2006 DBYBHY’te daha büyüktür.

Tablo 3.4: Narinlik Sınırları

Taşıyıcı Sistem Türü	Yapı Çeliği	Narinlik Sınırı	1998 ABYYHY'e göre	
			Basınçta	Çekmede
Süneklik düzeyi yüksek merkezi çelik çaprazlı perdeler	Fe 37	176	100	250
	Fe 52	141		
Süneklik düzeyi normal merkezi çelik çaprazlı perdeler	Fe 37	125		
	Fe 52	100		
Süneklik düzeyi yüksek dışmerkez çelik çaprazlı perdeler	Fe 37	125		
	Fe 52	100		

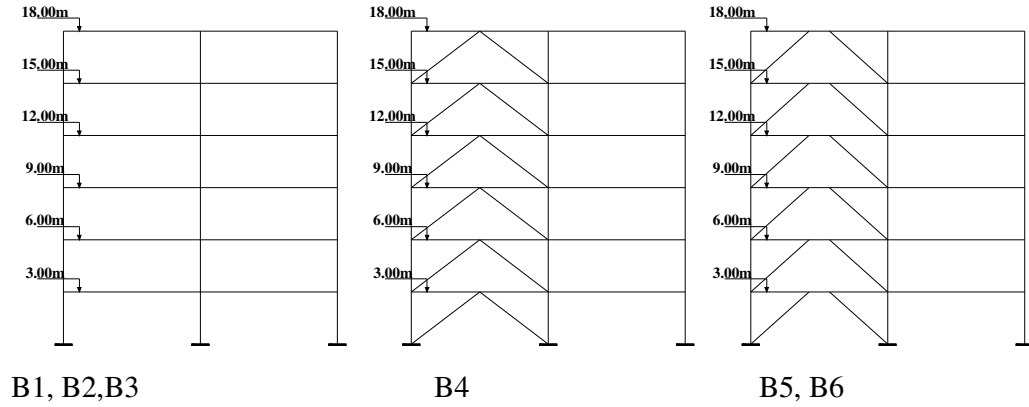
4. ÖRNEK YAPILARIN KARŞILAŞTIRMALI BOYUTLANDIRMASI

Bu bölümde örnek yapılar üzerinde 1998 ABYYHY ve 2006 DBYBHY'nin kullanılması durumlarında boyutlandırmada oluşan farklılıklar ortaya konulmuştur.

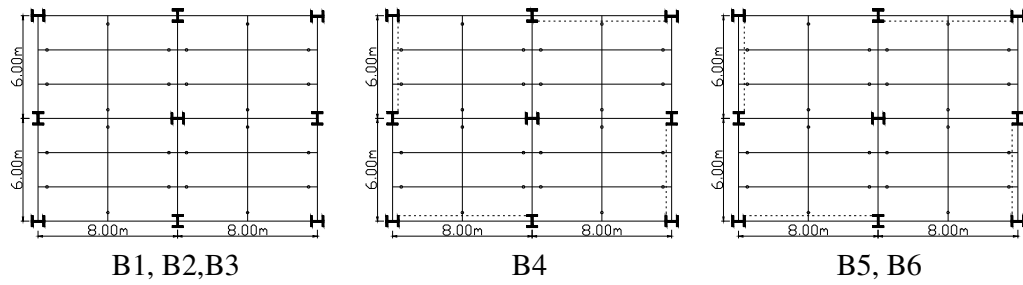
4.1 Yapıların Tanıtılması

Yapılar 192 m^2 ($12\text{m} \times 16\text{m}$) taban alanlı, altışar katlı tiyatro-sinema binalarıdır. Her bir katın yüksekliği 3.0 metredir.

Moment aktaran çerçeve, merkezi çelik çapraz perdeli ve dışmerkez çelik çapraz perdeli olmak üzere üç ayrı sistem gözönüne alınmıştır. Tüm sistemler süneklik düzeyi yüksek olarak dizayn edilmiştir.



Şekil 4.1: Sistem kesitleri



Şekil 4.2: Sistem planları

Kolonların plandaki doğrultularından ötürü birleşimlerin detaylandırılmasında zorlanılacağı bilinmekle birlikte, binalar yapılmış örnek bir projeden alındıkları için kolonların plandaki doğrultuları değiştirilmemiştir.

Yükler

Yapı yükleri, çatı (kN/m ²)	:	4.0
Normal kat (kN/m ²)	:	3.5
İlave yükler, çatı (kN/m ²)	:	2.0
Normal kat (kN/m ²)	:	5.0
Dış duvar yükleri (kN/m)	:	3.0

Diğer kriterler

Bina önem katsayısı (I)	:	1.2 (Tiyatro binası)
Yerel zemin sınıfı	:	Z2
Deprem bölgesi	:	1. derece
Etkin yer ivmesi (A ₀)	:	0.40

Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R), deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı moment aktaran çerçeve sistem ve deprem yüklerinin çerçeveler ile birlikte çaprazlı çelik perdeler tarafından taşındığı dışmerkez çelik çapraz perdeli sistemler için 8, deprem yüklerinin çerçeveler ile birlikte çaprazlı çelik perdeler tarafından taşındığı merkezi çelik çapraz perdeli sistemler için ise 6'dır.

Buna göre, altı ayrı bina ETABS bilgisayar destekli analiz programında modellenmiş ve boyutlandırılmıştır (Tablo 4.1).

Tablo 4.1: Boyutlandırması yapılan binalar

Bina Kodu	Taşıyıcı Sistem Türü	Yönetmelik	Yapı Çeliği
B1	Moment aktaran çerçeve	2006 DBYBHY	Fe 52
B2	Moment aktaran çerçeve	1998 ABYYHY	Fe 52
B3	Moment aktaran çerçeve	1998 ABYYHY	Fe 37
B4	Merkezi çelik çaprazlı sistem	2006 DBYBHY	Fe 52
B5	Dışmerkez çelik çaprazlı sistem	2006 DBYBHY	Fe 52
B6	Dışmerkez çelik çaprazlı sistem	1998 ABYYHY	Fe 52

4.2 Yapılara Ait Diğer Bilgiler

4.2.1 Elverişsiz Yüklemler

Tüm binalar aşağıdaki elverişsiz yük kombinasyonları ile yüklenmiştir.

$$1.0G + 1.0Q$$

$$1.0G + 1.0Q \pm 1.0E$$

$$0.9G \pm 1.0E$$

$$1.0G + 1.0Q \pm 1.0W$$

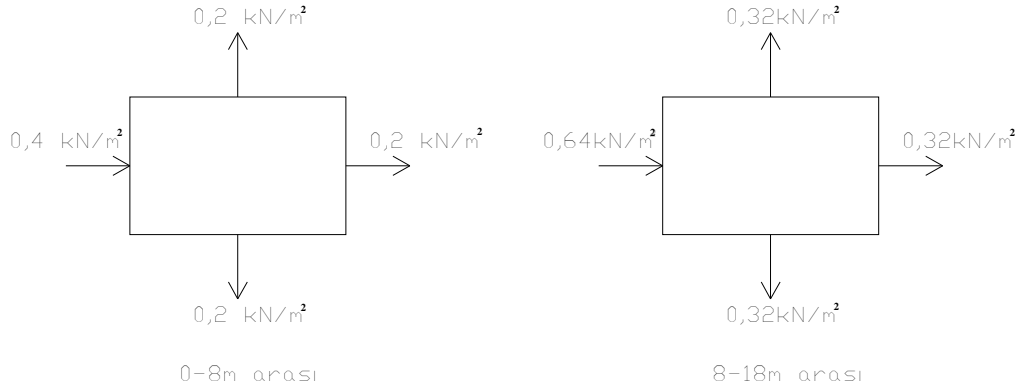
Deprem yükü katsayısı gerekli görülen durumlarda arttırılmıştır.

4.2.2 Rüzgar Yükü

Rüzgar yükü TS-498'e uygun olarak, 8m yüksekliğe kadar $q=0.5 \text{ kN/m}^2$, 8-18m arası $q=0.8 \text{ kN/m}^2$ olarak alınmıştır. Rüzgar yönüne dikey yüzeylerde genel olarak yük katsayısı $C=1.2$ alınabilir [3]. Buna göre, rüzgar yükünün yapının etkilenen yüzeyinin birim alanına göre dağılımı aşağıdaki gibidir:

$$0-8 \text{ m arası} : W = c * q = 1.2 * 0.5 = 0.60 \text{ kN/m}^2$$

$$8-18 \text{ m arası} : W = c * q = 1.2 * 0.8 = 0.96 \text{ kN/m}^2$$



Şekil 4.3: Rüzgar yükü

4.2.3 Deprem Yükü

Binaların deprem hesabı mod birleştirme yöntemine göre yapılmıştır. Maksimum mod katkılarının birleştirilmesi için 'Tam Karesel Birleştirme (CQC) Kuralı' uygulanmıştır. Tüm titreşim modları için modal sönüm oranı %5 olarak alınmıştır.

Etabs bilgisayar destekli analiz programına girilen, herhangi bir n'inci titreşim modunda gözönüne alınacak ivme spektrumu ordinatı için azaltma katsayısı;

$$\text{B4 binası için} \quad : A_0 * I * g / R_a(T) = 0.4 * 1.2 * 9.81 / 6 = 0.7848$$

$$\text{Diğer binalar için} \quad : A_0 * I * g / R_a(T) = 0.4 * 1.2 * 9.81 / 8 = 0.5886$$

olarak hesaplanmıştır.

4.3 Binalara Ait Analiz Sonuçları ve Ek Hesaplar

ETABS analiz programı yardımıyla elde edilen, binalara ait bazı değerler ve yapılan ek hesaplar aşağıda verilmiştir.

4.3.1 B1 Binasına Ait Analiz Sonuçları ve Ek Hesaplar

Tablo 4.2: B1 binasına ait veriler

	X doğrultusu	Y doğrultusu
Periyot	1.31 sn	1.26 sn
Spektrum katsayısı, S(T)	0.968	0.998
Spektral ivme katsayısı, A(T)	0.465	0.479
Taban kesme kuvveti, V _{tB}	429.95 kN	444.49 kN

Eşdeğer deprem yükü yöntemi ile hesaplanan bina toplam deprem yükü;

$$V_{t,x} = 514.30 \text{ kN}$$

$$V_{t,y} = 530.24 \text{ kN}$$

2006 DBYBHY'ne göre hiçbir düzensizlik durumunun olmaması durumunda $\beta=0.8$ alınarak aşağıdaki eşitsizlik sağlanmalıdır.

$$V_{tB} / V_t > \beta = 0.8 \quad \rightarrow \quad V_{tB,x} / V_{t,x} = 0.84$$

$$V_{tB,y} / V_{t,y} = 0.84$$

B1 binasına ait görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması ve ikinci mertebe etkilerinin kontrolü aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Tablo 4.3: B1 binasının x doğrultusundaki görelî kat ötelemeleri ve ikinci mertebeye etkilerinin kontrolü

KAT	Diyafram	W_i (KN)	h (m)	V_x (KN)	δ_x (cm)	$\Delta i-x$ (cm)	θ_i
1. KAT	D1	1566,31	3,00	429,95	0,371	0,371	0,025
2. KAT	D2	1560,82	3,00	398,10	1,021	0,650	0,048
3. KAT	D3	1551,32	3,00	348,79	1,747	0,726	0,061
4. KAT	D4	1545,48	3,00	293,13	2,411	0,664	0,067
5. KAT	D5	1532,64	3,00	230,12	3,014	0,604	0,077
6. KAT	D6	1098,46	3,00	135,03	3,427	0,413	0,090
		$\Sigma W=$ 8855,03	$\Delta i-x < (0.02 \cdot h)/R=0.75$				
			$\theta_i < 0.12$				

Tablo 4.4: B1 binasının y doğrultusundaki görelî kat ötelemeleri ve ikinci mertebeye etkilerinin kontrolü

KAT	Diyafram	W_i (KN)	h (m)	V_y (KN)	δ_y (cm)	$\Delta i-y$ (cm)	θ_i
1. KAT	D1	1566,31	3,00	444,49	0,366	0,366	0,024
2. KAT	D2	1560,82	3,00	411,46	0,978	0,612	0,044
3. KAT	D3	1551,32	3,00	360,13	1,664	0,686	0,056
4. KAT	D4	1545,48	3,00	302,78	2,301	0,637	0,062
5. KAT	D5	1532,64	3,00	237,92	2,881	0,580	0,072
6. KAT	D6	1098,46	3,00	137,33	3,256	0,376	0,081
		$\Sigma W=$ 8855,03	$\Delta i-y < (0.02 \cdot h)/R=0.75$				
			$\theta_i < 0.12$				

Kolonların kirişlerden daha kuvvetli olması durumunun kontrolü için yapılan hesaplar Ek A'da verilmiştir.

4.3.2 B2 Binasına Ait Analiz Sonuçları ve Ek Hesaplar

Tablo 4.5: B2 binasına ait veriler

	X doğrultusu	Y doğrultusu
Periyot	1.31 sn	1.26 sn
Spektrum katsayısı, $S(T)$	0.968	0.998
Spektral ivme katsayısı, $A(T)$	0.465	0.479
Taban kesme kuvveti, V_{tB}	441.70 kN	447.98 kN

Eşdeğer deprem yükü yöntemi ile hesaplanan bina toplam deprem yükü;

$$V_{t,x} = 514.30 \text{ kN}$$

$$V_{t,y} = 530.24 \text{ kN}$$

1998 ABYYHY'e göre hiçbir düzensizlik durumunun olmaması durumunda $\beta=0.9$ alınarak aşağıdaki eşitsizlik sağlanmalıdır.

$$V_{tB}/V_t > \beta = 0.9 \quad \rightarrow \quad V_{tB,x}/V_{t,x} = 0.85$$

$$V_{tB,y}/V_{t,y} = 0.85$$

Hesaplanan değer, β değerinden küçük olduğu için tüm iç kuvvet ve yerdeğistirmeler $\beta V_t / V_{tB} = 1.07$ oranında arttırılmıştır.

