

**1998 ve 1975 TARİHLİ “AFET BÖLGELERİNDE YAPILACAK YAPILAR
HAKKINDA YÖNETMELİK” LERİN ÇOK KATLI BİR ÇELİK YAPI
ÖRNEĞİ DE KULLANILARAK KARŞILAŞTIRILMASI**

707070

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İnş. Müh. Cüneyt VATANSEVER
(501961028)

101010

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 6 Haziran 2000
Tezin Savunulduğu Tarih : 16 Haziran 2000

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Tevfik Seno ARDA

Diğer Jüri Üyeleri Prof.Dr. Nesrin YARDIMCI

Prof.Dr. Sadettin ÖKTEN (M.Ü.)

S.

HAZİRAN 2000

ÖNSÖZ

Ülkemizin önemli bir bölümü deprem kuşağında yer almaktadır. Deprem riski altında yaşayan diğer ülkeler gibi ülkemizde de bu amaçla yapılan çalışmaların başında, depreme dayanıklı yapı inşası ve bu inşanın nasıl yapılacağını tanımlayan yönetmeliklerin hazırlanması ve uygulanması gerekmektedir.

Hazırlamış olduğum bu yüksek lisans tezinde, ABYYHY(1998) ile ABYYHY(1975) yönetmelikleri, çelik yapılarla ilgili olarak içerdikleri koşul ve esaslar arasındaki farklılıklar tanımlanmış, bu farklılıklar çok katlı bir çelik yapı üzerinde irdelenmiş ve düşünceler belirtilmiştir.

İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Bölümü Yapı Anabilim Dalı Programı yüksek lisans öğrenimim süresince, değerli fikirlerinden ve tecrübelerinden yararlanma şansı bulduğum, yaptığım çalışmada beni yönlendiren tez danışmanım değerli hocam Sayın Prof. Dr. Tevfik Seno ARDA'ya en içten teşekkürlerimi sunarım.

Haziran, 2000

Cüneyt VATANSEVER

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	vi
SEMBOL LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	x
TABLO LİSTESİ	xi
ÖZET	xiii
SUMMARY	xv
1. GİRİŞ	1
2. 1998 ve 1975 TARİHLİ ABYYHY' LERİN ÇELİK BİNALAR AÇISINDAN GENEL OLARAK KARŞILAŞTIRILMASI	3
2.1. Kapsam Bakımından	3
2.2. Depreme Karşı Güvenlik Bakımından	3
2.3. Genel Kurallar Bakımından	4
2.3.1. Çelik taşıyıcı sistemlerinin sınıflandırılması	4
2.3.1.1. Süneklik düzeyi yüksek sistemler	5
2.3.1.2. Süneklik düzeyi normal sistemler	7
2.3.2. Emniyet gerilmeleri, yük ve malzeme güvenlik katsayıları	8
2.4. Yapı Sünekliği Kavramı	12
2.4.1 1975 Deprem yönetmeliği'nde yapı sünekliği kavramı	12
2.4.2 1998 Deprem yönetmeliği'nde yapı sünekliği kavramı	13
3. EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ YÖNTEMİ'NİN 1998 ve 1975 DEPREM YÖNETMELİKLERİ AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI	14
3.1. Tanım ve Kapsam	14
3.2. Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi'nin Uygulanabileceği Binalar	17
3.3. Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi Hesap Akışı	18
3.3.1. Deprem kuvveti hesabı	18
3.3.2. Deprem katsayısı hesabı	18
3.3.3. Spektrum katsayısı (yapı dinamiği katsayısı) hesabı	23
3.3.4. Yapının birinci normal moduna ait doğal titreşim periyodunun yaklaşık hesabı	27
3.3.5. Yapı ağırlığının hesaplanması	28
3.3.6. Katlara etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin belirlenmesi	29
3.3.7. Yatay ötelemelerin sınırlandırılması	30
3.3.8. İkinci mertbe etkilerin gözönüne alınması	31
3.3.9. ABYYHY (1975) ve ABYYHY (1998) yönetmeliklerinde yer alan Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi'nin hesap akış diyagramı	32

4. ÇOK KATLI ÇELİK YAPININ PROJELENDİRİLMESİNE AİT ÖZELLİKLER	34
4.1. Normal Kat Planı	34
4.2. Çerçeve ve Birleşimler	34
4.3. Kararlılık Çaprazlı Çerçevelerin Konumlandırılması ve Tasarımı	35
5. ÇOK KATLI ÇELİK YAPININ ANALİZİ	36
5.1. Düşey Yük Analizi	37
5.2. Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Sadece Düşey Yüklere Göre Ön Boyutlandırılması	39
5.2.1. Döşeme ve çerçeve kirişlerinin ön boyutlandırılması	39
5.2.1.1. Tali döşeme kirişi (K1)	39
5.2.1.2. Merdiven kirişleri	41
5.3. Kolonların Ön Boyutlandırılması	44
5.4. Yapının ABYYHY (1998) Yönetmeliği'ne Göre Hesabı	47
5.4.1. Hesap yönteminin seçilmesi	47
5.4.2. Görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	48
5.4.3. Düğüm noktasına birleşen kolonların plastikleşme momentleri toplamı ile kirişlerin plastikleşme momentleri toplamının karşılaştırılması	49
5.4.4. Çok katlı çelik yapının kat ve toplam ağırlıklarının hesabı	49
5.4.5. Katlara etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin hesabı	50
5.4.5.1. Deprem katsayısı ön hesabı	50
5.4.5.2. Yapıya etkiyen toplam yatay yük hesabı	50
5.4.5.3. Katlara etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin hesabı	50
5.4.5.4. Eşdeğer deprem yüklerine karşı gelen deplasmanların hesabı	51
5.4.5.5. Yapının birinci doğal titreşim periyodunun hesabı	52
5.4.5.6. Spektrum katsayısı hesabı	53
5.4.5.7. Deprem düzeltme katsayısı (DDK) ve deprem etkisinden dolayı meydana gelen kesit tesirlerinin düzeltilmesi	54
5.5. Rüzgar Yüküne Göre Yapının Hesabı	54
5.5.1. Rüzgar yükü analizi	54
5.6. Kesit Hesaplarına Esas Olacak Yükleme Durumlarının Analizi	55
5.6.1. Yapıya ait kararlılık bağı çaprazlarının hesabı	55
5.6.2. Kiriş ve kolonlara ait içkuvvet süperpozisyon analizi	57
5.7. Kesit Hesapları ve Boyutlandırma	57
5.7.1. Çerçeve ve döşeme kirişlerinin kesit hesabı	57
5.7.2. Kolonların kesit hesabı	60
5.8. Yeni Deprem Yönetmeliğine Ait Çok Katlı Çelik Yapı Metrajı	64

5.8.1	Kolon metrajı	65
5.8.2	Kiriş metrajı	65
5.8.3	Kararlılık bağı çaprazlarının metrajı	66
5.8.4	Taşıyıcı sistem eleman ağırlıklarının toplam çelik malzeme ağırlığına göre dağılımı	66
6.	YAPININ ABYYHY(1975) YÖNETMELİĞİ'NE GÖRE HESABI	67
6.1.	Hesap yönteminin seçilmesi	67
6.2.	Çok katlı çelik yapının kat ve toplam ağırlıklarının hesabı	67
6.3.	Katlara etkileyen eşdeğer deprem yüklerinin hesabı	67
6.3.1	Yapının birinci doğal titreşim periyodunun hesabı	67
6.3.2	Spektrum katsayısı hesabı	67
6.3.3	Deprem katsayısı hesabı	68
6.3.4	Yapıya etkileyen toplam yatay kuvvetin hesabı	68
6.3.5	Katlara etkileyen eşdeğer deprem yüklerinin hesabı	68
6.4.	Kesit Hesaplarına Esas Olacak Yükleme Durumlarının Analizi	70
6.4.1.	Yapıya ait kararlılık bağı çaprazlarının hesabı	70
6.4.2.	Kiriş ve kolonlara ait içkuvvet süperpozisyon analizi	72
6.5.	Kesit Hesapları ve Boyutlandırma	72
6.5.1.	Çerçeve ve döşeme kirişlerinin kesit hesabı	72
6.5.2.	Kolonların kesit hesabı	75
6.6	Eski Deprem Yönetmeliğine Ait Çok Katlı Çelik Yapı Metrajı	79
6.6.1	Kolon metrajı	80
6.6.2	Kiriş metrajı	80
6.6.3	Kararlılık bağı çaprazlarının metrajı	81
6.6.4	Taşıyıcı sistem eleman ağırlıklarının toplam çelik malzeme ağırlığına göre dağılımı	81
7	SONUÇLAR	82
	KAYNAKLAR	85
	EKLER	86
	ÖZGEÇMİŞ	112

KISALTMALAR

ABYYHY : Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
DDK : Deprem Düzeltme Katsayısı



SEMBOL LİSTESİ

A_0	:Deprem bölge katsayısı
b	:Profil başlık genişliği
b'	:Başlık genişliğinin yarısı (gövde kalınlığı hariç)
C	:Deprem katsayısı
C_0	:Deprem bölge katsayısı
C_b	:Moment eğriliğine bağlı katsayı
C_t	:Yapı sünekliğine bağlı katsayı
d	:Plastik hesap tablolarında profil gövde yüksekliği :Elastik hesapta profil gövde kalınlığı
D	:Deprem doğrultusuna dik yapı genişliği
d_g	:Profil gövde kalınlığı
d_x	:x-x doğrultusunda görelî kat ötelemesi
d_y	:y-y doğrultusunda görelî kat ötelemesi
E_x	:x-x doğrultusunda deprem kuvveti
E_y	:y-y doğrultusunda deprem kuvveti
f	:Şehim
F	:Toplam deprem kuvveti :Profil kesit alanı
F_b	:Basınç başlığı kesit alanı
F_D	:Dinamik analiz taban kesme kuvveti
F_i	:i'nci kat deprem kuvveti
F_S	:Statik analiz taban kesme kuvveti
$(F_x)_K$	:x-x doğrultusunda yapının kenar bölümüne etkiyen toplam deprem kuvveti
$(F_x)_O$	:x-x doğrultusunda yapının orta bölümüne etkiyen toplam deprem kuvveti
$(F_x)_T$	:x-x doğrultusunda yapıya etkiyen toplam deprem kuvveti
$(F_y)_K$	:y-y doğrultusunda yapının kenar bölümüne etkiyen toplam deprem kuvveti
$(F_y)_O$	:y-y doğrultusunda yapının orta bölümüne etkiyen toplam deprem kuvveti
$(F_y)_T$	:y-y doğrultusunda yapıya etkiyen toplam deprem kuvveti
G	:Toplam sabit yük
g	:Yerçekimi ivmesi
g_i	:i'nci kat sabit yükü
H	:Temel üst kotundan itibaren yapı yüksekliği
H_N	:Temel üst kotundan itibaren yapı yüksekliği
h_i, h_j	:i ve j'inci kat yükseklikleri
h_1	:Profil gövde yüksekliği
I	:Bina önem katsayısı
I_x	:x-x eksenî etrafında atalet momenti
I_y	:y-y eksenî etrafında atalet momenti
I_{xb}	:Basınç başlığı atalet momenti
i_x	:x-x eksenî atalet yarıçapı
i_y	:y-y eksenî atalet yarıçapı
i_{xb}	:Basınç başlığı atalet yarıçapı
J	:Burulma atalet momenti