B2 binasına ait görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması ve ikinci mertebe etkilerinin kontrolü aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Tablo 4.6: B2 binasının x doğrultusundaki görelî kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkilerinin kontrolü

KAT	Diyafram	W_i (KN)	h (m)	V_x (KN)	δ_x (cm)	$\Delta i-x$ (cm)	θ_i
1. KAT	D1	1566,31	3,00	441,70	0,379	0,379	0,025
2. KAT	D2	1562,31	3,00	410,11	1,037	0,658	0,047
3. KAT	D3	1556,33	3,00	359,70	1,720	0,683	0,056
4. KAT	D4	1549,01	3,00	300,83	2,319	0,599	0,059
5. KAT	D5	1532,64	3,00	234,52	2,899	0,580	0,073
6. KAT	D6	1098,46	3,00	136,45	3,311	0,413	0,089
$\Sigma W =$		8865,05	$\Delta i-x < (0.02 \cdot h) / (R \cdot 1.07) = 0.70$				
			$\theta_i < 0.12$				

Tablo 4.7: B2 binasının y doğrultusundaki görelî kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkilerinin kontrolü

KAT	Diyafram	W_i (KN)	h (m)	V_y (KN)	δ_y (cm)	$\Delta i-y$ (cm)	θ_i
1. KAT	D1	1566,31	3,00	447,98	0,368	0,368	0,024
2. KAT	D2	1562,31	3,00	415,01	0,983	0,615	0,044
3. KAT	D3	1556,33	3,00	363,18	1,653	0,670	0,055
4. KAT	D4	1549,01	3,00	304,92	2,272	0,619	0,060
5. KAT	D5	1532,64	3,00	239,36	2,853	0,581	0,072
6. KAT	D6	1098,46	3,00	137,85	3,231	0,378	0,081
$\Sigma W =$		8865,05	$\Delta i-y < (0.02 \cdot h) / (R \cdot 1.07) = 0.70$				
			$\theta_i < 0.12$				

4.3.3 B3 Binasına Ait Analiz Sonuçları ve Ek Hesaplar

Tablo 4.8: B3 binasına ait veriler

	X doğrultusu	Y doğrultusu
Periyot	1.26 sn	1.25 sn
Spektrum katsayısı, S(T)	0.998	1.005
Spektral ivme katsayısı, A(T)	0.479	0.482
Taban kesme kuvveti, V_{tB}	443.86 kN	448.04 kN

Eşdeğer deprem yükü yöntemi ile hesaplanan bina toplam deprem yükü;

$$V_{t,x} = 530.97 \text{ kN}$$

$$V_{t,y} = 534.69 \text{ kN}$$

1998 ABYYHY'e göre hiçbir düzensizlik durumunun olmaması durumunda $\beta=0.9$ alınarak aşağıdaki eşitsizlik sağlanmalıdır.

$$V_{tB}/V_t > \beta = 0.9 \quad \rightarrow \quad V_{tB,x}/V_{t,x} = 0.84$$

$$V_{tB,y}/V_{t,y} = 0.84$$

Hesaplanan değer, β değerinden küçük olduğu için tüm iç kuvvet ve yerdeğiştirmeler $\beta V_t / V_{tB} = 1.07$ oranında artırılmıştır.

B3 binasına ait görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması ve ikinci mertebe etkilerinin kontrolü aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Tablo 4.9: B3 binasının x doğrultusundaki görelî kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkilerinin kontrolü

KAT	Diyafram	W_i (KN)	h (m)	V_x (KN)	δ_x (cm)	$\Delta i-x$ (cm)	θ_i
1. KAT	D1	1566,56	3,00	443,86	0,381	0,381	0,025
2. KAT	D2	1562,56	3,00	412,09	1,041	0,661	0,047
3. KAT	D3	1556,58	3,00	361,27	1,727	0,686	0,056
4. KAT	D4	1549,26	3,00	302,25	2,325	0,598	0,059
5. KAT	D5	1533,21	3,00	235,70	2,892	0,567	0,071
6. KAT	D6	1099,03	3,00	136,26	3,278	0,386	0,084
$\Sigma W =$		8867,20	$\Delta i-x < (0.02 \cdot h) / (R \cdot 1.07) = 0.70$				
			$\theta_i < 0.12$				

Tablo 4.10: B3 binasının y doğrultusundaki görelî kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkilerinin kontrolü

KAT	Diyafram	W _i (KN)	h (m)	V _Y (KN)	δ _y (cm)	Δi-y (cm)	θ _i
1. KAT	D1	1566,561	3,00	448,04	0,368	0,368	0,024
2. KAT	D2	1562,557	3,00	415,07	0,983	0,615	0,044
3. KAT	D3	1556,58	3,00	363,24	1,653	0,670	0,055
4. KAT	D4	1549,257	3,00	304,98	2,273	0,620	0,060
5. KAT	D5	1533,214	3,00	239,42	2,853	0,581	0,072
6. KAT	D6	1099,028	3,00	137,90	3,231	0,378	0,081
ΣW=		8867,20	Δi-y <(0.02*h)/(R*1.07)=0.70				
			θ _i <0.12				

4.3.4 B4 Binasına Ait Analiz Sonuçları ve Ek Hesaplar

Tablo 4.11: B4 binasına ait veriler

	X doğrultusu	Y doğrultusu
Periyot	0.50 sn	0.58 sn
Spektrum katsayısı, S(T)	2.091	1.857
Spektral ivme katsayısı, A(T)	1.004	0.891
Taban kesme kuvveti, V _{tB}	1050.38 kN	1182.75 kN

Eşdeğer deprem yükü yöntemi ile hesaplanan bina toplam deprem yükü;

$$V_{t,x} = 1464.82 \text{ kN}$$

$$V_{t,y} = 1300.90 \text{ kN}$$

2006 DBYBHY'ne göre hiçbir düzensizlik durumunun olmaması durumunda β=0.8 alınarak aşağıdaki eşitsizlik sağlanmalıdır.

$$V_{tB}/V_t > \beta = 0.8 \quad \rightarrow \quad V_{tB,x}/V_{t,x} = 0.81$$

$$V_{tB,y}/V_{t,y} = 0.81$$

B4 binasına ait görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması ve ikinci mertebe etkilerinin kontrolü aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Tablo 4.12: B4 binasının x doğrultusundaki görelî kat ötelemeleri ve ikinci mertebeye etkilerinin kontrolü

KAT	Diyafram	W _i (KN)	h (m)	V _X (KN)	δ _x (cm)	Δi-x (cm)	θ _i
1. KAT	D1	1539,83	3,00	1182,75	0,195	0,195	0,001
2. KAT	D2	1535,69	3,00	1115,11	0,450	0,255	0,007
3. KAT	D3	1531,79	3,00	993,24	0,754	0,304	0,009
4. KAT	D4	1529,05	3,00	821,91	1,056	0,302	0,011
5. KAT	D5	1526,52	3,00	593,50	1,328	0,272	0,013
6. KAT	D6	1093,83	3,00	284,72	1,551	0,222	0,023
		ΣW= 8756,71	Δi-x <0.02*h/R=1.00				
			θ _i <0.12				

Tablo 4.13: B4 binasının y doğrultusundaki görelî kat ötelemeleri ve ikinci mertebeye etkilerinin kontrolü

KAT	Diyafram	W _i (KN)	h (m)	V _Y (KN)	δ _y (cm)	Δi-y (cm)	θ _i
1. KAT	D1	1539,83	3,00	1050,38	0,216	0,216	0,006
2. KAT	D2	1535,69	3,00	986,99	0,522	0,307	0,009
3. KAT	D3	1531,79	3,00	875,36	0,868	0,345	0,012
4. KAT	D4	1529,05	3,00	729,24	1,227	0,359	0,014
5. KAT	D5	1526,52	3,00	539,39	1,590	0,363	0,020
6. KAT	D6	1093,83	3,00	267,35	1,897	0,308	0,034
		ΣW= 8756,71	Δi-y <0.02*h/R=1.00				
			θ _i <0.12				

4.3.5 B5 Binasına Ait Analiz Sonuçları ve Ek Hesaplar

Tablo 4.14: B5 binasına ait veriler

	X doğrultusu	Y doğrultusu
Periyot	0.64 sn	0.75 sn
Spektrum katsayısı, S(T)	1.717	1.512
Spektral ivme katsayısı, A(T)	0.824	0.726
Taban kesme kuvveti, V _{tB}	1015.79 kN	890.04 kN

Eşdeğer deprem yükü yöntemi ile hesaplanan bina toplam deprem yükü;

$$V_{t,x} = 906.35 \text{ kN}$$

$$V_{t,y} = 798.14 \text{ kN}$$

2006 DBYBHY'ne göre hiçbir düzensizlik durumunun olmaması durumunda $\beta=0.8$ alınarak aşağıdaki eşitsizlik sağlanmalıdır.

$$V_{tB}/V_t > \beta = 0.8 \quad \rightarrow \quad V_{tB,x}/V_{t,x} = 1.12$$

$$V_{tB,y}/V_{t,y} = 1.12$$

B5 binasına ait görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması ve ikinci mertebe etkilerinin kontrolü aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Tablo 4.15: B5 binasının x doğrultusundaki görelî kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkilerinin kontrolü

KAT	Diyafram	W_i (KN)	h (m)	V_X (KN)	δ_x (cm)	$\Delta i-x$ (cm)	θ_i
1. KAT	D1	1548,01	3,00	1015,79	0,324	0,324	0,002
2. KAT	D2	1544,14	3,00	951,94	0,722	0,398	0,012
3. KAT	D3	1540,62	3,00	837,50	1,110	0,388	0,014
4. KAT	D4	1536,50	3,00	685,12	1,457	0,347	0,015
5. KAT	D5	1531,96	3,00	493,00	1,766	0,309	0,018
6. KAT	D6	1096,55	3,00	235,80	1,975	0,208	0,026
		$\sum W = 8797,78$	$\Delta i-x < 0.02 \cdot h/R = 0.75$				
			$\theta_i < 0.12$				

Tablo 4.16: B5 binasının y doğrultusundaki görelî kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkilerinin kontrolü

KAT	Diyafram	W_i (KN)	h (m)	V_Y (KN)	δ_y (cm)	$\Delta i-y$ (cm)	θ_i
1. KAT	D1	1548,01	3,00	890,04	0,350	0,350	0,012
2. KAT	D2	1544,14	3,00	831,84	0,811	0,462	0,016
3. KAT	D3	1540,62	3,00	732,20	1,276	0,464	0,019
4. KAT	D4	1536,50	3,00	607,97	1,750	0,474	0,023
5. KAT	D5	1531,96	3,00	446,05	2,138	0,388	0,026
6. KAT	D6	1096,55	3,00	220,75	2,407	0,269	0,036
		$\sum W = 8797,78$	$\Delta i-y < 0.02 \cdot h/R = 0.75$				
			$\theta_i < 0.12$				

Bağ kirişi uzunluğunun seçilmesi :

IPE 330 için; $M_p = 283.92$ kNm, $V_p = 487.67$ kN

$$1.0 M_p / V_p < e < 5.0 M_p / V_p$$

$$0.58\text{m} < e < 2.91\text{m}$$

IPE 360 için; $M_p = 359.71 \text{ kNm}$, $V_p = 566.95 \text{ kN}$

$$1.0 M_p / V_p < e < 5.0 M_p / V_p$$

$$0.63\text{m} < e < 3.17\text{m}$$

Bağ kirişi uzunluğu $e = 1.20 \text{ m}$ olarak seçilmiştir.

Tablo 4.17: B5 binasının bağ kirişi dönme açıları (γ_p)

Kat	$\Delta i-x$ (mm)	$\Delta i-y$ (mm)	θ_{px}	θ_{py}	L_x (mm)	L_y (mm)	γ_{px}	γ_{py}
6. KAT	2,15	2,79	0,006	0,007	8000	6000	0,038	0,037
5. KAT	3,27	4,06	0,009	0,011	8000	6000	0,058	0,054
4. KAT	4,03	4,99	0,011	0,013	8000	6000	0,072	0,067
3. KAT	4,19	4,98	0,011	0,013	8000	6000	0,074	0,066
2. KAT	4,34	5,04	0,012	0,013	8000	6000	0,077	0,067
1. KAT	3,58	3,83	0,010	0,010	8000	6000	0,064	0,051

Tablo 4.18: İzin verilen bağ kirişi dönme açıları

Kesit	d_w (m)	t_w (m)	t_f (m)	b (m)	W_{px} (cm ³)	Q_{py} (kN)	M_{px} (kNm)	İzin verilen γ_p
IPE 360	0,335	0,0080	0,0127	0,170	1019	566,95	359,71	0,080
IPE 330	0,307	0,0075	0,0115	0,160	804,3	487,67	283,92	0,068

Ara rijitlik levhalarının ara uzaklıkları aşağıdaki denklem sonucunda elde edilen değerden daha az olmamalıdır.

$$l_a > \left((52 - 30) * \left(\frac{e}{1.0 M_p / V_p} - 1.6 \right) + 30 \right) * t_w - \left(\frac{d_b}{5} \right) \quad (4.1)$$

Buna göre, IPE 330 için l_a değeri 0.27m'den, IPE 360 için 0.26m'den az olmamalıdır. Ara rijitlik levhaları arası mesafe 0.30m olarak seçilmiştir.

B5 binası için 2006 DBYBHY'nin 4.8.6.3 maddesindeki koşul sağlanamamıştır.