K	:Yapı tipi katsayısı
l	:Kiriş boyu
M_{pa}	:Kolon alt ucu plastikleşme momenti
M_{pi}	:Kiriş 'i' ucu plastikleşme momenti
M_{pj}	:Kiriş 'j' ucu plastikleşme momenti
M_{pu}	:Kolon üst ucu plastikleşme momenti
N	:Yapı kat adedi
	:Normal kuvvet
n	:Hareketli yük azaltma katsayısı
P_{1,emn,1}	:Bir bulonun emniyetle taşıyabileceği kesme kuvveti
P_{1,max}	:Bir bulona gelen maksimum kesme kuvveti
Q	:Hareketli yük
q_i	:i'nci kat hareketli yükü
R	:Yapı davranış katsayısı
S	:Spektrum katsayısı
S_{kx}	:x-x eksenine dik burkulma boyu
S_{ky}	:y-y eksenine dik burkulma boyu
S(T)	:Yapının periyoduna bağlı spektrum katsayısı
T	:Yapının doğal titreşim periyodu
T_A, T_B	:Tasarım spektrumu karakteristik periyotları
t_b	:Profil başlık kalınlığı
t_g	:Profil gövde kalınlığı
T₀	:Zemin hakim periyodu
T₁	:Yapının birinci doğal titreşim periyodu
V_i	:i'nci kata etkiyen toplam kesme kuvveti
V_t	:Toplam taban kesme kuvveti
(V_x)_T	:x-x doğrultusu toplam kesme kuvveti
(V_x)_K	:x-x doğrultusunda yapının kenar bölümüne etkiyen toplam kesme kuvveti
(V_x)_O	:x-x doğrultusunda yapının orta bölümüne etkiyen toplam kesme kuvveti
(V_y)_T	:y-y doğrultusu toplam kesme kuvveti
(V_y)_K	:y-y doğrultusunda yapının kenar bölümüne etkiyen toplam kesme kuvveti
(V_y)_O	:y-y doğrultusunda yapının orta bölümüne etkiyen toplam kesme kuvveti
v_{gmax}	:Maksimum deprem ivme değeri
W	:Toplam yapı ağırlığı
w_i, w_j	:i'nci ve j'inci kat ağırlıkları
W_x	:x-x eksen etrafında mukavemet momenti
W_y	:y-y eksen etrafında mukavemet momenti
Δ_i	:i'nci kat ötelemesi
(Δ_i)_{min}	:i'nci kat minimum kat ötelemesi
(Δ_i)_{max}	:i'nci kat maksimum kat ötelemesi
(Δ_i)_{ort}	:i'nci kat ortalama kat ötelemesi
σ_a	:Çelik malzeme akma gerilmesi
σ_{eb}	:Sadece aksenal basınç kuvveti etkisinde hesaplanan gerilme
σ_{bem}	:Sadece aksenal basınç kuvveti etkisinde uygulanacak emniyet gerilmesi
σ_{çem}	:Çelik malzeme çekme emniyet gerilmesi

σ_b	:Moment etkisi altında hesaplanan (eğilme-basınç) başlığı gerilmesi
σ_B	:Moment etkisi altında uygulanacak (eğilme-basınç) başlığı emniyet gerilmesi
σ_e	:”Euler gerilmesi”den türetilen gerilme
σ_1^*	:Öngerilmeli bulon emniyet gerilmesi
θ_1	:İkinci merteye etkilerin sınırlandırılması ile ilgili katsayı
η_{bi}	:Burulma düzensizliği katsayısı
η_{KI}	:Rijitlik düzensizliği katsayısı



ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 3.1 İvme spektrumu eğrileri	23
Şekil 3.2 İvme spektrumu eğrileri	26
Şekil 3.3 ABYYHY (1975) yönetmeliğine ait deprem analizinin hesap akış diyagramı	32
Şekil 3.4 ABYYHY (1998) yönetmeliğine ait deprem analizinin hesap akış diyagramı	33
Şekil 4.1 Yapının normal kat planı	34
Şekil 4.2 Dışmerkezli çelik çaprazlı çerçeve	36
Şekil 5.1 Kirişlerin ön boyutlandırılmasına ait basit kiriş modeli	39
Şekil 5.2 Seçilen kiriş kesiti	40
Şekil 5.3 Seçilen kolon kesiti	44
Şekil 5.4 Planda rüzgar yükü etkisi	55
Şekil 5.5 Yapıdaki mevcut perde kolonları kesiti	60
Şekil 5.6 Yapıdaki toplam çelik ağırlığının dağılımı	66
Şekil 6.1 Yapıdaki mevcut perde kolonları kesiti	75
Şekil 6.2 Yapıdaki toplam çelik ağırlığının dağılımı	81

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1 Zemin grupları	9
Tablo 2.2 Zemin grupları	10
Tablo 2.3 Yerel zemin sınıfları	10
Tablo 2.4 Deprem bölge katsayısı	12
Tablo 2.5 Deprem bölge katsayısı A_0 ve bu bölgelerde beklenen şiddet ve en büyük ivme değerleri	13
Tablo 3.1 ABYYHY (1975) yönetmeliğinde Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin uygulanabileceği binalar	16
Tablo 3.2 ABYYHY (1998) yönetmeliğinde Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin uygulanabileceği binalar	17
Tablo 3.3 Deprem bölge katsayısı	18
Tablo 3.4 Yapı önem katsayısı	19
Tablo 3.5 Yapı tipi katsayısı	19
Tablo 3.6 Deprem bölgesi etkin yer ivmesi katsayısı	19
Tablo 3.7 Bina önem katsayısı	20
Tablo 3.8 Taşıyıcı sistem davranış katsayısı	21
Tablo 3.9 (K_{max}/K_i) ve $(1/R_i)/(1/R_{max})$ değerlerinin karşılaştırılması	22
Tablo 3.10 Zemin hakim periyodu	24
Tablo 3.11 Zemin sınıfına bağlı olarak deprem katsayısının yönetmeliklere göre değişimi	25
Tablo 3.12 Spektrum karakteristik periyotları	26
Tablo 3.13 C_t katsayısı	28
Tablo 3.14 Hareketli yük katılım katsayısı	29
Tablo 5.1 Düşey yük analizi	38
Tablo 5.2 Kirişlerin önboyut ve analizi	43
Tablo 5.3 Kolonların önboyut ve analizi	46
Tablo 5.4 Hesap yönteminin belirlenmesi	47
Tablo 5.5 Y-Y doğrultusu boyunca dış merkezlik etkisi	47
Tablo 5.6 X-X doğrultusu boyunca dış merkezlik etkisi	48
Tablo 5.7 Yapının deprem hesabına ait karakteristik değerleri	50
Tablo 5.8 Tüm yapı için katlara etkiyen eşdeğer deprem kuvvetleri	51
Tablo 5.9 Orta kısım için katlara etkiyen deprem kuvvetleri	51
Tablo 5.10 Kenar kısımlar için katlara etkiyen deprem kuvvetleri	51
Tablo 5.11 X-X doğrultusu kat hizası deplasman değerleri	52
Tablo 5.12 Y-Y doğrultusu kat hizası deplasman değerleri	52
Tablo 5.13 Yapının x-x doğrultusuna ait doğal titreşim periyodu	53
Tablo 5.14 Yapının y-y doğrultusuna ait doğal titreşim periyodu	53
Tablo 5.15 Yapıya etkiyen rüzgar yükü	54
Tablo 5.16 X-X doğrultusundaki kararlılık bağı çaprazları süperpozisyon tablosu	55
Tablo 5.17 Y-Y doğrultusundaki kararlılık bağı çaprazları süperpozisyon tablosu	55

Tablo 5.18	Kirişlerin kesit hesabı	59
Tablo 5.19	Yapıdaki toplam kolon ağırlığı	65
Tablo 5.20	Yapıdaki toplam kiriş ağırlığı	65
Tablo 5.21	Yapıdaki toplam kararlılık bağı çaprazlarının ağırlığı	66
Tablo 6.1	Orta kısım için katlara etkiyen deprem kuvvetleri	69
Tablo 6.2	Kenar kısımlar için katlara etkiyen deprem kuvvetleri	69
Tablo 6.3	Orta kısım için katlara etkiyen deprem kuvvetleri	69
Tablo 6.4	Kenar kısımlar için katlara etkiyen deprem kuvvetleri	70
Tablo 6.5	X-X doğrultusundaki kararlılık bağı çaprazları süperpozisyon tablosu	70
Tablo 6.6	Y-Y doğrultusundaki kararlılık bağı çaprazları süperpozisyon tablosu	70
Tablo 6.7	Kirişlerin kesit hesabı	74
Tablo 6.8	Yapıdaki toplam kolon ağırlığı	80
Tablo 6.9	Yapıdaki toplam kiriş ağırlığı	80
Tablo 6.10	Yapıdaki toplam kararlılık bağı çaprazlarının ağırlığı	81
Tablo 7.1	X-X doğrultusu kat hizası deplasman değerleri	83
Tablo 7.2	Y-Y doğrultusu kat hizası deplasman değerleri	83
Tablo 7.3	X-X doğrultusu kat hizası deplasman değerleri	83
Tablo 7.4	Y-Y doğrultusu kat hizası deplasman değerleri	83

1998 ve 1975 TARİHLİ “AFET BÖLGELERİNDE YAPILACAK YAPILAR HAKKINDA YÖNETMELİK” LERİN ÇOK KATLI BİR ÇELİK YAPI ÖRNEĞİ DE KULLANILARAK KARŞILAŞTIRILMASI

ÖZET

Yüksek lisans tezi olarak sunulan bu çalışmanın temel amacı, ABYYHY(1975) ile ABYYHY(1998) yönetmeliklerinin çelik yapılar ile ilgili içerdikleri kavram ve kabuller açısından farklı yanlarını ortaya koymak ve bu farklılıkları çok katlı bir çelik yapı üzerinde irdelemektir.

Çalışmanın ilk bölümlerinde, her iki yönetmelik genel olarak incelenmiş ve yeni yönetmelikte yer alan farklı kavramlar karşılaştırmalı olarak irdelenmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde, yapının mimari olarak tasarımı yapıldıktan sonra düşey yük analizi yapılmıştır. Bu statik sistem, belirli kabuller yapılarak (basit giriş, iki ucu mafsallı kolon,...gibi) taşıyıcı sisteme ait yapısal elemanlar (kolon, giriş, kararlılık çaprazlı çerçeve elemanları) için ön boyutlandırma yapılmıştır. Bilgisayar programı kullanılarak yapılacak statik analizler için SAP90 veri dosyaları, hesaplanan ön boyutlar dikkate alınarak hazırlanmıştır.

Çalışmanın üçüncü bölümünde, yönetmeliklerin içerdikleri Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi karşılaştırmalı olarak irdelenmiştir.

Çalışmanın dördüncü bölümünde yapının taşıyıcı sistem tasarımının nasıl yapıldığı ile ilgili bilgiler verilerek yapılan kabullere değinilmiştir.

Çalışmanın beşinci bölümünde, yeni deprem yönetmeliği gözönüne alınarak SAP90 Yapısal Analiz Programı yardımıyla gerekli içkuvvet değerleri hesaplanmıştır. Taşıyıcı sistem düşey yükler açısından; $(G+Q)$, deprem yükü açısından $(G+Q\pm E)/1.33$ ve rüzgar yükü açısından; $(G+Q\pm E)/1.15$ yükleme durumları yapılarak hesaplanan maksimum içkuvvet değerlerine göre kesitler kontrol edilmiştir.

Yapıda yatay yüklere karşı süneklik düzeyi yüksek dış merkezli kararlılık çaprazlı çerçeveler kullanılmıştır. Böylece yapı davranış katsayısı (R) değeri yüksek tutulmuştur.

Yapının yatay yüklere göre analizinde, basınç kuvveti taşıyan kararlılık çaprazlarının burkulduğu kabul edilmiş dolayısıyla sadece çekme kuvvetine göre kesit kontrolü yapılmıştır. Ancak $\lambda \leq 250$ koşulu tüm çekme çubukları için sağlanmıştır.

Çalışmanın altıncı bölümünde, yapının, ABYYHY (1975) yönetmeliğine göre düşey ve yatay yük analizleri, beşinci bölümde anlatılan yükleme durumları gözönüne alınarak yapılmış ve maksimum içkuvvetler hesaplanarak kesitler kontrol edilmiştir. Yetersiz kesitler değiştirilerek analizler yenilenmiş, kesit tahkikleri tekrarlanarak taşıyıcı sistem boyutlandırılmıştır.

Çalışmanın son bölümünde ise, her iki yönetmeliğe ait çözümler sonunda elde edilen sonuçlar belirtilmiş ve her bir yapısal eleman için yapılan metraj hesapları ekonomik açıdan karşılaştırılmıştır. Buna göre, 1975 Deprem Yönetmeliği esas alınarak hesaplanan yapıya etkiyecek toplam eşdeğer deprem yükünün daha büyük olması nedeniyle toplam çelik malzeme ağırlığı, Yeni Deprem Yönetmeliği esasları altında yapılan analizler sonunda hesaplanan toplam çelik malzeme ağırlığına göre yaklaşık olarak % 19 oranında artmıştır.



COMPARISON OF “SPECIFICATIONS FOR STRUCTURES TO BE BUILT IN DISASTER AREAS” IN 1998 AND THAT IN 1975 WITH A MULTI-STOREY STEEL STRUCTURE

SUMMARY

The main purpose of this study, which is presented as M.Sc thesis, is to find out the differences in concepts, and assumptions of the existing design specifications for structures built in disaster areas (i.e Turkish Earthquake Design Code in 1998 and Turkish Earthquake Design Code in 1975). And the behaviour of a multi-storey steel structures, using these design codes has been investigated.

At the beginning of this study, both design code have been examined in a general meaning. And new concepts in Turkish Earthquake Design Code in 1998 have been investigated in a comparative way.

In the second chapter, after the structure has been designed, analysis of the vertical loads was performed. The structural members in the building such as column, beam, steel braced frames have been given pre-dimension under the certain assumptions (simply supported beam, column with pins at its ends,...). For the statical analysis which is going to be performed by using the computer program named SAP90, taking the pre-dimension calculated.

In the third chapter, Equivalent Seismic Load Method in both codes has been examined.

In the fourth chapter, giving the information about how the building has been designed, assumptions and the essentials of its design have been mentioned.

In the fifth chapter, according to Turkish Earthquake Design Code in 1998 the required internal forces have been calculated using SAP90 program.

The sections of the structural members in this building has been controled according to TS 648, TS 4561, taking into account the maximum internal forces with respect to load conditions of $(G+Q)$, $(G+Q\pm E)/1.33$ and $(G+Q\pm W)/1.15$.

In this structural steel building concerning lateral loads, it is assumed that braces carrying compression force are buckled, however, checking of the sections of braces are only performed with respect to tension forces calculated in the statical analysis. But, condition of $\lambda \leq 250$ is concerned for all braces.

In the sixth chapter, according to Turkish Earthquake Design Code in 1975, the structural system has been analyzed with respect to lateral and vertical loads, taking into account the load conditions in Chapter 2.

The sections have been checked according to the maximum internal forces calculated in the analysis. At the end of the checking, after insufficient sections have been changed all analysis have been repeated. After the sections of the members in the structural system have been recontrolled, structural members have been given dimensions.

In the last chapter, from economical point of view, the analysis and design results of the multi-storey steel structures, using both Turkish Earthquake Design Code (i.e 1998 code and 1975 code) has been compared. From that point, because of the fact that total equivalent seismic load obtained according to Turkish Earthquake Design Code in 1975, which is going to be act on that building, is more than that according to new one, the total weight of the steel material increased by 19% with respect to that of the steel material obtaint at the end of the analysis according to existing earthquake design code.

1. GİRİŞ

1975 yılından beri uygulanmakta olan ‘Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik’ (ABYYHY), zamanına göre oldukça çağdaş ve başarılı bir yönetmelikti. 20 yılı aşkın süredir uygulanan bu yönetmeliğin başarısı, bu süre içinde karşılaşılan şiddetli depremler sonrasındaki gözlemlerle de kanıtlanmıştır. Nitekim, çeşitli deprem sonrası gözlemler, meydana gelen hasarın, tasarım veya üretim aşamalarında, 1975 yönetmeliğinin gerektiği gibi uygulanmamasından kaynaklandığını göstermiştir. Ancak bu yönetmelik aradan geçen uzun zaman içinde doğal olarak eskimiş ve çağdaş olma niteliğini yitirmiştir. Uzun yıllar boyunca yapılan uygulamalarda karşılaşılan bazı aksaklıklar ve gerek yapı teknolojisinde gerekse deprem mühendisliği bilim dalındaki gelişmeler 1975 Deprem Yönetmeliği’nin yenilenmesini kaçınılmaz duruma getirmiştir [7].

1995 yılında oluşturulan bir komitenin yoğun ve özverili çalışmaları sonucu, Mayıs 1996’da yeni ABYYHY Resmi Gazete’de yayınlanmış ve bir yıl boyunca tartışmaya açılmıştır. Bu yeni yönetmelik gerek bilim adamlarından gerekse mühendislik kamuoyundan gelen yoğun tepkilere hedef olmuştur. Bunun üzerine yönetmelik yeniden ele alınmış, belirli bölümleri düzeltilmiş ve son biçimi Eylül 1997’de yayınlanarak 1 Ocak 1998’de yürürlüğe girmiştir [2].

Yönetmeliğin son biçimi, dünyadaki ve yurdumuzdaki ‘Deprem Mühendisliği’ gelişmelerinin pek çoğunu kapsayan çağdaş ve olumlu yaklaşımları içermektedir. Ancak, 1996 taslağında olduğu gibi, yeni yönetmelikte de, 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 [7].

Çalışmanın ilk bölümlerinde, ABYYHY (1975) yönetmeliği ile ABYYHY (1998) yönetmeliğinde, tasarım ve deprem hesabına ilişkin başlıklar altında tanımlanan

kavram ve kabuller üzerinde durulmuş ve bunlar arasındaki temel benzerlikler ve farklılıklar ortaya konmuştur.

Çalışmanın üçüncü bölümünde, yönetmeliklerin içerdikleri Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi karşılaştırmalı olarak irdelenmiştir.

Çalışmanın dördüncü bölümünde yapının taşıyıcı sistem tasarımının nasıl yapıldığı ile ilgili bilgiler verilerek yapılan kabullere değinilmiştir.

Beşinci bölümde, çelik çok katlı bir büro binası üzerinde, Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi esas alınarak, yeni yönetmeliğin içediğı kavram ve kabuller ile hesap tekniğine uygun biçimde, kesit hesabında, Türk Standartları Enstitüsü'nün, çelik yapılarla ilgili standartları esas alınarak, analiz yapılmış, sonuçlar irdelenmiştir.

Çalışmanın altıncı bölümünde, yapının analizi, 1975 Deprem Yönetmeliğı tarafından önerilen Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi esas alınarak bu yöntemin hesap tekniğine uygun biçimde yapılmış, kesit hesapları Türk Standartları Enstitüsü'nün, çelik yapılarla ilgili standartları esas alınarak gerçekleştirilmiş ve sonuçlar irdelenmiştir.

Son bölümde ise, her iki analiz sonunda elde edilen sonuçlar ekonomik açıdan karşılaştırılarak gerekli irdelemeler yapılmıştır.

2. 1998 ve 1975 TARİHLİ ABYYHY' LERİN ÇELİK BİNALAR AÇISINDAN GENEL OLARAK KARŞILAŞTIRILMASI

Bu bölümde her iki deprem yönetmeliğinde de yer alan yapısal nitelikli kavram ve kurallar genel olarak karşılaştırılacak temel benzerlikler ve farklılıklar ortaya konacaktır.

2.1. Kapsam Bakımından

1998 Deprem Yönetmeliği'nde, deprem bölgelerinde yapılacak tüm çelik binaların taşıyıcı sistem elemanlarının boyutlandırılması ve birleşimlerinin düzenlenmesi, bu konuda yürürlükte olan ilgili standart ve yönetmeliklerle birlikte, belirtilen özel kurallara uyularak yapılacağı açıkça vurgulanmıştır.

Ayrıca bu yönetmelikte, kapsamı içindeki çelik binaların yatay yük taşıyıcı sistemlerinin; sadece çelik çerçevelerden, sadece çelik çaprazlı perdelerden veya çerçevelerin, çelik çaprazlı perdeler ya da betonarme perdelerle birleşiminden oluşabileceği belirtilmiştir.

Buna karşın, çelik yapılar hakkındaki ilgili standart ve yönetmeliklerin 1975 yılı öncesinde yürürlükte olmayışı nedeniyle bu yılda geçerli olan deprem yönetmeliğinde, sadece, çelik yapı elemanlarının ve birleşimlerinin hesap, boyutlandırma ve düzenlenmesinde deprem hesabına esas olacak yatay etkiler ile hesap ilkelerinin gözönünde bulundurulması gerektiğinin belirtilmesi ile yetinilmişti. Bu dönemde bilimsel ve teknik yaklaşımlarla tasarlanan çelik yapıların hesabında kullanılan standart ve yönetmeliklerin yabancı ülkelerin standart ve yönetmelikleri olduğu açıkça görülmektedir.

2.2 Depreme Karşı Güvenlik Bakımından

Her iki deprem yönetmeliği de hazırlanırken belirli bir güvenlik daima amaçlanmıştır. Genel olarak tüm dünya ülkelerinde de uygulanan ilke, yapının sık ve

küçük şiddetteki depremleri elastik sınırlar içinde kalarak; orta şiddetteki depremleri elastik sınırların ötesinde, fakat taşıyıcı sistemde kolayca onarılabilecek önemsiz hasarlarla; çok seyrek ve şiddetli depremleri, büyük hasarla fakat taşıyıcı sistemi tamamen göçmeden, can kaybı olmaksızın karşılayabilmesidir[1].

2.3. Genel Kurallar Bakımından

Çelik yapılara yönelik, eski (1975)ve yeni (1998) deprem yönetmeliği koşullarının, içeriği de dikkate alınmak suretiyle benzer ve farklı tarafları açıklanacaktır.