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

4.3.6 B6 Binasına Ait Analiz Sonuçları ve Ek Hesaplar

Tablo 4.19: B6 binasına ait veriler

	X doğrultusu	Y doğrultusu
Periyot	0.72 sn	0.83 sn
Spektrum katsayısı, S(T)	1.562	1.394
Spektral ivme katsayısı, A(T)	0.750	0.669
Taban kesme kuvveti, V _{tB}	932.69 kN	833.44 kN

Eşdeğer deprem yükü yöntemi ile hesaplanan bina toplam deprem yükü;

$$V_{t,x} = 820.69 \text{ kN}$$

$$V_{t,y} = 732.42 \text{ kN}$$

1998 ABYYHY'e göre hiçbir düzensizlik durumunun olmaması durumunda $\beta=0.9$ alınarak aşağıdaki eşitsizlik sağlanmalıdır.

$$V_{tB}/V_t > \beta = 0.9 \quad \rightarrow \quad V_{tB,x}/V_{t,x} = 1.14$$

$$V_{tB,y}/V_{t,y} = 1.14$$

B6 binasına ait görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması ve ikinci mertebe etkilerinin kontrolü aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Tablo 4.20: B6 binasının x doğrultusundaki görel kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkilerinin kontrolü

KAT	Diyafram	W _i (KN)	h (m)	V _X (KN)	δ_x (cm)	$\Delta i-x$ (cm)	θ_i
1. KAT	D1	1537,43	3,00	932,69	0,395	0,395	0,002
2. KAT	D2	1534,76	3,00	870,96	0,878	0,483	0,016
3. KAT	D3	1532,32	3,00	764,30	1,336	0,458	0,017
4. KAT	D4	1529,98	3,00	624,76	1,736	0,399	0,019
5. KAT	D5	1527,85	3,00	447,28	2,046	0,310	0,020
6. KAT	D6	1094,49	3,00	213,45	2,251	0,205	0,028
		$\sum W = 8756,81$	$\Delta i-x < 0.02 \cdot h/R = 0.75$				
			$\theta_i < 0.12$				

Tablo 4.21: B6 binasının y doğrultusundaki görelî kat ötelemeleri ve ikinci mertebeye etkilerinin kontrolü

KAT	Diyafram	W_i (KN)	h (m)	V_Y (KN)	δ_y (cm)	$\Delta i-y$ (cm)	θ_i
1. KAT	D1	1537,43	3,00	833,44	0,426	0,426	0,015
2. KAT	D2	1534,76	3,00	777,23	0,992	0,566	0,021
3. KAT	D3	1532,32	3,00	682,37	1,540	0,548	0,023
4. KAT	D4	1529,98	3,00	562,89	2,029	0,489	0,025
5. KAT	D5	1527,85	3,00	411,26	2,418	0,389	0,028
6. KAT	D6	1094,49	3,00	203,31	2,686	0,268	0,038
$\Sigma W=$		8756,81	$\Delta i-y < 0.02 \cdot h/R=0.75$				
			$\theta_i < 0.12$				

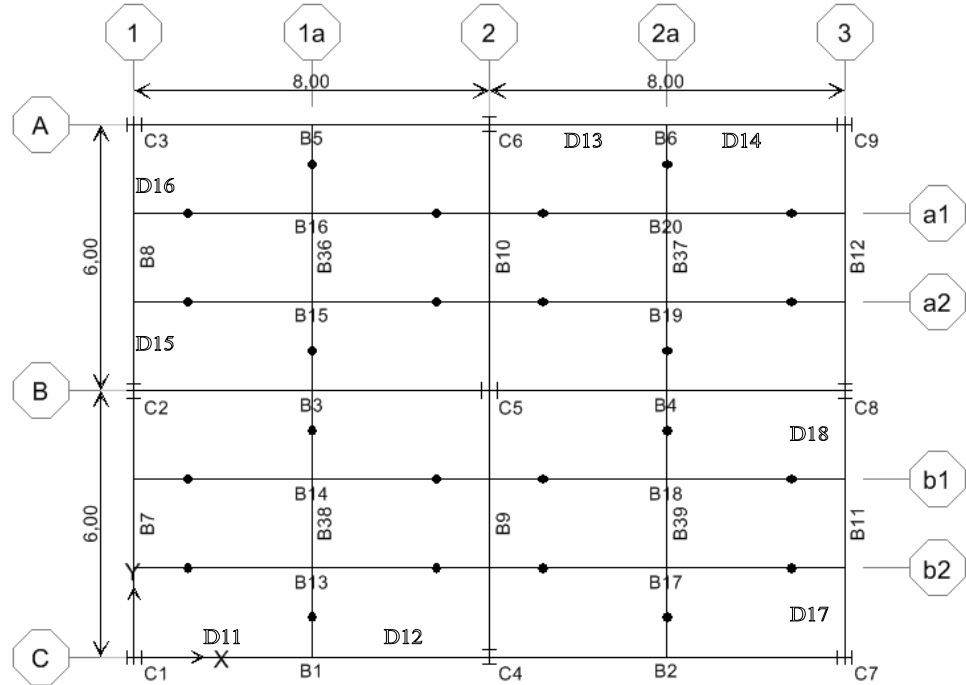
Bağ kirişi uzunluğu, 1998 ABYYHY'e uygun olarak açıklığın 1/5'i ile 1/10'u arasında seçilmiştir.

X doğrultusunda $L_x = 8.00\text{m}$ için $\rightarrow 0.80\text{m} < e < 1.60\text{m}$

Y doğrultusunda $L_y = 6.00\text{m}$ için $\rightarrow 0.60\text{m} < e < 1.20\text{m}$

Bağ kirişi uzunluğu $e=1.20\text{ m}$ olarak seçilmiştir.

4.4 Metraj Hesabı



Şekil 4.4: Kiriş, kolon ve çapraz numaraları

Bu bölümde örnek binaların taşıyıcı sistemini oluşturan kolon, kiriş ve çaprazların metrajları tablolar halinde verilmiştir. Taşıyıcı sistem elemanları metrajı kolaylaştırmak için numaralandırılmıştır (Şekil 4.4).

4.4.1 B1 Binasının Metrajı

Tablo 4.22: B1 binasındaki toplam kiriş ağırlığı

Kesit No	Katlar	Seçilen Profil	G (kg/m)	Uzunluk (m)	Adet	Ağırlık (kN)
B1, B2, B5, B6	1. ve 2. Katlar	IPE 360	57,1	8,00	8	36,5
	3. ve 4. Katlar	IPE 360	57,1	8,00	8	36,5
	5. ve 6. Katlar	IPE 330	49,1	8,00	8	31,4
B3, B4	1. ve 2. Katlar	IPE 550	106,0	8,00	4	33,9
	3. ve 4. Katlar	IPE 500	90,7	8,00	4	29,0
	5. ve 6. Katlar	IPE 450	77,6	8,00	4	24,8
B7, B8, B11, B12	1. ve 2. Katlar	IPE 400	66,3	6,00	8	31,8
	3. ve 4. Katlar	IPE 360	57,1	6,00	8	27,4
	5. ve 6. Katlar	IPE 330	49,1	6,00	8	23,6
B9, B10	1. ve 2. Katlar	IPEA 500	79,4	6,00	4	19,1
	3. ve 4. Katlar	IPE 450	77,6	6,00	4	18,6
	5. ve 6. Katlar	IPE 400	66,3	6,00	4	15,9
Toplam kiriş ağırlığı =						328,7

Tablo 4.23: B1 binasındaki toplam tali kiriş ağırlığı

Kesit No	Katlar	Seçilen Profil	G (kg/m)	Uzunluk (m)	Adet	Ağırlık (kN)
B13, B14, B15, B16, B17, B18, B19, B20	1. ve 2. Katlar	IPE 330	49,1	8,00	16	62,8
	3. ve 4. Katlar	IPE 330	49,1	8,00	16	62,8
	5. ve 6. Katlar	IPE 330	49,1	8,00	16	62,8
B36, B37, B38, B39	1. ve 2. Katlar	IPE 330	49,1	6,00	8	23,6
	3. ve 4. Katlar	IPE 330	49,1	6,00	8	23,6
	5. ve 6. Katlar	IPE 330	49,1	6,00	8	23,6
Toplam tali kiriş ağırlığı =						259,2

Tablo 4.24: B1 binasındaki toplam kolon ağırlığı

Kesit No	Katlar	Seçilen Profil	G (kg/m)	Uzunluk (m)	Adet	Ağırlık (kN)
C1, C3, C7, C9	1. ve 2. Katlar	HD 400x187	187,0	3,00	8	44,9
	3. ve 4. Katlar	HD 360x162	162,0	3,00	8	38,9
	5. ve 6. Katlar	HD 320x127	127,0	3,00	8	30,5
C2, C8	1. ve 2. Katlar	HD 400x237	237,0	3,00	4	28,4
	3. ve 4. Katlar	HD 400x187	187,0	3,00	4	22,4
	5. ve 6. Katlar	HD 320x127	127,0	3,00	4	15,2
C4, C6	1. ve 2. Katlar	HD 400x187	187,0	3,00	4	22,4
	3. ve 4. Katlar	HD 360x162	162,0	3,00	4	19,4
	5. ve 6. Katlar	HD 320x127	127,0	3,00	4	15,2
C5	1. ve 2. Katlar	HD 400x314	314,0	3,00	2	18,8
	3. ve 4. Katlar	HD 400x187	187,0	3,00	2	11,2
	5. ve 6. Katlar	HD 360x147	147,0	3,00	2	8,8
Toplam kolon ağırlığı =						276,4

Yapıdaki toplam çelik ağırlığı : 864.3 kN

m²'deki çelik ağırlığı : 0.750 kN/m²

4.4.2 B2 Binasının Metraji

Tablo 4.25: B2 binasındaki toplam kiriş ağırlığı

Kesit No	Katlar	Seçilen Profil	G (kg/m)	Uzunluk (m)	Adet	Ağırlık (kN)
B1, B2, B5, B6	1. ve 2. Katlar	IPE 360	57,1	8,00	8	36,5
	3. ve 4. Katlar	IPE 360	57,1	8,00	8	36,5
	5. ve 6. Katlar	IPE 330	49,1	8,00	8	31,4
B3, B4	1. ve 2. Katlar	IPE 550	106,0	8,00	4	33,9
	3. ve 4. Katlar	IPE 550	106,0	8,00	4	33,9
	5. ve 6. Katlar	IPE 450	77,6	8,00	4	24,8
B7, B8, B11, B12	1. ve 2. Katlar	IPE 400	66,3	6,00	8	31,8
	3. ve 4. Katlar	IPE 360	57,1	6,00	8	27,4
	5. ve 6. Katlar	IPE 330	49,1	6,00	8	23,6
B9, B10	1. ve 2. Katlar	IPEA 500	79,4	6,00	4	19,1
	3. ve 4. Katlar	IPE 450	77,6	6,00	4	18,6
	5. ve 6. Katlar	IPE 400	66,3	6,00	4	15,9
Toplam kiriş ağırlığı =						333,6

B2 binası için tali kiriş ve kolon boyutları B1 binasındakinin aynısı olduğu için bu tablolar tekrar verilmemiştir (Tablo 4.23 ve 4.24).

Yapıdaki toplam çelik ağırlığı : 869.2 kN

m²'deki çelik ağırlığı : 0.754 kN/m²

4.4.3 B3 Binasının Metraji

Tablo 4.26: B3 binasındaki toplam kiriş ağırlığı

Kesit No	Katlar	Seçilen Profil	G (kg/m)	Uzunluk (m)	Adet	Ağırlık (kN)
B1, B2, B5, B6	1. ve 2. Katlar	IPE 360	57,1	8,00	8	36,5
	3. ve 4. Katlar	IPE 360	57,1	8,00	8	36,5
	5. ve 6. Katlar	IPEA 360	50,2	8,00	8	32,1
B3, B4	1. ve 2. Katlar	IPE 550	106,0	8,00	4	33,9
	3. ve 4. Katlar	IPE 550	106,0	8,00	4	33,9
	5. ve 6. Katlar	IPE 450	77,6	8,00	4	24,8
B7, B8, B11, B12	1. ve 2. Katlar	IPE 400	66,3	6,00	8	31,8
	3. ve 4. Katlar	IPE 360	57,1	6,00	8	27,4
	5. ve 6. Katlar	IPE 330	49,1	6,00	8	23,6
B9, B10	1. ve 2. Katlar	IPEA 500	79,4	6,00	4	19,1
	3. ve 4. Katlar	IPE 450	77,6	6,00	4	18,6
	5. ve 6. Katlar	IPE 400	66,3	6,00	4	15,9
Toplam kiriş ağırlığı =						334,3

Tablo 4.27: B3 binasındaki toplam tali kiriş ağırlığı

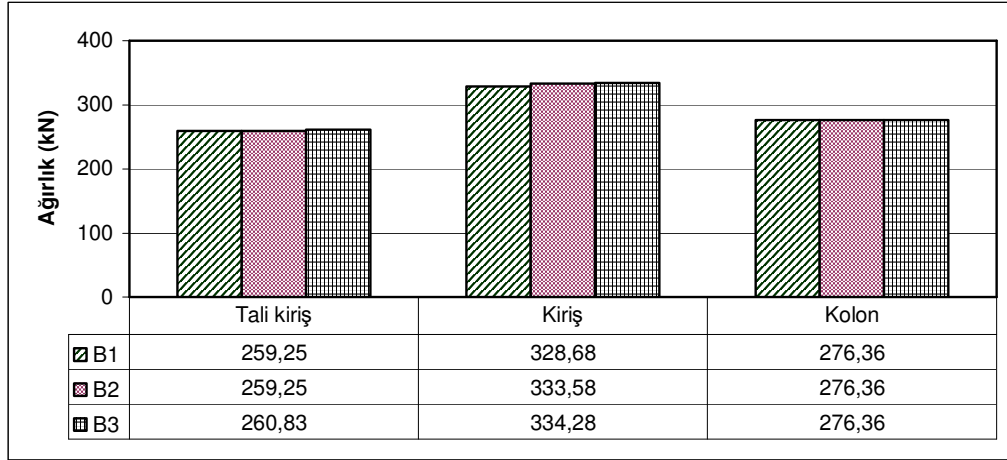
Kesit No	Katlar	Seçilen Profil	G (kg/m)	Uzunluk (m)	Adet	Ağırlık (kN)
B13, B14, B15, B16, B17, B18, B19, B20	1. ve 2. Katlar	IPE 330	49,1	8,00	16	62,8
	3. ve 4. Katlar	IPE 330	49,1	8,00	16	62,8
	5. ve 6. Katlar	IPE 330	49,1	8,00	16	62,8
B36, B37, B38, B39	1. ve 2. Katlar	IPEA 360	50,2	6,00	8	24,1
	3. ve 4. Katlar	IPEA 360	50,2	6,00	8	24,1
	5. ve 6. Katlar	IPEA 360	50,2	6,00	8	24,1
Toplam tali kiriş ağırlığı =						260,8

Yerdeğiştirme sınırı ve kolonların kirişlerden daha güçlü olması koşulu boyutlandırmada etken olduğu için B1, B2 ve B3 binalarının kolonları aynıdır (Tablo 4.24).