2.3.1. Çelik taşıyıcı sistemlerinin sınıflandırılması

1975 Deprem Yönetmeliği'nde çelik binaların yatay yük taşıyıcı sistemleri hakkında herhangi bir sınıflandırma mevcut değildir. Ancak, yapı tipi katsayısı ile yapının depremin dinamik etkisine karşı göstereceği davranış biçimi tanımlanmaya çalışılmıştır. Bu tanımlamada, yapının düktilitesine, kullanılan duvar tipine ve çelik yapılar için kararlılık çaprazlı çelik çerçeveleri içine alan ancak kararlılık çaprazlarının dışmerkezli birleşimlerini dikkate almayan 0.6 ile 1.6 arasında değişen katsayılar düşünülmüştür. Tanımlanan bu değerler, yapıya etkiyecek toplam yatay deprem kuvvetinin hesabında, kuvvetle doğru orantılı olduğundan, küçük değerler, yapının düktil davranış sergilediğini ve toplam yatay kuvvetin daha küçük olacağını dolayısıyla elastik ötesi enerji yutma kapasitesinin büyük olduğunu göstermektedir. Bu katsayının büyümesi halinde düktil davranıştan uzaklaşıldığı ve yapıya etkiyecek toplam yatay yükün artacağı açıkça görülmektedir.

Bu yönetmeliğin Çelik Yapılar Bölümü'nde (Bölüm 7) hesap ilkelerinden çok konstrüktif kurallar üzerinde durulmuş ve ilgili yönetmeliklerin (TS-648, TS-4561, TS-3357 vb.) yürürlükte olmayışı nedeniyle çelik yapılarla ilgili hesap esas ve kuralları içeren ifade ve tanımlamalara pek yer verilmemiştir.

Ancak 1998 Deprem Yönetmeliği çelik binaların yatay yük taşıyıcı sistemlerini iki sınıfa ayırmıştır;

- A. Süneklik Düzeyi Yüksek Sistemler
- B. Süneklik Düzeyi Normal Sistemler

Bunun yanında her iki sistemin süneklik düzeyi ayrı ayrı, yapısal elemanları (kolonlar, kirişler, dış merkez olarak veya merkezi olarak birleşimli çelik kafes perde

tipleri)ve tasarım aşaması düşünüldüğünde hangi koşullarda sağlatılabileceği maddeler halinde belirtilmiştir.

2.3.1.1 Süneklik düzeyi yüksek sistemler

- Süneklik Düzeyi Yüksek Çerçeveler

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

$$(M_{pa} + M_{pu}) \geq (M_{pi} + M_{pj}) \quad (2.1)$$

- Depremin her iki yönü için elverişsiz sonuç verecek şekilde ayrı ayrı uygulanacaktır. Kolon plastikleşme momentlerinin hesabında, depremin yönü ile uyumlu olarak bu momentleri en küçük yapan tasarım eksenel kuvvetleri gözönüne alınacaktır.
- Tek katlı binalarda ve çok katlı binaların en üst katındaki düğüm noktalarında denklem (2.1)'in sağlanıp sağlanmadığına bakılmayacaktır.
- Kolonların kirişlerde daha güçlü olması koşulunun bazı kolonlarda sağlanamaması durumunda denklem (2.1)'in hem alttaki hem de üstteki düğüm noktalarında sağladığı kolonlara etkiyen eğilme momentleri ve kesme kuvvetleri 1998 ABYYHY (Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik) madde 8.3.3.2'de belirtilen oran ile çarpılarak arttırılacaktır.

- Çerçevelerde Ek ve Birleşimler

- 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 olacaktır.
- Kolon ekleri, kolon-kiriş birleşim yerinden en az kat yüksekliğinin $\frac{1}{4}$ 'ü kadar uzakta yapılacaktır. Eklerin küt kaynak ile 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.

- Süneklik Düzeyi Yüksek Çelik Çaprazlı Perdeler

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

- Kararlılık bağı çaprazlarının kolon-kiriş birleşim noktasına ya da iki kararlılık çaprazının bir kiriş üzerindeki ortak birleşim noktasına göre dışmerkezliği, perde kolonları arasındaki açıklığın $\frac{1}{5}$ 'i ile $\frac{1}{10}$ 'u arasında seçilecektir. Dış merkez kararlılık çaprazlarının kirişle birleşme noktalarında, kirişin yanal burkulmasının ve ayrıca yerel burkulmaların önlenmesi için gerekli önlemler alınacaktır.

- Kararlılık bağı çaprazlarının kolonlara bağlandığı perdelerde, bağlantı kolon kesitinin başlığına yapılacaktır. Kolon gövdesine bağlantı yapılamaz.
- Basınç kuvveti de alacak şekilde hesaplanan kararlılık bağı çaprazlarının narinlik oranı 100'den fazla olamaz.
- Birden çok parçalı olup basınç kuvveti de alan kararlılık bağı çaprazlarında, TS-648'in ara bağlantılara ilişkin tüm kuralları geçerlidir.
- Kararlılık bağı çaprazlarının birleşimlerinde kaba bulon kullanılması durumunda, bulonların emniyet gerilmeleri %33 azaltılacaktır.

2.3.1.2 Süneklik düzeyi normal sistemler

- Süneklik Düzeyi Normal Çerçeveler

- Süneklik düzeyi normal çerçevelerde, süneklik düzeyi yüksek çerçeveler için verilen enkesit koşulları, kolonların kirişlerden daha güçlü olması koşulu ve kolonların kirişlerden daha güçlü olması koşulunun bazı kolonlarda sağlamaması durumu için uygulanması gereken kurallara uyulması zorunlu değildir.
- Süneklik düzeyi yüksek çerçeveler için “Çerçevelerde Ek ve Birleşimler” başlığı altında verilen koşullar, kaba bulon ile öngerilmeli olarak kullanılan yüksek dayanımlı bulonlar ve ankraj bulonlarının kullanımı ile ilgili madde hariç olmak üzere, süneklik düzeyi normal çerçeveler için de geçerlidir.
- Süneklik düzeyi normal çerçevelerde ek ve birleşimlerin hesabında deprem yüküne göre bulunan iç kuvvetlerin iki katı alınacaktır.

- Süneklik Düzeyi Normal Çelik Çaprazlı Perdeler

Süneklik düzeyi normal çelik çaprazlı perdeler; kolonlar, kirişler ve düğüm noktalarına merkezi olarak bağlanan çapraz örgü çubuklarından oluşan yatay yük

taşıyıcı sistem elemanlarıdır. Bu elemanlara uygulanacak koşullar aşağıda belirtilmiştir:

- Çaprazların sadece çekmeye çalışmak üzere hesaplanması durumunda, kararlılık bağı çaprazlarının narinlik oranı 250'yi aşmayacaktır.
- Basınç kuvveti de alacak şekilde hesaplanan kararlılık bağı çaprazlarının narinlik oranı 100'den fazla olamaz.
- Birden çok parçalı olup basınç kuvveti de alan kararlılık bağı çaprazlarında, TS-648'in ara bağlantılara ilişkin tüm kuralları geçerlidir.
- Kararlılık bağı çaprazlarının birleşimlerinde kaba bulon kullanılması durumunda, bulonların emniyet gerilmeleri %33 azaltılacaktır.

Anlaşılabileceği üzere 1975 Deprem Yönetmeliği'nde yer almayan pek çok tanımlama, ilgili standart ve yönetmeliklere ilişkin atıflar, konstrüktif kuralların yanısıra belirli durumları içeren hesap esasları, elastik hesap yapılsa bile enkesitlerin bazı plastik hesap koşullarını da gerçeklemesi gerektiği farklı iki sistem açısından ayrı ayrı belirtilmektedir.

1975 Deprem Yönetmeliği-Çelik Yapılar Bölümü'nde belirtilen "kafes sistemlerde çekme çubuklarının da narinliği 250'den küçük olmalıdır" koşulunun yeni deprem yönetmeliğinde süreklilik düzeyi normal çelik çaprazlı perdeler bölümünde yeralan ilk madde ile denk düştüğü gözükmemektedir. Bunun yanında, 1998 Deprem Yönetmeliği'nde birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde süreklilik düzeyi yüksek çerçevelerin eğilme aktaran ek ve birleşimlerinde kaba bulon kullanımının yasaklanmasına rağmen, 1975 Deprem Yönetmeliği'nde ilgili madde de birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, kaba bulonların emniyet gerilmeleri %30 azaltılmak ve çift somunlu olmak koşulu ile kullanılabilecekleri belirtilmektedir.

2.3.2. Emniyet gerilmeleri, yük ve malzeme güvenlik katsayıları

1975 Deprem Yönetmeliği'nde;

- Depremle ilgili kesit hesaplarında çelik emniyet gerilmeleri en fazla %33 kadar artırılabilir.

- Çelik yapılardaki her türlü ek ve birleşimlerin hesaplanmasında emniyet gerilmeleri değerleri ikinci yükleme haline ait olan emniyet gerilmeleri değerlerinden fazla alınamaz. Aynı kural, rüzgar ve kararlılık bağlantılarının diyagonellerinin boyutlandırılmasında da geçerlidir.

Tablo 2.1 Zemin grupları

Zemin Cinsi	Tanımlama
I	a) Masif volkanik kayalar ve derinlik kayaları, ayrışmamış sağlam metamorfik kayalar, çok sert çimentolu tortul kayalar b) Çok sıkı, kum çakıl c) Çok sert kil
II	a) Tüf ve aglomera gibi gevşek magmatik kayalar, süreksizlik düzlemleri bulunan ayrışmış çimentolu tortul kayalar b) Sıkı kum, çakıl c) Sert kil
III	a) Yumuşak süreksizlik düzlemleri bulunan çok ayrışmış metamorfik kayalar ve çimentolu tortul kayalar b) Orta sıkılıkta kum, çakıl c) Katı kil, siltli kil
IV	a) Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yumuşak ve altıvyon tabakaları, bataklık tipi veya çamur dipli deniz doldurulması ile oluşan zeminler ve dolgu tabakaları b) Gevşek kum c) Yumuşak kil, siltli kil

- Deprem etkilerinin gözönüne alınması halinde, zemin emniyet gerilmeleri birinci, ikinci ve üçüncü sınıf zeminlerde %33 arttırılabilir. Dördüncü sınıf zeminlerde zemin emniyet gerilmeleri arttırılmayacaktır. (Tablo 2.1)
- Temel tabanı altındaki ilk zemin tabakasının ikinci, üçüncü ya da dördüncü sınıf zemin cinsi olması halinde, statik yüklerin doğurabileceği oturmalar ek olarak deprem titreşimleri sonucu meydana gelebilecek oturma ya da farklı oturmalar da hesaplara sokulacak biçimde gözden geçirilmelidir.
- Dördüncü sınıf zeminler üzerinde yapılan temellerde çelik emniyet gerilmeleri arttırılmaz.

1998 Deprem Yönetmeliği'nde;

- 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:

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

veya daha elverişsiz sonuç vermesi durumunda,

$$0.9 G \pm 1.0 E$$

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 deprem bölgelerinde, şantiye kaynaklı birleşim ve eklerin sertifikalı kaynakçı tarafından yapılması zorunludur.

Tablo 2.2 Zemin grupları

Zemin Cinsi	Tanımlama
(A)	1. Masif volkanik kayalar ve ayrışmamış sağlam metamorfik kayalar, sert çimentolu tortul kayalar..... 2. Çok sıkı, kum çakıl..... 3. Sert kil ve siltli kil.....
(B)	1. Tüf ve aglomera gibi gevşek volkanik kayalar, süreksizlik düzlemleri bulunan ayrışmış çimentolu tortul kayalar..... 2. Sıkı kum, çakıl..... 3. Çok katı kil ve siltli kil.....
(C)	1. Yumuşak süreksizlik düzlemleri bulunan çok ayrışmış metamorfik kayalar ve çimentolu tortul kayalar..... 2. Orta sıkı kum, çakıl..... 3. Katı kil ve siltli kil.....
(D)	1. Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yumuşak, kalın alüvyon tabakaları..... 2. Gevşek kum..... 3. Yumuşak kil, siltli kil.....