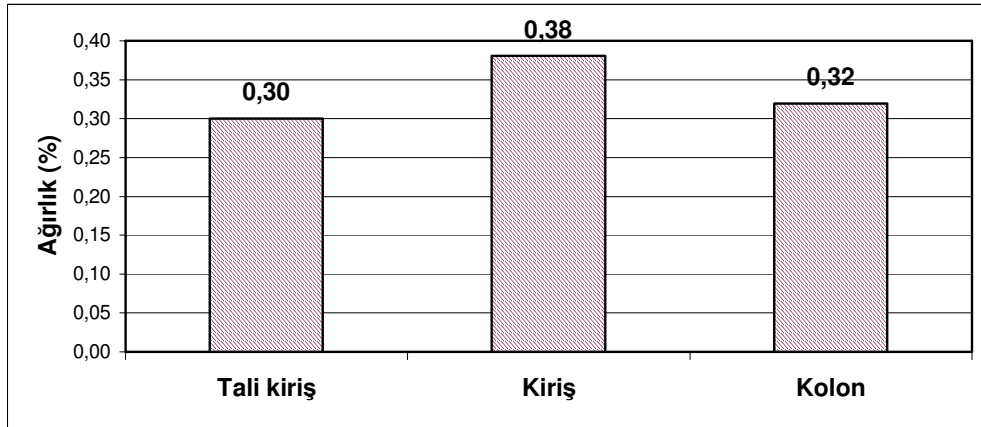
Yapıdaki toplam çelik ağırlığı : 871.5 kN

m²'deki çelik ağırlığı : 0.757 kN/m²

Buna göre B1, B2 ve B3 binalarının taşıyıcı sistem elemanlarının ağırlıkları ve toplam çelik ağırlığına göre dağılımı aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.5: B1, B2, B3 binalarında yapı elemanlarının ağırlıkları



Şekil 4.6: B1, B2 ve B3 binaları için toplam çelik ağırlığının dağılımı

Tablolardan görüldüğü üzere B1, B2 ve B3 binaları için eleman tipine göre toplam çelik ağırlığının yüzde olarak dağılımı farklılık göstermemektedir. Bunun temel sebebi boyutlandırmada yerdeğiştirmelerin sınırlandırılmasıdır. Başka bir deyişle, boyutlandırma yapılırken, kesitler, taşıma kapasitelerinin aşılması nedeniyle değil, yerdeğiştirme sınır değerlerinin aşılması nedeniyle büyütülmüştür.

4.4.4 B4 Binasının Metraji

B4 binasının tali kiriş boyutları B1 binasının tali kiriş boyutları ile aynıdır. Bu değerler Tablo 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4.28: B4 binasındaki toplam kiriş ağırlığı

Kesit No	Katlar	Seçilen Profil	G (kg/m)	Uzunluk (m)	Adet	Ağırlık (kN)
B1, B2, B5, B6	1. ve 2. Katlar	IPE 330	49,1	8,00	8	31,4
	3. ve 4. Katlar	IPE 330	49,1	8,00	8	31,4
	5. ve 6. Katlar	IPE 330	49,1	8,00	8	31,4
B3, B4	1. ve 2. Katlar	IPE 400	66,3	8,00	4	21,2
	3. ve 4. Katlar	IPE 400	66,3	8,00	4	21,2
	5. ve 6. Katlar	IPE 400	66,3	8,00	4	21,2
B7, B8, B11, B12	1. ve 2. Katlar	IPE 330	49,1	6,00	8	23,6
	3. ve 4. Katlar	IPE 330	49,1	6,00	8	23,6
	5. ve 6. Katlar	IPE 330	49,1	6,00	8	23,6
B9, B10	1. ve 2. Katlar	IPE 330	49,1	6,00	4	11,8
	3. ve 4. Katlar	IPE 330	49,1	6,00	4	11,8
	5. ve 6. Katlar	IPE 330	49,1	6,00	4	11,8
Toplam kiriş ağırlığı =						264,0

Tablo 4.29: B4 binasındaki toplam kolon ağırlığı

Kesit No	Katlar	Seçilen Profil	G (kg/m)	Uzunluk (m)	Adet	Ağırlık (kN)
C1, C3, C7, C9	1. ve 2. Katlar	HD 260x93.0	93,0	3,00	8	22,3
	3. ve 4. Katlar	HD 260x68.2	68,2	3,00	8	16,4
	5. ve 6. Katlar	HD 260x68.2	68,2	3,00	8	16,4
C2, C8	1. ve 2. Katlar	HD 360x134	134,0	3,00	4	16,1
	3. ve 4. Katlar	HD 320x127	127,0	3,00	4	15,2
	5. ve 6. Katlar	HD 260x93.0	93,0	3,00	4	11,2
C4, C6	1. ve 2. Katlar	HD 360x134	134,0	3,00	4	16,1
	3. ve 4. Katlar	HD 320x97.6	97,6	3,00	4	11,7
	5. ve 6. Katlar	HD 260x68.2	68,2	3,00	4	8,2
C5	1. ve 2. Katlar	HD 360x134	134,0	3,00	2	8,0
	3. ve 4. Katlar	HD 320x97.6	97,6	3,00	2	5,9
	5. ve 6. Katlar	HD 260x68.2	68,2	3,00	2	4,1
Toplam kolon ağırlığı =						151,5

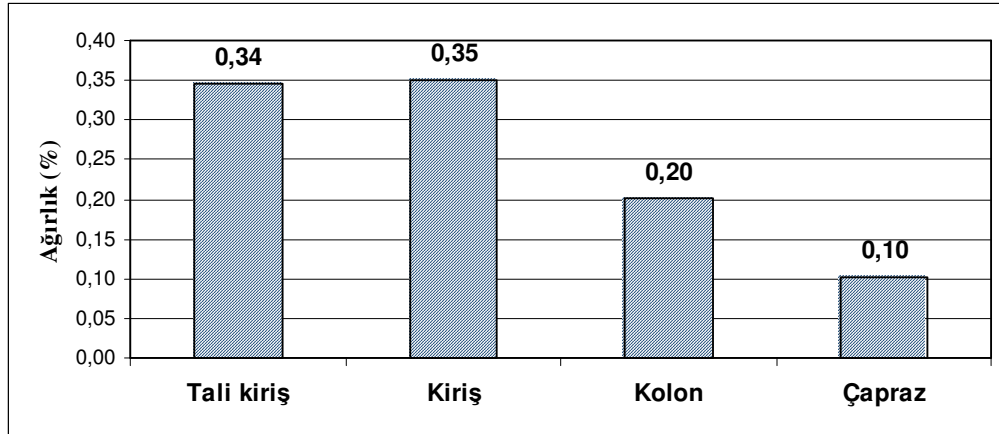
Tablo 4.30: B4 binasındaki toplam çapraz ağırlığı

Kesit No	Katlar	Seçilen Profil	G (kg/m)	Uzunluk (m)	Adet	Ağırlık (kN)
D1, D2, D5, D6	1. ve 2. Katlar	KUTU140x140x10	40,8	5,00	8	16,3
	3. ve 4. Katlar	KUTU 120x120x10	34,5	5,00	8	13,8
	5. ve 6. Katlar	KUTU 120x120x10	34,5	5,00	8	13,8
D7, D8, D9, D10	1. ve 2. Katlar	KUTU 120x120x10	34,5	4,24	8	11,7
	3. ve 4. Katlar	KUTU 120x120x10	34,5	4,24	8	11,7
	5. ve 6. Katlar	KUTU 100x100x10	28,3	4,24	8	9,6
Toplam çapraz ağırlığı =						77,0

Yapıdaki toplam çelik ağırlığı : 751.7 kN

m²'deki çelik ağırlığı : 0.653 kN/m²

Buna göre, süneklik düzeyi yüksek merkezi çelik çaprazlı olarak dizayn edilen B4 binasının taşıyıcı sistem elemanlarının toplam çelik ağırlığına göre dağılımı aşağıda verilmiştir.

**Şekil 4.7:** B4 binası için toplam çelik ağırlığının dağılımı

B4 binası ile B1 binası karşılaştırılacak olursa, taşıyıcı sisteme merkezi çelik çapraz perdeler eklenmesi durumunda toplam çelik ağırlığının %13 azaldığı dikkati çeker. Eleman bazında incelenecek olursa, toplam çelik ağırlığının yüzdesi olarak kiriş ağırlığı %3 azalsa da, toplam kiriş ağırlığı %20 azalmıştır. Aynı şekilde, toplam çelik ağırlığının yüzdesi olarak düşey taşıyıcı elemanların ağırlığı %2 azalmakta, ancak, toplam düşey taşıyıcı eleman ağırlığı %17 azalmaktadır.

4.4.5 B5 Binasının Metraji

B5 binası süneklik düzeyi yüksek, ters V dışmerkez çelik çapraz perdeli sistem olarak boyutlandırılmıştır. Çapraz düzenleri Şekil 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.31: B5 binasındaki toplam kiriş ağırlığı

Kesit No	Katlar	Seçilen Profil	G (kg/m)	Uzunluk (m)	Adet	Ağırlık (kN)
B1, B2, B5, B6	1. ve 2. Katlar	IPE 360	57,1	8,00	8	36,5
	3. ve 4. Katlar	IPE 360	57,1	8,00	8	36,5
	5. ve 6. Katlar	IPE 330	49,1	8,00	8	31,4
B3, B4	1. ve 2. Katlar	IPE 400	66,3	8,00	4	21,2
	3. ve 4. Katlar	IPE 400	66,3	8,00	4	21,2
	5. ve 6. Katlar	IPE 400	66,3	8,00	4	21,2
B7, B8, B11, B12	1., 2. ve 3. Katlar	IPE 360	57,1	6,00	12	41,1
	4., 5. ve 6. Katlar	IPE 330	49,1	6,00	12	35,4
B9, B10	1. ve 2. Katlar	IPE 330	49,1	6,00	4	11,8
	3. ve 4. Katlar	IPE 330	49,1	6,00	4	11,8
	5. ve 6. Katlar	IPE 330	49,1	6,00	4	11,8
Toplam kiriş ağırlığı =						280,0

Tablo 4.32: B5 binasındaki toplam kolon ağırlığı

Kesit No	Katlar	Seçilen Profil	G (kg/m)	Uzunluk (m)	Adet	Ağırlık (kN)
C1, C3, C7, C9	1. ve 2. Katlar	HD 320x97.6	97,6	3,00	8	23,4
	3. ve 4. Katlar	HD 260x68.2	68,2	3,00	8	16,4
	5. ve 6. Katlar	HD 260x68.2	68,2	3,00	8	16,4
C2, C8	1. ve 2. Katlar	HD 360x147	147,0	3,00	4	17,6
	3. ve 4. Katlar	HD 320x127	127,0	3,00	4	15,2
	5. ve 6. Katlar	HD 260x93.0	93,0	3,00	4	11,2
C4, C6	1. ve 2. Katlar	HD 360x147	147,0	3,00	4	17,6
	3. ve 4. Katlar	HD 320x127	127,0	3,00	4	15,2
	5. ve 6. Katlar	HD 260x93.0	93,0	3,00	4	11,2
C5	1. ve 2. Katlar	HD 360x147	147,0	3,00	2	8,8
	3. ve 4. Katlar	HD 320x97.6	97,6	3,00	2	5,9
	5. ve 6. Katlar	HD 260x68.2	68,2	3,00	2	4,1
Toplam kolon ağırlığı =						163,0

Tablo 4.33: B5 binasındaki toplam çapraz ağırlığı

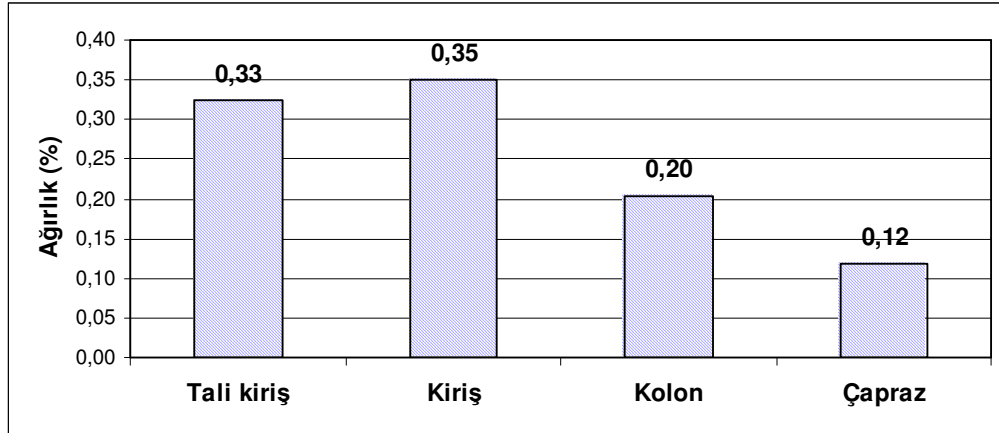
Kesit No	Katlar	Seçilen Profil	G (kg/m)	Uzunluk (m)	Adet	Ağırlık (kN)
D11, D12, D13, D14	1. ve 2. Katlar	KUTU 160x160x10	47,1	4,53	8	17,1
	3. ve 4. Katlar	KUTU 160x160x10	47,1	4,53	8	17,1
	5. ve 6. Katlar	KUTU 160x160x10	47,1	4,53	8	17,1
D15, D16, D17, D18	1. ve 2. Katlar	KUTU 160x160x10	47,1	3,84	8	14,5
	3. ve 4. Katlar	KUTU 160x160x10	47,1	3,84	8	14,5
	5. ve 6. Katlar	KUTU 160x160x10	47,1	3,84	8	14,5
Toplam çapraz ağırlığı =						94,6

Tali kiriş kesitleri ve toplam tali kiriş ağırlığı B1 binası ile aynıdır (Tablo 4.23).

Yapıdaki toplam çelik ağırlığı : 796.8 kN

m²'deki çelik ağırlığı : 0.692 kN/m²

Buna göre, süneklik düzeyi yüksek dışmerkez çelik çaprazlı olarak dizayn edilen B5 binasının taşıyıcı sistem elemanlarının toplam çelik ağırlığına göre dağılımı aşağıda verilmiştir.

**Şekil 4.8: B5 binası için toplam çelik ağırlığının dağılımı**

Tablolardan da görüldüğü üzere, B5 binasının toplam çelik ağırlığı B4 binasına göre %6 daha fazladır. Bu artışın birinci sebebi, kolon ve çapraz elemanların, bağ kirişinin plastikleşmesine neden olan yüklemenin sırasıyla 1.1D_a ve 1.25D_a katından oluşan iç kuvvetlere göre boyutlandırılmasıdır. Kolonların boyutlandırılmasında arttırılmış deprem etkileri de gözönüne alınmıştır. Artışın ikinci sebebi ise bağ kirişi dönme açısının sınırlandırılması için kiriş kesitlerinin büyütülmesidir.

4.4.6 B6 Binasının Metraji

Tablo 4.34: B6 binasındaki toplam kiriş ağırlığı

Kesit No	Katlar	Seçilen Profil	G (kg/m)	Uzunluk (m)	Adet	Ağırlık (kN)
B1, B2, B5, B6	1. ve 2. Katlar	IPE 330	49,1	8,00	8	31,4
	3. ve 4. Katlar	IPE 330	49,1	8,00	8	31,4
	5. ve 6. Katlar	IPE 330	49,1	8,00	8	31,4
B3, B4	1. ve 2. Katlar	IPE 400	66,3	8,00	4	21,2
	3. ve 4. Katlar	IPE 400	66,3	8,00	4	21,2
	5. ve 6. Katlar	IPE 400	66,3	8,00	4	21,2
B7, B8, B11, B12	1. ve 2. Katlar	IPE 330	49,1	6,00	8	23,6
	3. ve 4. Katlar	IPE 330	49,1	6,00	8	23,6
	5. ve 6. Katlar	IPE 330	49,1	6,00	8	23,6
B9, B10	1. ve 2. Katlar	IPE 330	49,1	6,00	4	11,8
	3. ve 4. Katlar	IPE 330	49,1	6,00	4	11,8
	5. ve 6. Katlar	IPE 330	49,1	6,00	4	11,8
Toplam kiriş ağırlığı =						264,0

Tablo 4.35: B6 binasındaki toplam kolon ağırlığı

Kesit No	Katlar	Seçilen Profil	G (kg/m)	Uzunluk (m)	Adet	Ağırlık (kN)
C1, C3, C7, C9	1. ve 2. Katlar	HD 260x93.0	93,0	3,00	8	22,3
	3. ve 4. Katlar	HD 260x68.2	68,2	3,00	8	16,4
	5. ve 6. Katlar	HD 260x68.2	68,2	3,00	8	16,4
C2, C8	1. ve 2. Katlar	HD 360x134	134,0	3,00	4	16,1
	3. ve 4. Katlar	HD 320x127	127,0	3,00	4	15,2
	5. ve 6. Katlar	HD 260x93.0	93,0	3,00	4	11,2
C4, C6	1. ve 2. Katlar	HD 360x134	134,0	3,00	4	16,1
	3. ve 4. Katlar	HD 320x127	127,0	3,00	4	15,2
	5. ve 6. Katlar	HD 260x93.0	93,0	3,00	4	11,2
C5	1. ve 2. Katlar	HD 360x134	134,0	3,00	2	8,0
	3. ve 4. Katlar	HD 320x97.6	97,6	3,00	2	5,9
	5. ve 6. Katlar	HD 260x68.2	68,2	3,00	2	4,1
Toplam kolon ağırlığı =						158,0

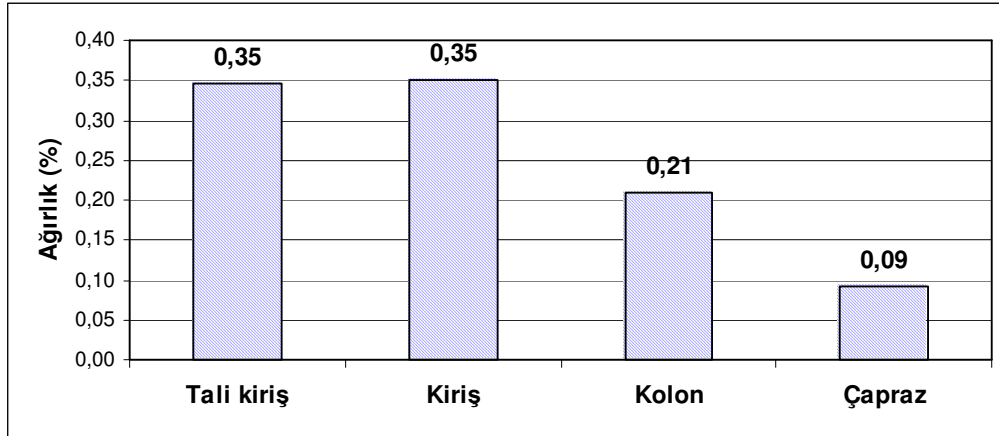
Tablo 4.36: B6 binasındaki toplam çapraz ağırlığı

Kesit No	Katlar	Seçilen Profil	G (kg/m)	Uzunluk (m)	Adet	Ağırlık (kN)
D11, D12, D13, D14	1. ve 2. Katlar	KUTU 120x120x10	34,5	4,53	8	12,5
	3. ve 4. Katlar	KUTU 120x120x10	34,5	4,53	8	12,5
	5. ve 6. Katlar	KUTU 120x120x10	34,5	4,53	8	12,5
D15, D16, D17, D18	1. ve 2. Katlar	KUTU 120x120x10	34,5	3,84	8	10,6
	3. ve 4. Katlar	KUTU 120x120x10	34,5	3,84	8	10,6
	5. ve 6. Katlar	KUTU 120x120x10	34,5	3,84	8	10,6
Toplam çapraz ağırlığı =						69,4

Yapıdaki toplam çelik ağırlığı : 750.6 kN

m²'deki çelik ağırlığı : 0.652 kN/m²

Buna göre, B6 binasının taşıyıcı sistem elemanlarının toplam çelik ağırlığına göre dağılımı aşağıda verilmiştir.

**Şekil 4.9:** B6 binası için toplam çelik ağırlığının dağılımı

1998 ABYYHY'e göre boyutlandırılan B6 binasında, 2006 DBYBHY'e göre boyutlandırılan B5 binasına göre toplam kiriş ağırlığı %6, toplam kolon ağırlığı %3, toplam çapraz eleman ağırlığı %27 azalmıştır. Toplam çelik ağırlığı ise %6 azalmıştır. Bunun sebebi, 1998 ABYYHY'te yapı elemanlarının taşıma gücü kapasitelerinin alt sınırlarıyla ilgili herhangi bir koşul bulunmamasıdır.

5. SONUÇLAR

İki yönetmeliğin karşılaştırmasından elde edilen sonuçlar şu şekilde özetlenebilir:

1998 ABYYHY’te, A4 türü düzensizlik durumu olarak tanımlanan taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının plandaki asal eksenlerinin, gözönüne alınan birbirine dik yatay deprem doğrultularına paralel olmaması durumu, 2006 DBYBHY’te düzensizlik durumu olarak görülmemektedir.

B2 türü düzensizlik durumu 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} , 1998 ABYYHY’te 1.5 ile sınırlandırılırken, 2006 DBYBHY’te bu oran 2.0’a çıkarılmıştır.

1998 ABYYHY’e göre, üst katlardaki perdenin her iki ucundan altta kolonlara oturtulmasına, bu kolonlarda düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm iç kuvvet değerlerinin %50 oranında artırılması koşuluyla izin verilmektedir. Bu duruma 2006 DBYBHY’te izin verilmemektedir.

2006 DBYBHY’teki en önemli değişikliklerden biri çaprazların merkezi olarak düzenlenmesi durumunun yapı sünekliğine etkisinin gözönüne alınarak, yüksek süneklikli merkezi çelik çaprazlı sistemlerin yapımına izin verilmesidir. Aynı zamanda, süneklik düzeyi normal, merkezi çelik çaprazlı sistemlerin 1998 ABYYHY’te öngörülenden daha sünek davrandığı kabul edilerek, yapı davranış katsayıları yaklaşık olarak %20 arttırılmıştır (Tablo 5.1).

Tablo 5.1: Merkezi çaprazlı sistemlerin taşıyıcı sistem davranış katsayıları

Çaprazların merkezi olması durumu	1998 ABYYHY	2006 DBYBHY
Deprem yüklerinin tamamının çaprazlı perdelerle tarafından taşındığı binalar	3	4
Deprem yüklerinin çerçeveler ile birlikte çaprazlı çelik perdeler tarafından taşındığı binalar	4	5

Ayrıca, 2006 DBYBHY’te deprem yüklerinin tamamının, üstteki bağlantıları mafsallı olan kolonlar tarafından taşındığı tek katlı binaların süneklik düzeyi normal olarak tasarımına da izin verilmemiştir. Buna ek olarak, yüksek süneklikte tasarlanması durumunda 1998 ABYYHY’te öngörülenden %33 daha az sünek davrandığı kabul edilmiştir.

1998 ABYYHY’e göre, mod birleştirme yöntemi uygulanırken, etkin kütle oranlarının toplamının 0.90’dan büyük olması koşulunun yanısıra, gözönüne alınan deprem doğrultusunda etkin kütle oranı 0.05’ten büyük olan bütün titreşim modları, hesaba katılacak mod sayısının belirlenmesinde gözönüne alınmaktadır. 2006 DBYBHY’te ise, hesaba katılacak mod sayısı belirlenirken, etkin kütle oranı 0.05’ten büyük olan tüm titreşim modlarının hesaba katılması zorunluluğu yoktur.

Yine mod birleştirme yönteminde, 2006 DBYBHY’te hesaplanan büyüklüklere ilişkin alt sınır değerleri azaltılarak mod birleştirme yöntemine göre bulunan iç kuvvet ve yerdeğiştirme büyüklüklerinin kabul edilebilirliği arttırılmaktadır (Tablo 5.2).

Tablo 5.2: Hesaplanan büyüklüklere ilişkin alt sınır değerleri

Hesaplanan büyüklüklere ait alt sınır değerleri	1998 ABYYHY	2006 DBYBHY
A1, B2 veya B3 türü düzensizliklerden en az birinin binada bulunması durumunda	1.00	0.90
Bu düzensizliklerden hiçbirinin bulunmaması durumunda	0.90	0.80

1998 ABYYHY’te, Emniyet Gerilmeleri Yöntemi’ne göre hesap esaslarının yanısıra, en fazla iki kata kadar olan binalar için Taşıma Gücü Yöntemi’ne de yer verilirken, 2006 DBYBHY’te bu yöntem kapsam dışı bırakılmaktadır.

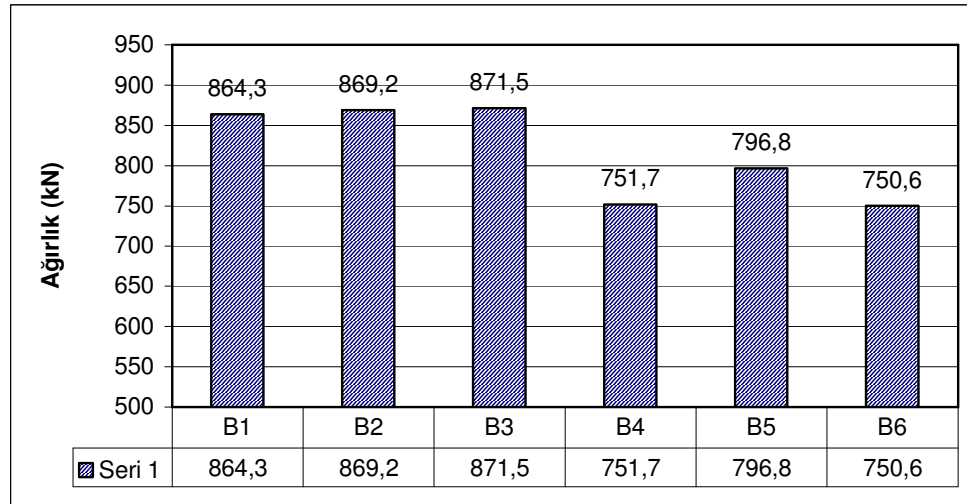
1998 ABYYHY’te yer almayan; kaynak türü, kaynaklama yöntemi, kullanılan elektrodun uygunluğu, birleşim ve eklerde kullanılacak bulonlarla ilgili pek çok tanımlamaya, ilgili standartlara atıflar yapılarak 2006 DBYBHY’te ayrıntılı olarak yer verilmektedir.

2006 DBYBHY’te kesitlerin başlık genişliği/kalınlığı ve gövde derinliği/kalınlığı oranlarına ilişkin koşullar da daha ayrıntılı olarak verilmektedir.

1998 ABYYHY’te, plastik hesap koşullarına ilişkin sınırlı düzeyde bilgi verilmekte, 2006 DBYBHY’te ise, kiriş-kolon birleşim bölgeleri, kolon ve kiriş ekleri, kiriş başlıklarının yanal doğrultuda mesnetlenmesi gibi diğer yönetmelikte yer almayan pek çok konuyla birlikte bağ kirişinin dönme açısı, rijitlik levhalarının ara mesafesi gibi ek konstrüktif kurallara yer verilmektedir.

2006 DBYBHY’te, narinlik sınırı, taşıyıcı sistem türüne ve kullanılan yapı çeliğine bağlı olarak değişmekte ve 1998 ABYYHY’te verilen değerlerden daha büyük değerler almaktadır.