Tablo 2.3 Yerel zemin sınıfları

Yerel Zemin Sınıfı	Tablo – 2'ye 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

- Bina temelleri, deprem sırasında oturma veya farklı oturmalarından ötürü üst yapıda hasara neden olmayacak biçimde, oturdukları zemin özellikleri gözönüne alınarak, zemin mekaniği ve temel inşaatı ilkelerine göre yapılacaktır.
- Temel zemini olarak Tablo 2.2’de (A), (B) ve (C) gruplarına giren zeminlerde statik yüklere göre tanımlanan zemin emniyet gerilmesi ve kazıklı temellerde kazığın yatay ve eksenel yükler için emniyetli taşıma yükü, deprem durumunda en fazla %50 arttırılabilir.
- Temel zemini olarak Tablo 2.2’de (D) grubuna giren zeminlerde, deprem durumunda zemin emniyet gerilmesi ve kazıkların emniyetli taşıma yükü arttırılamaz.

Görüldüğü üzere, ana hatları itibariyle, her iki yönetmelik arasında belirli bir uyumun gözlemlendiği düşünülebilir. Ancak yeni yönetmelikte, zemin sınıflandırmasının daha detaylı incelenerek oluşturulduğu açıktır. Buna dayanarak da ilk yönetmelikte öngörülen depremli durumdaki %33 zemin emniyet gerilmesi artışı %50 ye çıkarılmıştır. Sınıflandırmada, zemin tabakası kalınlıklarının etkisi de gözönüne alınmıştır. 1975 Deprem Yönetmeliği’nde “Emniyet Gerilmeleri” başlığı altında ilgili madde de belirtildiği üzere farklı zemin tabakalarının ilk zemin tabakası olması halinde meydana gelecek farklı oturmaların hesaplara sokulacak biçimde gözden geçirilmesi gerekliliği üzerinde durulmuştu. Bu durum, 1998 Deprem Yönetmeliği’nde daha dikkatle incelenerek zemin gruplarına ait belirli kalınlıklar tanımlanmış ve yerel zemin sınıfları oluşturulmuştur. (Tablo 2.3) Bunun yanında, yeni yönetmelikte, Emniyet Gerilmeleri Yöntemi ve Taşıma Gücü Yöntemi’ne göre emniyet gerilmeleri, yük ve malzeme güvenlik katsayıları ayrı ayrı verilmiştir. 1975 Deprem Yönetmeliği’nde Taşıma Gücü Yöntemi henüz hesap sistemine girmediği için bu yöntemle ilgili herhangi bir kural yer almamaktadır. Elastik Hesap Yöntemi’nin hakim olduğu bu yönetmelikte;

$$1.33 * (0.6 * \sigma_a) = 0.798 * \sigma_a \quad (2.2)$$

Denklem(2.2)’de görüldüğü gibi malzeme akma sınırına yaklaşık olarak %80 bir güvenlik uygulanmaktadır. Ancak 1998 Deprem Yönetmeliği’nde yer verilen Taşıma Gücü Yöntemi’nde aynı durumu inceleyecek olursak;

$$(1 / 1.15) * \sigma_a = 0.870 * \sigma_a \quad (2.3)$$

Denklem(2.3)'te malzeme akma sınırına uygulanan güvenlik katsayısı, yaklaşık %9 artarak %87 değerini almıştır. Bu artışın sebebi, Taşıma Gücü Yöntemi'nde yapının elastik ötesi davranışı gözönüne alınmakta ve göçme yüküne karşı tam bir güvenliğin sağlanabilmesidir. Özetle bu yöntemde, yapının, etkiyen yüklere karşı göstereceği davranışı tam anlamıyla belirlemek ve bu yüklere karşı olan güvenlik mertebesini tespit etmek ya da uygun mertebeyi seçmek mümkün olmaktadır.

2.4. Yapı Sünekliği Kavramı

2.4.1. 1975 Deprem Yönetmeliği'nde yapı sünekliği kavramı

Yurdumuz, daha önce meydana gelen depremlere ait bilgiler kullanılarak, deprem etkisinin önemine göre dört bölgeye ayrılmıştır. Bu bölgelere ait katsayılar Tablo 2.4'de verilmiştir. Bu bölgeler deprem bölge haritasında gösterilmiş olup, bunlar dışındaki bölgelerde deprem tehlikesinin bulunmadığı kabul edilmiştir. Deprem etkisinin bir dinamik etki olduğu düşünülürse toplam deprem kuvvetinin *Kütle × İvme* şeklinde yazılabileceği kabul edilebilir. Bunun sonucu olarak;

$$C_0 = \text{maksimum deprem ivmesi} / g$$

olarak ifade edilebilir. Mevcut kayıtların incelenmesinden depremlerin maksimum ivmelerinin *0.50g* değerlerine sık sık ulaştığı hatırlanırsa, Tablo 2.4'de verilen değerlerin oldukça düşük bulunduğu anlaşılır. Buradan da, bu düşük değerlerle yapılacak elastik hesabın gerçekte çok daha büyük deprem kuvvetlerine maruz kalan taşıyıcı sistemin elastik ötesi davranışı ile eşleştirilmektedir. Bu eşleştirmenin gerçekleştirilebilmesi için, yapının yeteri kadar sünek olmasının sağlanması gerekir. Buradan da sünekliğe verilecek özenin yapılan deprem hesabı kadar önemli olduğu ortaya çıkar[4].

Tablo-2.4 Deprem bölge katsayısı

Deprem Bölgesi	1	2	3	4
C_0	0.10	0.08	0.06	0.03

2.4.2. 1998 Deprem Yönetmeliği'nde yapı sünekliği kavramı

Deprem bölge katsayısı belirlenirken bir yapının ekonomik ömrünün 50 yıl olduğu kabul edilmiş ve bu sürede sözkonusu bölgede beklenen en şiddetli deprem gözönüne alınmıştır. Tablo 2.5'de verilen A_0 değerleriyle beklenen maksimum deprem ivmesinin yerçekimi ivmesine olan oranı karşılaştırılırsa, belirgin bir uyuşum görülür. Ancak eşdeğer deprem yükü altında çözüm, taşıyıcı sistemin elastik davrandığı kabul edilerek yapılırken, taşıyıcı sistemin göçme yükünün daha gerçekçi olarak elasto-plastik davranış kabulü ile bulunması gerekir. Buna göre R bu iki davranışı birbiri ile eşleştiren katsayı olmak üzere, taşıyıcı sistemin $A_0 * g / R$ maksimum deprem ivmesi altında elastik davranışı ile $\ddot{v}_{gmax}$ maksimum deprem ivmesi altındaki elasto-plastik davranışı yaklaşık olarak eşdeğer kabul edilir. Bu kabulün temelinde taşıyıcı sistemin elastik çözümünün, elasto-plastik çözümünden çok daha kolay elde edilebileceği bulunmaktadır. Elasto-plastik davranış altında, yapı elastik davranışa göre daha büyük taşıma kapasitesine sahip olduğu için R gibi bir davranış değiştirme katsayısı kullanılır. Eğer süneklik için gerekli koşullar sağlanmışsa, elasto-plastik kapasite, elastik olanın 4-8 katına çıkabilir. Ayrıca, yukarıda sözü edildiği gibi elasto-plastik davranışta yutulan enerji, yapının daha büyük deprem ivmelerine karşı koymasını sağlar[5].

Ayrıca ABYYHY (1975) yönetmeliğine göre tasarlanmış bir yapı, ABYYHY (1998) yönetmeliğindeki "süneklik" şartının bağlandığı, kuvvetli kolon-zayıf kiriş ilkesinin koşulu olan herhangi bir düğüm noktasında bir doğrultudaki kolonların moment taşıma kapasitesinin aynı doğrultudaki kirişlerin toplam moment taşıma kapasitesinden büyük ya da eşit olması kuralı, nedeni ile 1998 Deprem Yönetmeliği'ne göre 'sünek' kabul edilmemektedir[6].

Tablo-2.5 Deprem bölge katsayısı A_0 ve bu bölgelerde beklenen şiddet ve en büyük ivme değerleri

Deprem Bölgesi	1	2	3	4
A_0	0.40	0.30	0.20	0.10
Beklenen en büyük deprem şiddeti (MMI)	IX ve daha büyük	VIII	VII	VI
$\ddot{v}_{gmax} / g$	0.53 ve daha büyük	0.52	0.23	0.10

3. EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ YÖNTEMİ'NİN 1998 ve 1975 DEPREM YÖNETMELİKLERİ AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI

Bu bölümde Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi, her iki yönetmelikte yer aldığı şekilde, tanım ve kapsam bakımından, uygulanabilirlik açısından, dinamik hesap kabul ve uygulama alanı bakımından son olarak da hesap akışı yönünden karşılaştırılacaktır.

3.1. Tanım ve Kapsam

- 1975 Deprem Yönetmeliği'nde;

Bu yönetmelikte deprem etkilerine göre hesap bakımından yapılar başlıca iki sınıfa ayrılmıştır.

a) Taşıyıcı sistemi düzenli yapılar:

Taşıyıcı sistemleri döşeme ya da kirişler ile düşey kolonlardan oluşan, kolon ve perdeleri sürekli olarak temele kadar inen yapılara “Taşıyıcı Sistemi Düzenli Yapılar” adı verilir.

b) Taşıyıcı sistemi düzensiz yapılar:

Yukarıdaki tanımın dışında kalan ve rijitlik ya da kütle yayılımı bakımından süreksizlikler ya da düzensiz yığılmalar gösteren yapılara “Taşıyıcı Sistemi Düzensiz Yapılar” adı verilir.

- 1998 Deprem Yönetmeliği'nde;

Bu yönetmelikte diğerinde olduğu gibi taşıyıcı sistemi düzenli ve düzensiz yapılar şeklinde tanımlama yapmak yerine detaylı bir biçimde düzensizlik araştırmasına girilmiş ve bu doğrultuda düzensiz binalara ilişkin ayrıntılı incelemeler sonucunda, ‘Planda Düzensizlikler’ ‘Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları’ başlık ve bunların alt başlıkları belirlenerek tanımlama yoluna gidilmiştir.

- Düzensiz binalar:

Depreme karşı davranışlarındaki olumsuzluklar nedeni ile tasarımından ve yapımından kaçınılması gereken türden binalara “Düzensiz Binalar” adı verilir.

- Düzensiz binalara ilişkin koşullar:

A- Planda düzensizlikler

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 oranına “Burulma Düzensizliği Katsayısı”, bu katsayının(η_{bi}) 1.2’den büyük olması durumuna da “Burulma Düzensizliği” adı verilmektedir. Görelî kat ötelemelerinin hesabı, $\pm\%5$ ek dış merkezlik etkileri de gözönüne alınarak yapılmalıdır.

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 aktarabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması durumu,

III-Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumu.

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.

A4- Taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması:

Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının plandaki asal eksenlerinin, gözönüne alınan birbirine dik yatay deprem doğrultularına paralel olmaması durumudur.