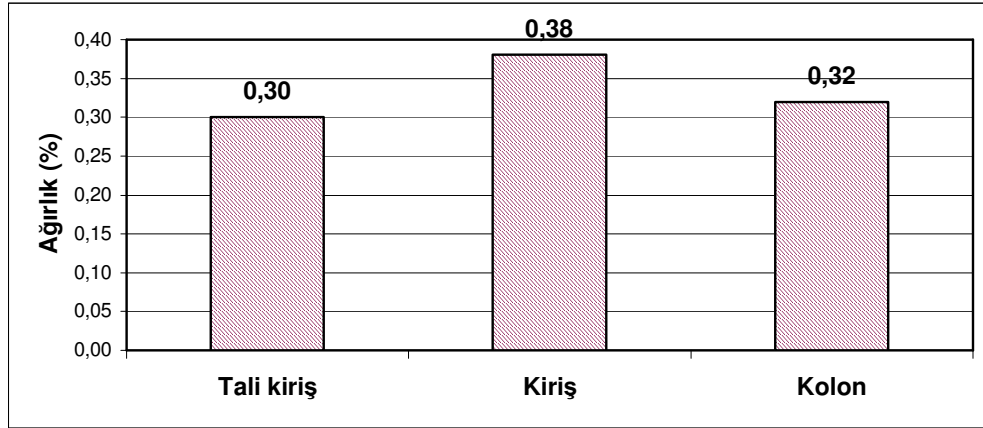
Örnek yapıların 1998 ABYYHY ve 2006 DBYBHY kullanılarak boyutlandırmasından elde edilen sonuçlar aşağıdaki grafik yardımıyla özetlenebilir (Şekil 5.1):



Şekil 5.1: Binalara göre toplam çelik ağırlıkları

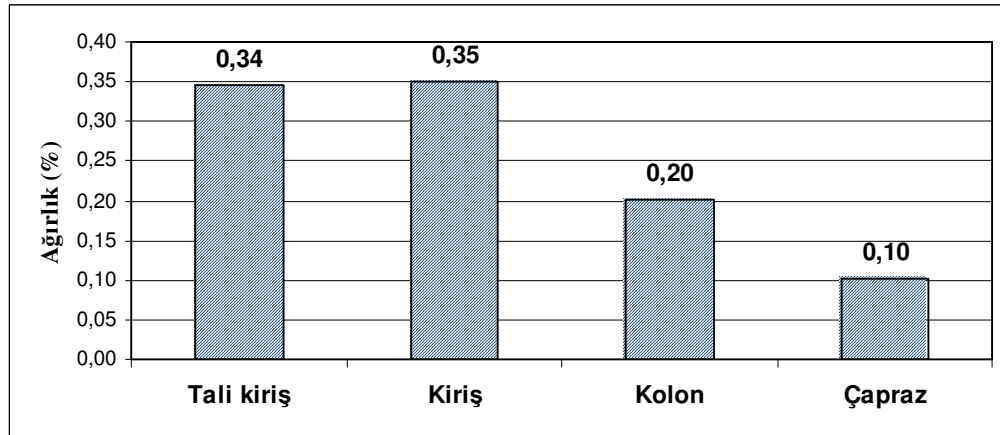
Görüldüğü üzere, moment aktaran çerçeve sistemler (B1, B2 ve B3) için, 1998 ABYYHY veya 2006 DBYBHY’in kullanılması durumlarında toplam çelik ağırlığında kayda değer bir değişiklik olmamıştır. 2006 DBYBHY’e göre boyutlandırılan, süneklik düzeyi yüksek, merkezi çelik çapraz perdeli B4 binası için 1998 ABYYHY’te eşdeğeri bir durum bulunmadığından karşılaştırma yapılmamıştır. Dışmerkez çelik çaprazlı B5 ve B6 binaları incelendiğinde, 2006 DBYBHY’e göre boyutlandırılan binada, 1998 ABYYHY’e göre boyutlandırılan binaya oranla toplam çelik ağırlığının %6 arttığı görülmüştür.

Örnek binalar ayrı ayrı ele alınırsa şu sonuçlara ulaşılır:



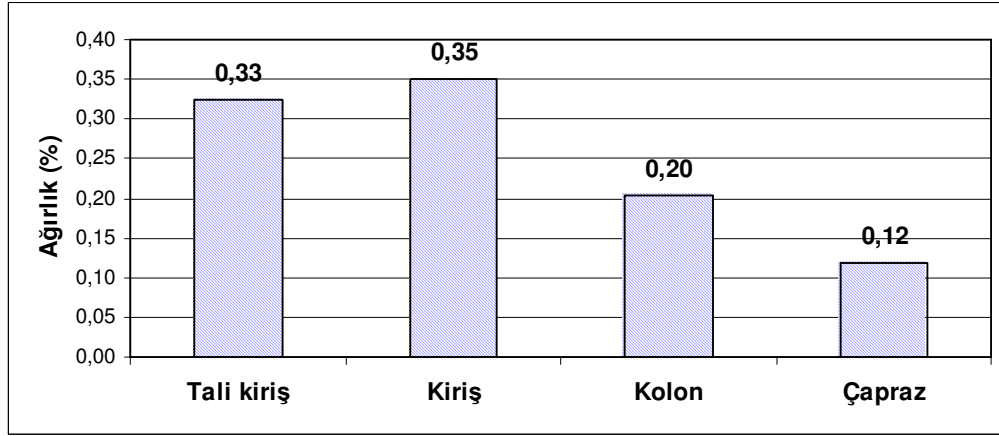
Şekil 5.2: B1, B2 ve B3 binaları için toplam çelik ağırlığının dağılımı

B1, B2 ve B3 binaları için eleman tipine göre toplam çelik ağırlığının yüzde olarak dağılımı farklılık göstermemektedir. Bunun temel sebebi boyutlandırmada yerdeğiştirmelerin sınırlandırılmasıdır. Başka bir deyişle, boyutlandırma yapılırken, kesitler, taşıma kapasitelerinin aşılması nedeniyle değil, yerdeğiştirme sınır değerlerinin aşılması nedeniyle büyütülmüştür.



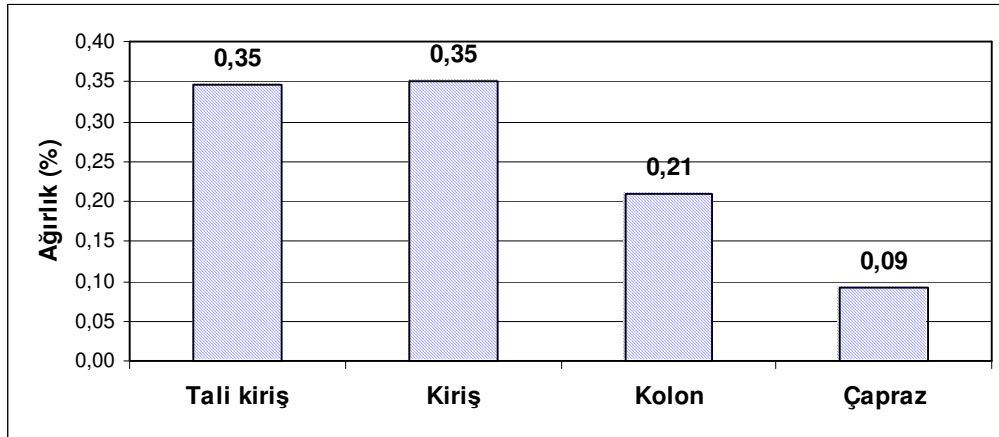
Şekil 5.3: B4 binası için toplam çelik ağırlığının dağılımı

B4 binası ile B1 binası karşılaştırılacak olursa, taşıyıcı sisteme merkezi çelik çapraz perdeler eklenmesi durumunda toplam çelik ağırlığının %13 azaldığı dikkati çeker. Eleman bazında incelenecek olursa, toplam çelik ağırlığının yüzdesi olarak kiriş ağırlığı %3 azalsa da, toplam kiriş ağırlığı %20 azalmıştır. Aynı şekilde, toplam çelik ağırlığının yüzdesi olarak düşey taşıyıcı elemanların ağırlığı %2 azalmakta, ancak, toplam düşey taşıyıcı eleman ağırlığı %17 azalmaktadır.



Şekil 5.4: B5 binası için toplam çelik ağırlığının dağılımı

B5 binasının toplam çelik ağırlığı B4 binasına göre %6 daha fazladır. Bu artışın birinci sebebi, kolon ve çapraz elemanların, bağ kirişinin plastikleşmesine neden olan yüklemenin sırasıyla 1.1D_a ve 1.25D_a katından oluşan iç kuvvetlere göre boyutlandırılmasıdır. Kolonların boyutlandırılmasında arttırılmış deprem etkileri de gözönüne alınmıştır. Artışın ikinci sebebi ise bağ kirişi dönme açısının sınırlandırılması için kiriş kesitlerinin büyütülmesidir.



Şekil 5.5: B6 binası için toplam çelik ağırlığının dağılımı

1998 ABYYHY'e göre boyutlandırılan B6 binasında, 2006 DBYBHY'e göre boyutlandırılan B5 binasına göre toplam kiriş ağırlığı %6, toplam kolon ağırlığı %3, toplam çapraz eleman ağırlığı %27 azalmıştır. Toplam çelik ağırlığı ise %6 azalmıştır. Bunun sebebi, 1998 ABYYHY'te yapı elemanlarının taşıma gücü kapasitelerinin alt sınırlarıyla ilgili herhangi bir koşul bulunmamasıdır.

KAYNAKLAR

- [1] **Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik**, 2006.
- [2] **Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik**, 1998.
- [3] **TS-498**, 1997. Yapı elemanlarının boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerleri, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- [4] **TS-648**, 1980. Çelik yapıların hesap ve yapım kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- [5] **TS-4561**, 1985. Çelik yapıların plastik teoriye göre hesap kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- [6] **Arıoğlu, E., Arıoğlu, N., Yılmaz, A.O., Girgin, C.**, 2000. Deprem ve kurtarma ilkeleri, Evrim Yayınevi, İstanbul.
- [7] **Celep, Z. ve Kumbasar, N.**, 2000. Deprem mühendisliğine giriş ve depreme dayanıklı yapı tasarımı, Beta Dağıtım, İstanbul.
- [8] **Özmen, G.**, 1999. 1997 Deprem Yönetmeliğine göre tasarım uygulamaları, TDV Teknik Raporu, İstanbul, Türkiye.

EKLER

EK A : B1 binası için kolonların kirişlerden daha güçlü olması koşulunun kontrolü

EK A

CERC_YENI52_YD-28.03 MODELİ İÇİN
X-X DOĞRULTUSUNDA

Tablo A.1: B1 binasında x-x doğrultusu boyunca moment aktaran birleşim noktalarında kolon ve kirişlerin plastikleşme momentleri toplamalarının karşılaştırılması

Kolon	Kesit	Kat	N _(G+Q) (kN)	N _(+E) (kN)	d (m)	d _w (m)	t _{Qw} (m)	t _w (m)	t _r (m)	b (m)	A (m ²)	W _{px} (m ³)	χ _x	Q _{py} (kN)	M _{px} (kNm)	N _p (kN)	M _{ux} (kNm)	ΣM _{p(a+ü)}	1.1xD _{ax} ΣM _{p(i+j)}
C-1	HD 400 x 187	1	736,36	52,32	0,368	0,320	0,015	0,015	0,024	0,391	0,024	0,004	0,102	1.036,80	1.300,10	8.481,35	1.300,10	2.600,22	423,33
	HD 400 x 187	2	604,57	43,55	0,368	0,320	0,015	0,015	0,024	0,391	0,024	0,004	0,102	1.036,80	1.300,11	8.481,45	1.300,11	2.419,10	423,28
	HD 360 x 162	3	471,80	32,57	0,364	0,320	0,013	0,013	0,022	0,371	0,020	0,003	0,104	920,45	1.118,98	7.354,21	1.118,98	2.237,99	423,27
	HD 360 x 162	4	339,41	21,23	0,364	0,320	0,013	0,013	0,022	0,371	0,020	0,003	0,104	920,45	1.119,01	7.354,50	1.119,01	1.862,45	423,30
	HD 320 x 127	5	207,60	10,88	0,320	0,279	0,011	0,012	0,021	0,300	0,016	0,002	0,103	693,04	743,45	5.580,02	743,45	1.486,93	331,47
	HD 320 x 127	6	78,01	4,17	0,320	0,279	0,011	0,012	0,021	0,300	0,016	0,002	0,103	693,04	743,48	5.580,50	743,48	1.486,96	331,98

Kolon	Kesit	Kat	N _(G+Q) (kN)	N _(+E) (kN)	d (m)	d _w (m)	t _{Qr} (m)	t _w (m)	t _r (m)	b (m)	A (m ²)	W _{py} (m ³)	χ _x	Q _{px} (kN)	M _{py} (kNm)	N _p (kN)	M _{ux} (kNm)	ΣM _{p(a+ü)}	1.1xD _{ax} ΣM _{p(i+j)}
C-2	HD 400 x 237	1	1337,81	143,05	0,380	0,320	0,030	0,019	0,030	0,395	0,030	0,002	0,200	5.153,33	858,34	10.762,53	858,34	1.716,56	1.157,73
	HD 400 x 237	2	1098,85	112,68	0,380	0,320	0,030	0,019	0,030	0,395	0,030	0,002	0,200	5.153,33	858,22	10.761,36	858,22	1.524,97	1.157,52
	HD 400 x 187	3	859,86	77,22	0,368	0,320	0,024	0,015	0,024	0,391	0,024	0,002	0,200	4.053,89	666,75	8.482,67	666,75	1.333,46	915,86
	HD 400 x 187	4	622,67	48,81	0,368	0,320	0,024	0,015	0,024	0,391	0,024	0,002	0,200	4.053,89	666,71	8.482,28	666,71	1.002,05	916,06
	HD 320 x 127	5	386,35	24,19	0,320	0,279	0,020	0,012	0,021	0,300	0,016	0,001	0,200	2.656,80	335,34	5.581,92	335,34	670,65	705,77
	HD 320 x 127	6	153,94	8,62	0,320	0,279	0,020	0,012	0,021	0,300	0,016	0,001	0,200	2.656,80	335,31	5.581,63	335,31	670,63	706,67