B- Düşey doğrultuda düzensizlik durumları

B1- Komşu katlar arası dayanım düzensizliği (Zayıf kat):

Betonarme binalara yönelik bir düzensizlik kavramı ve Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin uygulanabilirliğinin belirlenmesinde bir rol oynamadığından tanımına yer verilmemiştir.

B2- Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (Yumuşak kat):

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir i'inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesinin bir üst kattaki ortalama görelî kat ötelemesine oranına "Rijitlik Düzensizliği Katsayısı", bu katsayının (η_{ki}) 1.5'ten fazla olması durumuna da "Rijitlik Düzensizliği" adı verilmektedir. Görelî kat ötelemelerinin hesabı, $\pm\%5$ ek dış merkezlik etkileri de gözönüne alınarak yapılmalıdır.

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 veya kirişlere oturtulması durumudur.

Anlaşılaçağı üzere ABYYHY (1975) yönetmeliğinde tek bir madde ile tanımlanan düzensizlik kavramı, ABYYHY (1998) yönetmeliğinde daha ayrıntılı bir biçimde iki ana ve bunlara bağı toplam yedi alt başlık halinde tanımlanmıştır.

3.2. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin Uygulanabileceğı Binalar

Tablo-3.1 ABYYHY (1975) yönetmeliğinde Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin uygulanabileceğı binalar

DEPREM BÖLGESİ	BİNA TÜRÜ	TOPLAM YÜKSEKLİK SINIRI
1, 2, 3, 4	Taşıyıcı sistemi düzenli tüm binalar	$H_N \leq 75$ m

Ancak, kubbe, kabuk çatı ve kemer barajlar gibi yüzeysel taşıyıcı sistemli yapılar ile köprülerin, iki boyuta indirgenmeyen uzay sistemlerin, ağırlık barajlarının, tünellerin ve toprak altı yapılarının depreme göre hesap ilkeleri bu yönetmelik kapsamının dışında olduğı belirtilmelidir. Tablo-3.1'de görüleceğı gibi yöntemin uygulanabilirliğini belirleyici herhangi bir deprem bölgesi sınırlaması getirilmemiştir.

Tablo-3.2 ABYYHY (1998) yönetmeliğinde Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin uygulanabileceğı binalar

DEPREM BÖLGESİ	BİNA TÜRÜ	TOPLAM YÜKSEKLİK SINIRI
1, 2	A1 türü burulma düzensizliğı olmayan, varsa herbir katta $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağlayan binalar	$H_N \leq 25$ m
1, 2	A1 türü burulma düzensizliğı olmayan, varsa herbir katta $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağlayan ve ayrıca B2 türü düzensizliğı olmayan binalar	$25 < H_N \leq 60$ m
3, 4	Tüm binalar	$H_N \leq 75$ m

Yeni yönetmelikte ise, deprem hesabı yöntemini belirleyici koşullar genişletilerek, hem bina türü ve A1, B2 düzensizliklerine bağı deprem bölgesi sınırlamaları hem de belirli toplam yükseklik sınırlamalarına yer verilmiştir. Tablo 3.2 incelendiğinde, yüksekliğı 75 m'yi geçmeyen tüm binaların deprem hesabında, sadece üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde yapılmaları halinde Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin uygulanabileceğı açıkça görülmektedir. Bunun yanında, taşıyıcı sistemin düzensizliğı, tanımlanan belirli düzensizlik katsayılarının uygun görülen değerleri aşması veya aşmaması durumu olarak verilmiştir. ABYYHY (1975) yönetmeliğinde bu tür binalar için bir deprem bölgesi sınırlaması getirilmemiştir.

3.3. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi Hesap Akışı

Bu başlık altında, ABYYHY (1975) yönetmeliğinde yer verilen Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile ABYYHY (1998) yönetmeliğinde yeralan Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin uygulama aşamasında yapılan kabuller ve belirli katsayıların hesabındaki farklı ve benzer yanları, birtakım benzeşimler yapılarak açıklanacaktır.

3.3.1. Deprem kuvveti hesabı

- ABYYHY (1975) yönetmeliğinde yapıya etkiyecek toplam yatay deprem kuvveti;

$$F = C * W \quad (3.1)$$

şeklinde tanımlanmıştır. Denklem (3.1) incelendiğinde, bu deprem kuvvetinin, yapının toplam ağırlığının (W) belirli bir katsayı (C) ile çarpılarak hesaplandığı görülür.

- ABYYHY (1998) yönetmeliğinde yapıya etkiyecek toplam yatay deprem kuvvetinin hesabında, böyle bir katsayı tanımlanmamış olmasına rağmen karşılaştırmayı daha anlaşılır kılmak, farklı ve benzer yapıları kolaylıkla ortaya çıkarabilmek için aynı notasyonu (C) koruyarak bir katsayı tanımlama yoluna gidilmiştir. Bu esasa yeni yönetmelik de yapıya etkiyecek toplam yatay deprem kuvveti;

$$V_t = C * W \quad (3.2)$$

şeklinde tanımlanabilir. Denklem (3.2)'de görüleceği gibi sadece kuvveti temsil eden notasyonda bir değişiklik yapılmış olup, içerik aynen korunmuştur.

3.3.2 Deprem katsayısı hesabı

- ABYYHY (1975) yönetmeliğinde deprem katsayısının hesabı;

$$C = C_0 * K * S * I \quad (C \geq C_0 / 2) \text{ olmak koşulu ile} \quad (3.3)$$

şeklinde verilmiştir. Denklem (3.3)'de verilen deprem katsayısı hesabının belirli değerlerin çarpımından meydana geldiği görülmektedir.

Tablo-3.3 Deprem bölge katsayısı

Deprem Bölgesi	C ₀
1	0.10
2	0.08
3	0.06
4	0.03

Tablo-3.4 Yapı önem katsayısı

YAPI CİNSİ	I
Bir deprem süresince ya da hemen sonra kullanılması zorunlu yapılar (PTT, itfaiye ve radyoevi yapıları, kuvvet santralleri, pompa istasyonları, hastaneler, istasyon ve terminaller, rafineriler v.b.)	1.50
Önemli ve değerli malları saklayan yapılar (müzeler v.b.)	1.50
Halkın çok yığıldığı yapılar (okullar, spor tesisleri, tiyatrolar, sinema ve konser salonları, ibadet mahalleri, v.b.)	1.50
Halkın az yığıldığı yapılar (özel konutlar, oteller, iş yerleri, lokantalar, endüstri yapıları, v.b.)	1.00

Tablo-3.5 Yapı tipi katsayısı

Yapı Tipi	K
Çerçeveleri yatay yüklerin tamamını taşıyabilen çerçeve taşıyıcı sistemler	
Düktil çerçeveler (çelik ya da betonarme)	a) 0.60
	b) 0.80
	c) 1.00
Düktil olmayan çerçeveler	a) 1.20
	b) 1.50
	c) 1.50
Diyagonal çelik kafes çerçeveler	a) 1.33
	b) 1.50
	c) 1.60
Dolgu duvarı tipleri;	
a) Betonarme ya da yatay ve düşey donatılı yığma bölme duvarı	
b) Donatısız yığma bölme duvarı	
c) Hafif ve az bölme duvarlı ya da prefabrike beton bölme duvarlı	

Bir karşılaştırma yapıldığında C_0 'ın (Tablo-3.3) A_0 'a, K 'nın (R)'ye S 'nin de $S(T)$ 'ye denk düştüğü söylenebilir.

- ABYYHY (1998) yönetmeliğinde deprem katsayısının hesabı ise;

$$C = A_0 * S(T) * I * / R \quad (3.4)$$

şeklinde verilmiştir.

Tablo-3.6 Deprem bölgesi etkin yer ivmesi katsayısı

Deprem Bölgesi	A_0
1	0.40
2	0.30
3	0.20
4	0.10

Yeni yönetmelikte de denklem (3.4)'de görüleceği gibi deprem katsayısının hesabı, diğer yönetmeliğe göre farklı tanımlamalara sahip katsayıların çarpımından ibarettir.

Tablo 3.7 Bina önem katsayısı

Binanın Kullanım Amacı veya Türü	Bina Önem Katsayısı (I)
1. <u>Deprem sonrası kullanımı gereken binalar 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, belediye binaları, v.b.) b) Toksik, patlayıcı, parlayıcı vb özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	1.5
2. <u>İnsanların uzun süreli ve yoğun olarak ve değerli eşyanın saklandığı binalar</u> a) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb. b) Müzeler	1.4
3. <u>İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar</u> Spor tesisleri, sinema, tiyatro ve konser salonları, vb.	1.2
4. Diğer binalar Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb.)	1.0

Yapı sünekliği kavramının anlatıldığı Bölüm 2.4'de A_0 ve C_0 katsayıları arasında nasıl bir benzeşim ve farklılık olduğu belirtilmiştir.

Yapı önem katsayısı (I), yapının kullanım amacını yansıtır. Depremden hemen sonra kullanılması gereken yapılarda ve insanların çok yığıldığı yapılarda depremin doğuracağı zarar daha büyük olacağı için bu katsayı büyük tutulmuştur (Tablo-3.7) [1].

Yeni yönetmelikte, binalar dört kategoriye ayrılarak değerleri 1.0 ile 1.5 arasında değişen Bina Önem Katsayıları Tablo 3.7'de verilmiştir. ABYYHY (1975) yönetmeliğinde Tablo-3.4'de verilen Yapı Önem Katsayılarına göre, daha ayrıntılı olarak tanımlanan bu katsayıların, uygulamada karşılaşılan yapıların hemen tümünü kapsadığı söylenebilir [7].

Yapı tipi katsayısı (K), sünekliğin deprem kuvvetine olan etkisini yansıtmaktadır. Tablo3.5'de görüldüğü gibi yönetmeliklere uygun olarak projelendirilen yapılar sünek olacağı için deprem kuvveti azaltılmaktadır. Bunun gibi, hesapta gözönüne

alınmasa da taşıyıcı elemanlardan sayılmayan bölme duvarlarının rijitliklerine bağlı olarak çerçevenin yatay yükleri taşımasında olan yardımı, çerçeveye düşen deprem kuvvetinin azaltılması ile hesaba katılmış bulunmaktadır [3]. Daha önce Yapı Tipi Katsayısı (K) değeri bir başka değişle bir tür rijitlik katsayısı ile bazı zayıf ve az sünek taşıyıcı sistemlerin deprem yükleri arttırılmıştır (Tablo-3.8). Son yıllarda ise dünya depreme dayanıklı yapı tasarımı yaklaşımında bir değişiklik yapılarak bu etki R (Yapı Davranış Katsayısı) olarak tanımlanmaya başlamıştır. Temel olarak aynı kavramlardan yola çıkılmıştır. ‘R’ katsayısı yapının sünekliği, enerji yutma kapasitesi ve taşıdığı düşey yük düzeyi ile eleman taşıma gücü arasındaki emniyet payı oranının bir biçimde sayısallaştırılmasıdır. Bilimsel anlamda da kırılma anındaki toplam maksimum deplasmanın elastik sınır deplasmanına oranına süneklik katsayısı (Yapı davranış katsayısı) adı verilmektedir. 1998 Deprem Yönetmeliği’ndeki yapıya gelen deprem hesap kuvveti yaklaşımında, deprem kuvveti R katsayısına bölünerek azaltılmaktadır.

Tablo-3.8 Taşıyıcı sistem davranış katsayısı

ÇELİK BİNALAR		
BİNA TAŞIYICI SİSTEMİ	Süneklik Düzeyi Normal Sistemler	Süneklik Düzeyi Yüksek Sistemler
<u>Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar</u>	5	8
<u>Deprem yüklerinin tamamının, kolonları temelde ankastre, üstte mafsallı tek katlı çerçevelerle taşındığı binalar</u>	4	6
<u>Deprem yüklerinin tamamının çaprazlı perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından taşındığı binalar</u>		
a) Çaprazların merkezi olması durumu.....	3	-
b) Çaprazların dışmerkez olması durumu.....	-	7
c) Betonarme perde durumu...	4	6
<u>Deprem yüklerinin çerçeveler ile birlikte çaprazlı çelik perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar</u>		
a) Çaprazların merkezi olması durumu.....	4	-
b) Çaprazların dışmerkez olması durumu.....	-	8
c) Betonarme perde durumu...	4	7

Tablo-3.9 $K_{\max} / K_i$ ve $(1/R_i) / (1/R_{\max})$ değerlerinin karşılaştırılması

$K_{\max} / K_i$	2.667	2.000	1.600	1.333	1.203 1.067	1.000
$(1/R_i) / (1/R_{\max})$	2.667	2.000	1.600	1.333	1.143	1.000

Tablo-3.9’de görüleceği gibi, sözkonusu her iki deprem yönetmeliği için, yapının yatay deprem yüklerine karşı davranışını temsil eden bu sabitler, kendi içlerinde oranlanıp karşılaştırıldığında, bu oranlar, yapının sünek davranışını sağlayacak ilkelerden bir başka deyişle sünek yapı tasarımından uzaklaşıldıkça yapının deprem analizine esas olacak yatay deprem yükünün hangi oranda artacağını göstermektedir. Bu oranlar incelendiğinde, yapıların çoğunda, deprem yükünde meydana gelecek artış, gerek yapı tipi katsayısı (K) gerekse yapı davranış katsayısı (R)’nin aralarında kavram olarak ve hesaplara etkimelerinde farklılıklar olmasına rağmen, aynı oranlarda olmaktadır.

Tablo-3.8’de sadece çelik binalar için verilen Taşıyıcı Sistem Davranış katsayısı ile yapının, ender meydana gelen çok şiddetli depremlerde birtakım plastik şekildeğiştirmeler yaparak deprem enerjisinin sönmülenme düzeyi belirlenmiş, bununla beraber can kaybına ve yapının toptan göçmesi önlenerek biçimde tasarımı sağlanmıştır. Çelik yapılar açısından bakıldığında yapı davranışını daha iyi tarifleyebilmek ve taşıyıcı sistem tasarımının önemini anlayabilmek amacıyla eski deprem yönetmeliğinde (1975) yer almayan çelik çaprazların merkezi veya dışmerkez olarak düzenlenmesi durumunun yapının sünekliğine olan etkisi düşünüldüğünde (bkz. Tablo-3.8) yeni deprem yönetmeliğinde (1998) bu konuya yer verilmesi oldukça önemli bir gelişme sayılır.

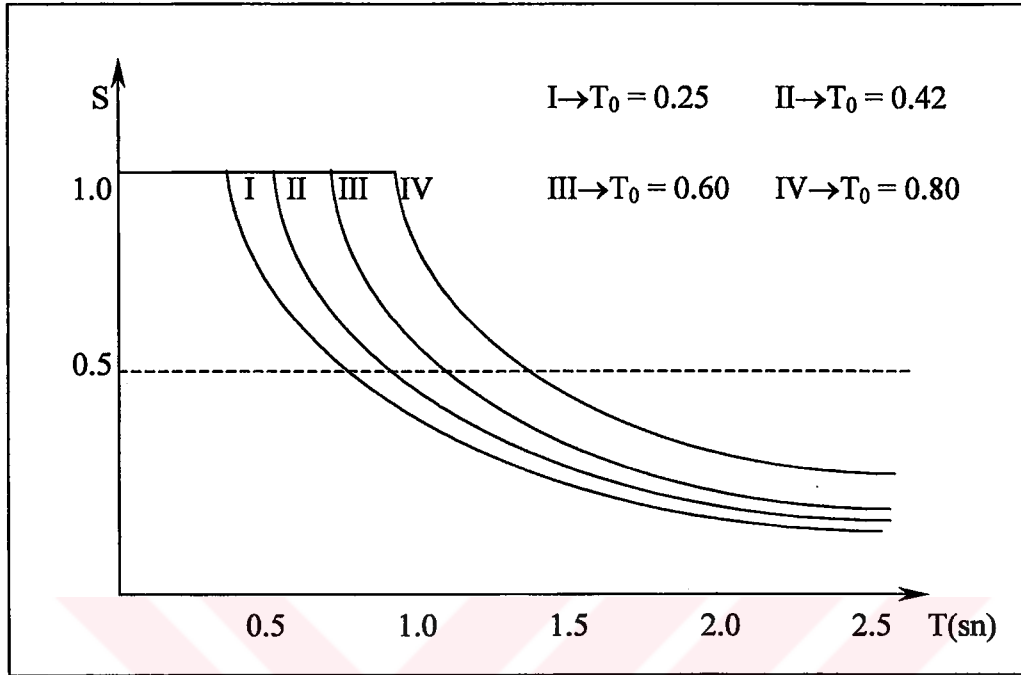
3.3.3. Spektrum katsayısı (Yapı dinamiği katsayısı) hesabı

- ABYYHY (1975) yönetmeliğinde bu katsayının hesabı;

$$S = 1 / (| 0.8 + T + T_0 |) \quad (3.5)$$

formülü kullanılarak yapılmaktaydı. Zemin cinsine bağlı olarak değişen zemin hakim periyodu (T_0) ve yapının birinci doğal titreşim periyoduna göre spektrum katsayısının değişimi grafik halinde Şekil-3.1’de gösterilmiştir. Denklem (3.5)’te T_0

değeri, iki doğal periyodun birbirine yakın olması halinde zeminin deprem hareketini büyütme etkisini yansıtmaktadır[4].



Şekil-3.1 İvme spektrumu eğrileri

Şekil-3.1’de görüleceği gibi spektrum katsayısı maksimum ‘1’ değerini almaktadır. Ayrıca eğrilerin, doğru ve eğrisel olmak üzere iki ana kısımdan oluştuğu, ancak bu durumun, deprem sırasında alınmış ivme spektrum eğrisi kayıtları ile karşılaştırıldığında çok iyi bir yaklaşım olmadığı söylenebilir. Yapıya etkiyecek toplam deprem kuvvetinin bu katsayı ile doğru orantılı olduğu da hatırlanırsa, bu katsayının, toplam deprem kuvvetinin hesabında, bu kuvveti arttırıcı hiç bir etkisi olmadığı aksine azaltıcı nitelikte olduğu anlaşılır. Verilen eğriler (Şekil-3.1) incelendiğinde, kötü zemine doğru gidildikçe, spektrum katsayısının maksimum değerini (1) içine alan, yapının birinci doğal titreşim periyodu değeri artmaktadır. Bu durum zemin büyütme faktörünün yumuşak zeminlerde daha geniş bölgede etkili olduğundan kaynaklanmaktadır. Bunun anlamı, yapının birinci doğal titreşim periyodu belirli sınırlar dahilinde tutulmadıkça, yapıya etkiyecek toplam deprem kuvvetinin hesabında, bu katsayı, bu kuvveti azaltıcı bir faktör olarak gözükmemektedir şeklinde ifade edilebilir.

Tablo-3.10 Zemin hakim periyodu

Zemin Cinsi		Zemin Hakim Periyodu (sn) (T_0)	Ortalama T_0 (sn)
I	a	0.20	0.25
	b	0.25	
	c	0.30	
II	a	0.35	0.42
	b	0.40	
	c	0.50	
III	a	0.55	0.60
	b	0.60	
	c	0.65	
IV	a	0.70	0.80
	b	0.80	
	c	0.90	

ABYYHY (1975) yönetmeliğinde zemin hakim periyodu, zemin cinsine bağlı spektrum katsayısı hesabında kullanılmak üzere tek bir ortalama değer (Tablo-3.10) olarak verilmiştir.

- ABYYHY (1998) yönetmeliğinde ise bu katsayının hesabı, gerçek deprem ivme kayıtları gözönüne alındığında daha gerçekçi bir yaklaşımla;

$$S(T) = 1 + 1.5 * T / T_A \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (3.6a)$$

$$S(T) = 2.5 \quad (T_A \leq T \leq T_B) \quad (3.6b)$$

$$S(T) = 2.5 * (T_B / T)^{0.8} \quad (T > T_B) \quad (3.6c)$$

Verilen spektrum eğrisinin üç bölgesi için ayrı ayrı olmak üzere (3.6a), (3.6b), (3.6c) formülleri kullanılarak yapılmaktadır.

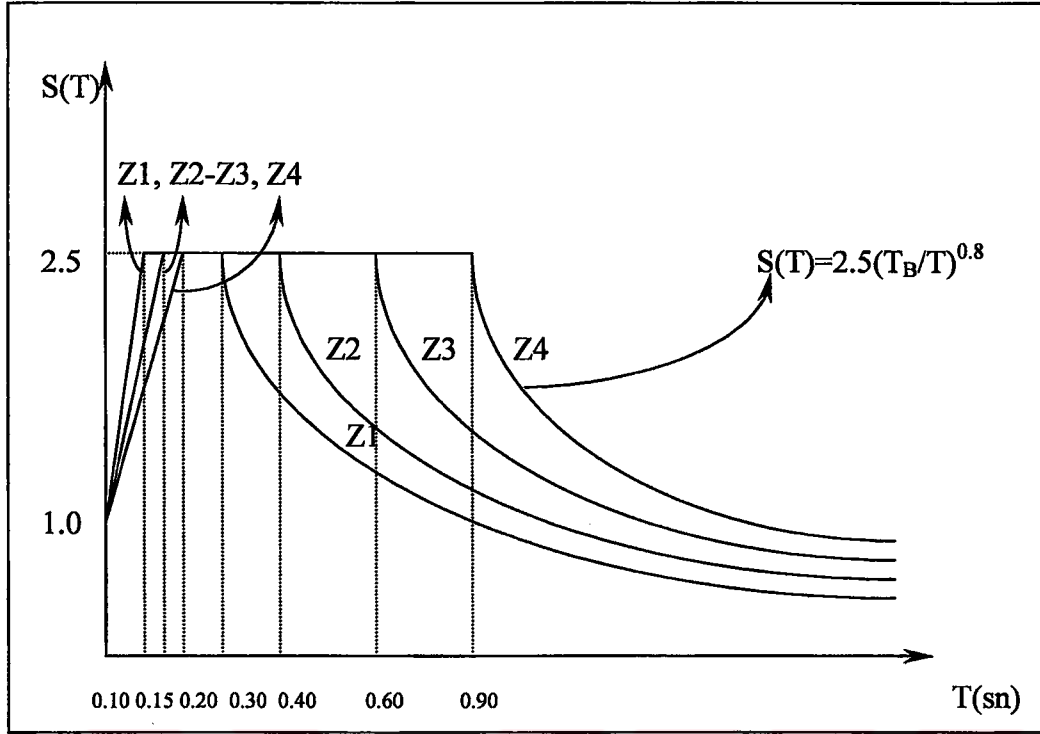
Bir sonraki bölümde, ayrıntılarıyla verilecek olan çok katlı bir çelik yapı üzerinde yapılan incelemede, yönetmeliklerde tariflenen zemin sınıflarına göre yapıya etkiyecek toplam yatay deprem kuvvetin belirlenmesini sağlayan deprem katsayısı ve bu katsayının değişimi Tablo-3.10'de özetlenmiştir.