Kolon	Kesit	Kat	N _(G+Q) (kN)	N _(+E) (kN)	d (m)	d _w (m)	t _{Qr} (m)	t _w (m)	t _r (m)	b (m)	A (m ²)	W _{py} (m ³)	χ _x	Q _{px} (kN)	M _{py} (kNm)	N _p (kN)	M _{ux} (kNm)	ΣM _{p(a+ü)}	1.1xD _{ax} ΣM _{p(i+j)}
C-4	HD 400 x 187	1	1368,26	8,27E-04	0,368	0,320	0,024	0,015	0,024	0,391	0,024	0,002	0,200	4.053,89	666,91	8.484,29	666,91	1.333,81	846,61
	HD 400 x 187	2	1125,98	7,53E-04	0,368	0,320	0,024	0,015	0,024	0,391	0,024	0,002	0,200	4.053,89	666,90	8.484,26	666,90	1.212,09	846,52
	HD 360 x 162	3	883,53	6,55E-04	0,364	0,320	0,022	0,013	0,022	0,371	0,020	0,002	0,200	3.493,93	545,18	7.357,04	545,18	1.090,36	846,52
	HD 360 x 162	4	640,58	5,99E-04	0,364	0,320	0,022	0,013	0,022	0,371	0,020	0,002	0,200	3.493,93	545,18	7.357,04	545,18	880,59	846,57
	HD 320 x 127	5	397,36	4,34E-04	0,320	0,279	0,020	0,012	0,021	0,300	0,016	0,001	0,200	2.656,80	335,41	5.582,93	335,41	670,83	662,89
	HD 320 x 127	6	156,05	2,35E-04	0,320	0,279	0,020	0,012	0,021	0,300	0,016	0,001	0,200	2.656,80	335,41	5.582,98	335,41	670,83	663,92

Kolon	Kesit	Kat	N _(G+Q) (kN)	N _(+E) (kN)	d (m)	d _w (m)	t _{Qw} (m)	t _w (m)	t _r (m)	b (m)	A (m ²)	W _{px} (m ³)	χ _x	Q _{py} (kN)	M _{px} (kNm)	N _p (kN)	M _{ux} (kNm)	ΣM _{p(a+ü)}	1.1xD _{ax} ΣM _{p(i+j)}
C-5	HD 400 x 314	1	2611,74	1,62E-03	0,399	0,320	0,025	0,025	0,040	0,401	0,040	0,006	0,100	1.720,01	2.283,28	14.294,07	2.073,59	4.229,02	2.314,54
	HD 400 x 314	2	2148,47	1,47E-03	0,399	0,320	0,025	0,025	0,040	0,401	0,040	0,006	0,100	1.720,01	2.283,10	14.291,72	2.155,43	3.313,83	2.314,25
	HD 400 x 187	3	1689,50	1,30E-03	0,368	0,320	0,015	0,015	0,024	0,391	0,024	0,004	0,102	1.036,80	1.299,83	8.477,94	1.158,41	2.393,47	1.831,11
	HD 400 x 187	4	1241,78	1,18E-03	0,368	0,320	0,015	0,015	0,024	0,391	0,024	0,004	0,102	1.036,80	1.299,96	8.479,51	1.235,07	2.231,56	1.831,30
	HD 360 x 147	5	790,52	8,58E-04	0,360	0,320	0,012	0,012	0,020	0,370	0,019	0,003	0,106	851,24	1.010,54	6.689,37	996,49	2.007,24	1.410,49
	HD 360 x 147	6	338,14	4,72E-04	0,360	0,320	0,012	0,012	0,020	0,370	0,019	0,003	0,106	851,24	1.010,75	6.691,92	1.010,75	2.021,50	1.412,52

Y-Y DOGRULTUSUNDA

Tablo A.2: B1 binasında y-y doğrultusu boyunca moment aktaran birleşim noktalarında kolon ve kirişlerin plastikleşme momentleri toplamlarının karşılaştırılması

Kolon	Kesit	Kat	N _(G+Q) (kN)	N _(+E) (kN)	d (m)	d _w (m)	t _{qr} (m)	t _w (m)	t _r (m)	b (m)	A (m ²)	W _{py} (m ³)	χ _s	Q _{px} (kN)	M _{py} (kNm)	N _p (kN)	M _{uy} (kNm)	ΣM _{p(a+ü)}	1.1xD _{ax} ΣM _{p(i+j)}
C-1	HD 400 x 187	1	736,36	96,38	0,368	0,320	0,024	0,015	0,024	0,391	0,024	0,002	0,200	4053,89	666,89	8484,10	666,89	1333,76	574,06
	HD 400 x 187	2	604,57	76,66	0,368	0,320	0,024	0,015	0,024	0,391	0,024	0,002	0,200	4053,89	666,87	8483,91	666,87	1212,03	573,96
	HD 360 x 162	3	471,80	53,30	0,364	0,320	0,022	0,013	0,022	0,371	0,020	0,002	0,200	3493,93	545,16	7356,80	545,16	1090,31	423,21
	HD 360 x 162	4	339,41	34,39	0,364	0,320	0,022	0,013	0,022	0,371	0,020	0,002	0,200	3493,93	545,16	7356,77	545,16	880,55	423,27
	HD 320 x 127	5	207,60	17,24	0,320	0,279	0,020	0,012	0,021	0,300	0,016	0,001	0,200	2656,80	335,39	5582,70	335,39	670,79	331,46
	HD 320 x 127	6	78,01	6,31	0,320	0,279	0,020	0,012	0,021	0,300	0,016	0,001	0,200	2656,80	335,39	5582,70	335,39	670,79	331,97

Kolon	Kesit	Kat	N _(G+Q) (kN)	N _(+E) (kN)	d (m)	d _w (m)	t _{qw} (m)	t _w (m)	t _r (m)	b (m)	A (m ²)	W _{px} (m ³)	χ _s	Q _{py} (kN)	M _{px} (kNm)	N _p (kN)	M _{ux} (kNm)	ΣM _{p(a+ü)}	1.1xD _{ax} ΣM _{p(i+j)}
C-2	HD 400 x 237	1	1337,81	2,49E-04	0,380	0,320	0,019	0,019	0,030	0,395	0,030	0,005	0,101	1304,74	1675,68	10760,13	1632,00	3305,56	1147,91
	HD 400 x 237	2	1098,85	2,28E-04	0,380	0,320	0,019	0,019	0,030	0,395	0,030	0,005	0,101	1304,74	1675,76	10761,19	1673,56	2973,74	1147,76
	HD 400 x 187	3	859,86	1,86E-04	0,368	0,320	0,015	0,015	0,024	0,391	0,024	0,004	0,102	1036,80	1300,18	8482,27	1300,18	2600,42	846,30
	HD 400 x 187	4	622,67	1,36E-04	0,368	0,320	0,015	0,015	0,024	0,391	0,024	0,004	0,102	1036,80	1300,24	8483,09	1300,24	2043,81	846,38
	HD 320 x 127	5	386,35	8,06E-05	0,320	0,279	0,011	0,012	0,021	0,300	0,016	0,002	0,103	693,04	743,56	5581,70	743,56	1487,19	662,71
	HD 320 x 127	6	153,94	4,29E-05	0,320	0,279	0,011	0,012	0,021	0,300	0,016	0,002	0,103	693,04	743,63	5582,65	743,63	1487,26	663,80

Kolon	Kesit	Kat	N _(G+Q) (kN)	N _(+E) (kN)	d (m)	d _w (m)	t _{qw} (m)	t _w (m)	t _r (m)	b (m)	A (m ²)	W _{px} (m ³)	χ _s	Q _{py} (kN)	M _{px} (kNm)	N _p (kN)	M _{ux} (kNm)	ΣM _{p(a+ü)}	1.1xD _{ax} ΣM _{p(i+j)}
C-4	HD 400 x 187	1	1368,26	157,09	0,368	0,320	0,015	0,015	0,024	0,391	0,024	0,004	0,102	1036,80	1299,95	8479,41	1186,66	2419,85	807,27
	HD 400 x 187	2	1125,98	125,28	0,368	0,320	0,015	0,015	0,024	0,391	0,024	0,004	0,102	1036,80	1299,83	8477,92	1233,19	2316,54	807,03
	HD 360 x 162	3	883,53	88,57	0,364	0,320	0,013	0,013	0,022	0,371	0,020	0,003	0,104	920,45	1118,72	7350,93	1083,36	2202,10	705,01
	HD 360 x 162	4	640,58	57,10	0,364	0,320	0,013	0,013	0,022	0,371	0,020	0,003	0,104	920,45	1118,74	7351,20	1118,74	1862,01	705,13
	HD 320 x 127	5	397,36	28,46	0,320	0,279	0,011	0,012	0,021	0,300	0,015	0,002	0,103	693,04	743,27	5577,48	743,27	1486,57	572,82
	HD 320 x 127	6	156,05	9,98	0,320	0,279	0,011	0,012	0,021	0,300	0,015	0,002	0,103	693,04	743,30	5577,94	743,30	1486,60	573,99

Kolon	Kesit	Kat	N _(G+Q) (kN)	N _(+E) (kN)	d (m)	d _w (m)	t _{qr} (m)	t _w (m)	t _r (m)	b (m)	A (m ²)	W _{py} (m ³)	χ _s	Q _{px} (kN)	M _{py} (kNm)	N _p (kN)	M _{uy} (kNm)	ΣM _{p(a+ü)}	1.1xD _{ax} ΣM _{p(i+j)}
C-5	HD 400 x 314	1	2611,74	4,82E-04	0,399	0,320	0,040	0,025	0,040	0,401	0,040	0,003	0,200	6859,99	1163,98	14299,43	1163,98	2327,92	1613,95
	HD 400 x 314	2	2148,47	4,42E-04	0,399	0,320	0,040	0,025	0,040	0,401	0,040	0,003	0,200	6859,99	1163,94	14299,06	1163,94	1830,78	1613,58
	HD 400 x 187	3	1689,50	3,59E-04	0,368	0,320	0,024	0,015	0,024	0,391	0,024	0,002	0,200	4053,89	666,84	8483,62	666,84	1333,69	1409,81
	HD 400 x 187	4	1241,78	2,61E-04	0,368	0,320	0,024	0,015	0,024	0,391	0,024	0,002	0,200	4053,89	666,85	8483,65	666,85	1159,07	1410,06
	HD 360 x 147	5	790,52	1,55E-04	0,360	0,320	0,020	0,012	0,020	0,370	0,019	0,001	0,200	3164,83	492,22	6692,89	492,22	984,47	1145,45
	HD 360 x 147	6	338,14	8,23E-05	0,360	0,320	0,020	0,012	0,020	0,370	0,019	0,001	0,200	3164,83	492,25	6693,20	492,25	984,50	1147,66

X-X DOGRULTUSUNDA

Tablo A.3: B1 binasında x-x doğrultusundaki kirişlerin plastikleşme momentleri

Kolon	Kiris	Kat	Kesit	$Q_{(G+Q)}$ (kN)	$Q_{(L+E)}$ (kN)	d (m)	d_w (m)	t_q (m)	t_w (m)	t_r (m)	b (m)	A (m ²)	W_{px} (m ³)	χ_s	Q_{py} (kN)	M_{px} (kNm)	M_{Qx} (kNm)	N_p (kN)	M_{ux} (kNm)
C-1	B-1	1	IPE 360	65,38	9,62	0,360	0,335	0,00793	0,0080	0,0127	0,170	0,00697	0,000972	0,1500	578,189	533,520	349,864	2509,99	349,864
		2	IPE 360	65,72	11,86	0,360	0,335	0,00793	0,0080	0,0127	0,170	0,00697	0,000972	0,1500	578,189	533,520	349,816	2509,41	349,816
		3	IPE 360	65,84	12	0,360	0,335	0,00793	0,0080	0,0127	0,170	0,00697	0,000972	0,1500	578,189	533,520	349,811	2509,36	349,811
		4	IPE 360	65,69	10,76	0,360	0,335	0,00793	0,0080	0,0127	0,170	0,00697	0,000972	0,1500	578,189	533,520	349,837	2509,67	349,837
		5	IPE 330	64,41	6,73	0,330	0,307	0,00742	0,0075	0,0115	0,160	0,00596	0,000761	0,1500	497,340	533,520	273,938	2145,18	273,938
		6	IPE 330	37,95	4,22	0,330	0,307	0,00747	0,0075	0,0115	0,160	0,00597	0,000762	0,1500	497,340	533,520	274,363	2150,71	274,363
C-2	B-3	1	IPE 550	102,2	32,86	0,550	0,516	0,01103	0,0111	0,0172	0,210	0,01291	0,002658	0,1500	1236,203	533,520	956,798	4648,64	956,798
		2	IPE 550	103,54	38,54	0,550	0,516	0,01103	0,0111	0,0172	0,210	0,01291	0,002657	0,1500	1236,203	533,520	956,628	4647,32	956,628
		3	IPE 500	104,29	30,49	0,500	0,468	0,01011	0,0102	0,0160	0,200	0,01113	0,002103	0,1500	1031,098	533,520	756,907	4007,75	756,907
		4	IPE 500	102,29	25,97	0,500	0,468	0,01012	0,0102	0,0160	0,200	0,01114	0,002103	0,1500	1031,098	533,520	757,070	4009,15	757,070
		5	IPE 450	97,8	15,89	0,450	0,421	0,00932	0,0094	0,0146	0,190	0,00947	0,001620	0,1500	854,392	533,520	583,279	3408,60	583,279
		6	IPE 450	66,8	8,85	0,450	0,421	0,00936	0,0094	0,0146	0,190	0,00949	0,001622	0,1500	854,392	533,520	584,023	3415,67	584,023
C-4	B-1	1	IPE 360	66,76	9,62	0,360	0,335	0,00793	0,0080	0,0127	0,170	0,00697	0,000972	0,1500	578,189	533,520	349,838	2509,68	349,838
		2	IPE 360	66,43	11,86	0,360	0,335	0,00793	0,0080	0,0127	0,170	0,00697	0,000972	0,1500	578,189	533,520	349,802	2509,25	349,802
		3	IPE 360	66,33	12	0,360	0,335	0,00793	0,0080	0,0127	0,170	0,00697	0,000972	0,1500	578,189	533,520	349,801	2509,24	349,801
		4	IPE 360	66,38	10,76	0,360	0,335	0,00793	0,0080	0,0127	0,170	0,00697	0,000972	0,1500	578,189	533,520	349,824	2509,51	349,824
		5	IPE 330	65,24	6,73	0,330	0,307	0,00742	0,0075	0,0115	0,160	0,00596	0,000761	0,1500	497,340	533,520	273,923	2144,98	273,923
		6	IPE 330	39,27	4,22	0,330	0,307	0,00747	0,0075	0,0115	0,160	0,00597	0,000762	0,1500	497,340	533,520	274,349	2150,52	274,349
	B-2	1	IPE 360	66,76	9,62	0,360	0,335	0,00793	0,0080	0,0127	0,170	0,00697	0,000972	0,1500	578,189	533,520	349,838	2509,68	349,838
		2	IPE 360	66,43	11,86	0,360	0,335	0,00793	0,0080	0,0127	0,170	0,00697	0,000972	0,1500	578,189	533,520	349,802	2509,25	349,802
		3	IPE 360	66,33	12	0,360	0,335	0,00793	0,0080	0,0127	0,170	0,00697	0,000972	0,1500	578,189	533,520	349,801	2509,24	349,801
		4	IPE 360	66,38	10,76	0,360	0,335	0,00793	0,0080	0,0127	0,170	0,00697	0,000972	0,1500	578,189	533,520	349,824	2509,51	349,824
		5	IPE 330	65,24	6,73	0,330	0,307	0,00742	0,0075	0,0115	0,160	0,00596	0,000761	0,1500	497,340	533,520	273,923	2144,98	273,923
		6	IPE 330	39,27	4,22	0,330	0,307	0,00747	0,0075	0,0115	0,160	0,00597	0,000762	0,1500	497,340	533,520	274,349	2150,52	274,349
C-5	B-3	1	IPE 550	117,37	32,86	0,550	0,516	0,01102	0,0111	0,0172	0,210	0,01290	0,002657	0,1500	1236,203	533,520	956,420	4645,71	956,420
		2	IPE 550	116,10	38,54	0,550	0,516	0,01101	0,0111	0,0172	0,210	0,01290	0,002656	0,1500	1236,203	533,520	956,302	4644,79	956,302
		3	IPE 500	113,66	30,49	0,500	0,468	0,01010	0,0102	0,0160	0,200	0,01113	0,002102	0,1500	1031,098	533,520	756,657	4005,62	756,657
		4	IPE 500	115,33	25,97	0,500	0,468	0,01010	0,0102	0,0160	0,200	0,01113	0,002102	0,1500	1031,098	533,520	756,735	4006,28	756,735
		5	IPE 450	114,85	15,89	0,450	0,421	0,00929	0,0094	0,0146	0,190	0,00946	0,001619	0,1500	854,392	533,520	582,847	3404,50	582,847
		6	IPE 450	86,06	8,85	0,450	0,421	0,00934	0,0094	0,0146	0,190	0,00948	0,001621	0,1500	854,392	533,520	583,684	3412,45	583,684
	B-4	1	IPE 550	117,37	32,86	0,550	0,516	0,01102	0,0111	0,0172	0,210	0,01290	0,002657	0,1500	1236,203	533,520	956,420	4645,71	956,420
		2	IPE 550	116,10	38,54	0,550	0,516	0,01101	0,0111	0,0172	0,210	0,01290	0,002656	0,1500	1236,203	533,520	956,302	4644,79	956,302
		3	IPE 500	113,66	30,49	0,500	0,468	0,01010	0,0102	0,0160	0,200	0,01113	0,002102	0,1500	1031,098	533,520	756,657	4005,62	756,657
		4	IPE 500	115,33	25,97	0,500	0,468	0,01010	0,0102	0,0160	0,200	0,01113	0,002102	0,1500	1031,098	533,520	756,735	4006,28	756,735
		5	IPE 450	114,85	15,89	0,450	0,421	0,00929	0,0094	0,0146	0,190	0,00946	0,001619	0,1500	854,392	533,520	582,847	3404,50	582,847
		6	IPE 450	86,06	8,85	0,450	0,421	0,00934	0,0094	0,0146	0,190	0,00948	0,001621	0,1500	854,392	533,520	583,684	3412,45	583,684

Y-Y DOGRULTUSUNDA

Tablo A.4: B1 binasında y-y doğrultusundaki kirişlerin plastikleşme momentleri

Kolon	Kiris	Kat	Kesit	$Q_{(G+Q)}$ (kN)	$Q_{(L+E)}$ (kN)	d (m)	d _w (m)	t _q (m)	t _w (m)	t _r (m)	b (m)	A (m ²)	W _{px} (m ³)	χ_s	Q _{py} (kN)	M _{px} (kNm)	M _{Qs} (kNm)	N _p (kN)	M _{ux} (kNm)
C-1	B-7	1	IPE 400	59,32	21,64	0,400	0,421	0,00855	0,0086	0,0135	0,180	0,00846	0,001318	0,1500	781,678	533,520	474,427	3045,39	474,427
		2	IPE 400	59,95	25,49	0,400	0,421	0,00855	0,0086	0,0135	0,180	0,00846	0,001318	0,1500	781,678	533,520	474,343	3044,59	474,343
		3	IPE 360	60,25	20,29	0,360	0,335	0,00792	0,0080	0,0127	0,170	0,00697	0,000972	0,1500	578,189	533,520	349,759	2508,73	349,759
		4	IPE 360	59,82	18,05	0,360	0,335	0,00793	0,0080	0,0127	0,170	0,00697	0,000972	0,1500	578,189	533,520	349,810	2509,35	349,810
		5	IPE 330	60,33	11,19	0,330	0,307	0,00742	0,0075	0,0115	0,160	0,00596	0,000761	0,1500	497,340	533,520	273,931	2145,08	273,931
		6	IPE 330	36,2	6,42	0,330	0,307	0,00747	0,0075	0,0115	0,160	0,00597	0,000762	0,1500	497,340	533,520	274,358	2150,65	274,358
Kolon	Kiris	Kat	Kesit	$Q_{(G+Q)}$ (kN)	$Q_{(L+E)}$ (kN)	d (m)	d _w (m)	t _q (m)	t _w (m)	t _r (m)	b (m)	A (m ²)	W _{px} (m ³)	χ_s	Q _{py} (kN)	M _{px} (kNm)	M _{Qs} (kNm)	N _p (kN)	M _{ux} (kNm)
C-2	B-7	1	IPE 400	63,83	21,64	0,400	0,421	0,00855	0,0086	0,0135	0,180	0,00846	0,001318	0,1500	781,678	533,520	474,343	3044,59	474,343
		2	IPE 400	63,17	25,49	0,400	0,421	0,00854	0,0086	0,0135	0,180	0,00846	0,001317	0,1500	781,678	533,520	474,280	3043,99	474,280
		3	IPE 360	62,7	20,29	0,360	0,335	0,00792	0,0080	0,0127	0,170	0,00697	0,000971	0,1500	578,189	533,520	349,710	2508,15	349,710
		4	IPE 360	63,26	18,05	0,360	0,335	0,00792	0,0080	0,0127	0,170	0,00697	0,000972	0,1500	578,189	533,520	349,744	2508,55	349,744
		5	IPE 330	64,71	11,19	0,330	0,307	0,00741	0,0075	0,0115	0,160	0,00596	0,000761	0,1500	497,340	533,520	273,847	2143,99	273,847
		6	IPE 330	41,51	6,42	0,330	0,307	0,00747	0,0075	0,0115	0,160	0,00597	0,000762	0,1500	497,340	533,520	274,296	2149,84	274,296
	B-8	1	IPE 400	63,83	21,64	0,400	0,421	0,00855	0,0086	0,0135	0,180	0,00846	0,001318	0,1500	781,678	533,520	474,343	3044,59	474,343
		2	IPE 400	63,17	25,49	0,400	0,421	0,00854	0,0086	0,0135	0,180	0,00846	0,001317	0,1500	781,678	533,520	474,280	3043,99	474,280
		3	IPE 360	62,7	20,29	0,360	0,335	0,00792	0,0080	0,0127	0,170	0,00697	0,000971	0,1500	578,189	533,520	349,710	2508,15	349,710
		4	IPE 360	63,26	18,05	0,360	0,335	0,00792	0,0080	0,0127	0,170	0,00697	0,000972	0,1500	578,189	533,520	349,744	2508,55	349,744
		5	IPE 330	64,71	11,19	0,330	0,307	0,00741	0,0075	0,0115	0,160	0,00596	0,000761	0,1500	497,340	533,520	273,847	2143,99	273,847
		6	IPE 330	41,51	6,42	0,330	0,307	0,00747	0,0075	0,0115	0,160	0,00597	0,000762	0,1500	497,340	533,520	274,296	2149,84	274,296
Kolon	Kiris	Kat	Kesit	$Q_{(G+Q)}$ (kN)	$Q_{(L+E)}$ (kN)	d (m)	d _w (m)	t _q (m)	t _w (m)	t _r (m)	b (m)	A (m ²)	W _{px} (m ³)	χ_s	Q _{py} (kN)	M _{px} (kNm)	M _{Qs} (kNm)	N _p (kN)	M _{ux} (kNm)
C-4	B-9	1	IPE A 500	101,19	35,16	0,497	0,468	0,00829	0,0084	0,0145	0,200	0,00968	0,001853	0,1500	849,139	533,520	667,164	3484,87	667,164
		2	IPE A 500	102,02	40,50	0,497	0,468	0,00828	0,0084	0,0145	0,200	0,00968	0,001853	0,1500	849,139	533,520	666,963	3483,16	666,963
		3	IPE 450	103,57	34,18	0,450	0,421	0,00928	0,0094	0,0146	0,190	0,00945	0,001618	0,1500	854,392	533,520	582,652	3402,64	582,652
		4	IPE 450	103,74	30,49	0,450	0,421	0,00928	0,0094	0,0146	0,190	0,00945	0,001619	0,1500	854,392	533,520	582,751	3403,58	582,751
		5	IPE 400	105,71	19,24	0,400	0,421	0,00849	0,0086	0,0135	0,180	0,00843	0,001315	0,1500	781,678	533,520	473,402	3035,64	473,402
		6	IPE 400	73,41	10,43	0,400	0,421	0,00855	0,0086	0,0135	0,180	0,00846	0,001318	0,1500	781,678	533,520	474,374	3044,88	474,374
Kolon	Kiris	Kat	Kesit	$Q_{(G+Q)}$ (kN)	$Q_{(L+E)}$ (kN)	d (m)	d _w (m)	t _q (m)	t _w (m)	t _r (m)	b (m)	A (m ²)	W _{px} (m ³)	χ_s	Q _{py} (kN)	M _{px} (kNm)	M _{Qs} (kNm)	N _p (kN)	M _{ux} (kNm)
C-5	B-9	1	IPE A 500	108,65	35,16	0,497	0,468	0,00828	0,0084	0,0145	0,200	0,00967	0,001853	0,1500	849,139	533,520	666,920	3482,79	666,920
		2	IPE A 500	107,78	40,50	0,497	0,468	0,00827	0,0084	0,0145	0,200	0,00967	0,001852	0,1500	849,139	533,520	666,768	3481,49	666,768
		3	IPE 450	106,57	34,18	0,450	0,421	0,00927	0,0094	0,0146	0,190	0,00945	0,001618	0,1500	854,392	533,520	582,565	3401,81	582,565
		4	IPE 450	106,67	30,49	0,450	0,421	0,00928	0,0094	0,0146	0,190	0,00945	0,001619	0,1500	854,392	533,520	582,668	3402,80	582,668
		5	IPE 400	108,38	19,24	0,400	0,421	0,00848	0,0086	0,0135	0,180	0,00843	0,001315	0,1500	781,678	533,520	473,325	3034,92	473,325
		6	IPE 400	80,22	10,43	0,400	0,421	0,00854	0,0086	0,0135	0,180	0,00845	0,001317	0,1500	781,678	533,520	474,240	3043,61	474,240
	B-10	1	IPE A 500	108,65	35,16	0,497	0,468	0,00828	0,0084	0,0145	0,200	0,00967	0,001853	0,1500	849,139	533,520	666,920	3482,79	666,920
		2	IPE A 500	107,78	40,50	0,497	0,468	0,00827	0,0084	0,0145	0,200	0,00967	0,001852	0,1500	849,139	533,520	666,768	3481,49	666,768
		3	IPE 450	106,57	34,18	0,450	0,421	0,00927	0,0094	0,0146	0,190	0,00945	0,001618	0,1500	854,392	533,520	582,565	3401,81	582,565
		4	IPE 450	106,67	30,49	0,450	0,421	0,00928	0,0094	0,0146	0,190	0,00945	0,001619	0,1500	854,392	533,520	582,668	3402,80	582,668
		5	IPE 400	108,38	19,24	0,400	0,421	0,00848	0,0086	0,0135	0,180	0,00843	0,001315	0,1500	781,678	533,520	473,325	3034,92	473,325
		6	IPE 400	80,22	10,43	0,400	0,421	0,00854	0,0086	0,0135	0,180	0,00845	0,001317	0,1500	781,678	533,520	474,240	3043,61	474,240

ÖZGEÇMİŞ

Öznur Özarslan, 20 Temmuz 1982 tarihinde Polatlı’da doğdu. 1992 yılında ilkokul, 1995 yılında ortaokul öğrenimini bitirdikten sonra, 1999 yılında lise öğrenimini Kocaeli’nde tamamladı. Aynı yıl İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü’ne girmeye hak kazandı. 2004 yılında lisans öğrenimini tamamladıktan sonra İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü’ne bağlı İnşaat Mühendisliği Bölümü bünyesindeki Yapı Mühendisliği yüksek lisans programında lisansüstü öğrenimine başladı.