Tablo-3.11 Zemin sınıfına bağlı olarak deprem katsayısının yönetmeliklere göre değişimi

Yerel Zemin Sınıfı (1998)	Zemin Cinsi (1975)	Hesaplanan Deprem Katsayısı (1998)	Hesaplanan Deprem Katsayısı (1975)	Deprem Katsayısı Değişimi
Z1	I	0.0351	0.0896	2.553
Z2	II	0.0441	0.1017	2.306
Z3	III	0.0610	0.1186	1.944
Z4	IV	0.0844	0.1456	1.725

Deprem katsayısının hesabında yapının birinci doğal titreşim periyodu SAP90 yapısal analiz programı kullanılarak hesaplanmış olup, yapı davranış katsayısı (R) '8' olarak alınmıştır. ABYYHY (1975) yönetmeliğinde tanımlanan yapı tipi katsayısı (K), diyagonalli çelik kafes çerçeveli hafif ve az bölme duvarlı yapılar için '1.6' değeri alınarak hesaplara etkilmiştir. Tablo 3.11'in içerdiği tüm hesaplamalar ikinci derece deprem bölgesi esas alınarak yapılmıştır. Tablo-3.11 incelendiğinde, bu tür yapı ve kabuller için 1975 Deprem Yönetmeliği'nin yapının analizinde daha büyük deprem kuvvetlerini esas aldığı görülmektedir. Ancak yapı davranış katsayısı (R) değerini, süneklik düzeyi normal yapılar için olan '4' kabul ederek hesaplar tekrarlanırsa, ABYYHY (1998) yönetmeliğine ait deprem katsayısı değerlerinin iki katına yükseldiği görülür. Bu durum dikkate alınarak hesap yapıldığında, birinci ve ikinci sınıf zeminlere ait değerlerin incelenmesiyle, bu iki zemin sınıfı için ABYYHY (1975) yönetmeliği daha büyük değerler verirken, üçüncü ve dördüncü sınıf zeminlere ait değerlerin incelenmesinde, bu durumun tam tersi olarak yeni yönetmeliğin verdiği değerler daha büyük olmaktadır.

Yeni yönetmelikte ivme spektrum eğrisi eskisinden farklı olarak iki yerine, üç bölgeden oluşmaktadır. Şekil-3.2'de görüleceği üzere spektrum katsayısının maksimum değeri de artık '1' değil '2.5' tur. Bunun yanında daha iyi bir yaklaşımla, zemin sınıfına bağlı spektrum karakteristik periyotları (Tablo-3.12), T_A ve T_B olmak üzere, spektrum eğrisinin '2.5' değeri ile sabit kaldığı bölgeyi tanımlamaktadırlar.



Şekil-3.2 İvme spektrumu eğrisi

Tablo-3.12 Spektrum karakteristik periyotları

Tablo-2.3'e göre Yerel Zemin Sınıfı	T_A (sn)	T_B (sn)
Z1	0.10	0.30
Z2	0.15	0.40
Z3	0.15	0.60
Z4	0.20	0.90

Şekil-3.2' de verilen spektrum katsayısı değişiminin incelenmesinden bunun gerçek ortalama ivme spektrum eğrilerine benzediği görülür. Görüldüğü gibi, eğrilerin başlangıçta yükselen bir bölümün ardından, en büyük değerin alındığı bir bölüm bulunmaktadır. Periyotların büyümesi ile spektral değerlerin küçüldüğü görülmektedir. Spektrum katsayısı yumuşak zeminlerde (Z4) daha geniş periyot bölgesinde en büyük değerini alırken, sert zeminlerde (Z1) bu bölge daha dar olarak ortaya çıkmaktadır. Bu durum zemin büyütmesinin yumuşak zeminlerde daha geniş bölgede etkili olduğundan kaynaklanmaktadır. Verilen spektrum eğrisinin sönüme bağlı olmaması, değişimin ortalama bir değer için verildiği şeklinde yorumlanabilir. Deprem etkilerinin büyüme eğilimine girmesi durumunda, sönümünde artarak aşırı artımı önleyeceğinden, spektrum katsayısının en büyük değeri 2.5 olarak tespit edilmiştir [1]. Yine, ABYYHY (1975) yönetmeliğinden farklı olarak spektrum

katsayısının belirlenen spektrum eğrisine göre daima birden büyük değerler aldığı bu sebeple de toplam deprem yatay kuvvetinin hesabında, bu kuvveti arttırıcı faktör olarak rol oynadığı söylenebilir.

3.3.4. Yapının birinci normal moduna ait doğal titreşim periyodunun yaklaşık hesabı

- ABYYHY (1975) yönetmeliğinde yapının birinci doğal titreşim periyodunun yaklaşık hesabı;

$$T = 0.09 * H / \sqrt{D} \text{ ya da} \quad (3.7a)$$

$$T = (0.07 \sim 0.10) * N \quad (3.7b)$$

formülleri kullanılarak yapılmakta ve hesaplanan periyot değerlerinden elverişsiz olanı (küçük periyot değeri) alınarak diğer hesaplar yürütülmekteydi. Denklem (3.7b)'de görülen katsayılar yapının rijitlik derecesine bağlı olarak değişen katsayılardır. Daha sonraki bölümde yer alacak olan çok katlı çelik yapının denklem (3.7a) ve denklem (3.7b) formülleri kullanılarak yapının, birinci doğal titreşim periyodu yaklaşık değerleri sırasıyla;

$$T = 0.515$$

$$T = 0.800$$

olarak hesaplanmıştır. Buna göre yapının analizinde kullanılması gereken yapının birinci moduna ait doğal titreşim periyodu değeri '0.515' olarak alınmalıdır.

- ABYYHY (1998) yönetmeliğinde bu değer için yaklaşık hesabı;

$$T_1 = C_t * H_N^{3/4} \quad (3.8)$$

formülü kullanılarak yapılmaktadır. Denklem (3.8)'de görülen C_t katsayısının alacağı değerler Tablo-3.12'de özetlenmiştir.

Tablo-3.13 C_t katsayısı

Taşıyıcı Sistemin Yapısı	C _t
Sadece betonarme çerçeve	0.07
Dışmerkez çaprazlı çelik perde	0.07
Sadece çelik çerçeve	0.08
Diğer tüm binalar	0.05

ABYYHY (1998) yönetmeliğinde de 1975 Deprem Yönetmeliği'ndeki katsayının tespitine benzer şekilde yapının taşıyıcı sisteminin rijitliğine bağlı olarak değişiminin C_t katsayısının (Tablo-3.13) tespitinde de etkili olduğu söylenebilir. Bir sonraki bölümde sunulacak olan çok katlı çelik yapının denklem (3.8) kullanılarak yaklaşık olarak hesaplanan birinci doğal titreşim periyodu;

$$T_1 = 0.797' \text{ dir.}$$

Ancak yapısal analiz programı kullanılarak hesaplanan periyot değerinin '1.026' olduğu gözönüne alındığında her iki deprem yönetmeliğine göre yaklaşık olarak hesaplanan periyot değerlerinin yapının tasarım aşamasında, gerçek değerlerden daha büyük yüklerin hesaplanmasına neden olacağından olumsuz yönde etkili olduğu, buna karşın güvenli tarafta kalındığı söylenebilir. Bu olumsuz etkinin giderilmesi ve yapının daha gerçekçi bir yaklaşımla birinci doğal titreşim periyodunu hesaplayabilmek için Rayleigh Yöntemi kullanılabilir.

3.3.5. Yapı ağırlığının hesabı

Her iki yönetmelikte de yapı ağırlığının hesap şekli ve kullanılan hareketli yük azaltma katsayısı değerleri aynıdır. Denklem (3.9) ve (3.10) kullanılarak yapının ağırlığı hesaplanabilir.

$$W = \sum_{i=1}^N w_i \quad (3.9)$$

$$w_i = g_i + n * q_i \quad (3.10)$$

Tablo-3.14 Hareketli yük katılım katsayısı

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

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. Tablo-3.14’de verilen hareketli yük katılım katsayısı, hareketli yük yoğunluğunun bulunduğu binalar için bu yoğunluğun mertebesine göre tespit edilmiştir. Hareketli yükün bulunma olasılığı arttıkça katsayı değeri de artar niteliktedir [1]. Bu katsayı her iki yönetmelikte de Tablo-3.14’teki haliyle korunmuştur.

3.3.6. Katlara etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin belirlenmesi

- ABYYHY (1975) yönetmeliğinde bu yük dağıtımı;

$$F_i = (F - F_t) \frac{W_i * h_i}{\sum W_i * h_i} \quad (3.11)$$

denklem (3.11) kullanılarak yapılmaktaydı. Yapının en üst katına uygulanacak olan ek tekil kuvvet (F_t) değeri;

$$F_t = 0.004 * F \left(\frac{H}{D} \right)^2 \quad (F_t \leq 0.15 * F \quad H / D \leq 3 \text{ ise } F_t = 0) \quad (3.12)$$

Denklem (3.12) kullanılarak hesaplanmaktaydı. Ancak bu kuvvetin hesaplanmasını sınırlayan koşullar incelendiğinde, bu kuvvetin ancak kule türü yapılarda etkili olduğu diğer bir değişle bu tür yapıların analizinde gözönüne alınması gerektiği kanaatine varılabilir.

- ABYYHY (1998) yönetmeliğinde ise katlara etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin hesabı bazı notasyon değişiklikleriyle;

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N (w_j H_j)} \quad (3.13)$$

denklem (3.13) kullanılarak yapılmaktadır. Yeni yönetmelikte farklı şekilde tanımlanan yapının en üst katına etkiyecek ek tepe kuvveti (ΔF_N);

$$\Delta F_N = 0.07 * T_1 * V_t \quad (\Delta F_N \leq 0.2 * V_t \text{ ve } H_N \leq 25\text{m için } \Delta F_N=0) \quad (3.14)$$

denklem (3.14) kullanılarak hesaplanmaktadır. Bu değerin hesabını sınırlayan şartlar incelendiğinde ise, eski yönetmelikten farklı olarak, kat yüksekliği 25 m'yi geçen her tür bina için bu ek tepe kuvvetinin hesaplanması zorunlu kılınmıştır. ABYYHY (1975) yönetmeliğinde 25m yüksekliğindeki bir binada ek tepe kuvvetinin etkisini dikkate alabilmek için yapının deprem doğrultusuna paralel genişliğinin 8m'den daha küçük olması gerekmektedir. Bu durum da ancak kule türü yapılarda mümkün olmaktadır.

3.3.7. Yatay ötelemelerin sınırlandırılması

ABYYHY (1975) yönetmeliğinde, yapıya ait herhangi bir yatay yerdeğiştirme sınırlaması veya bir koşul mevcut olmamasına rağmen 1998 Deprem Yönetmeliği'nde özellikle çelik yapıların deprem enerjisini sönmüleme yeteneğini dolayısıyla sünek davranış gösterebilme özelliğini sınırlayıcı koşullar yer almaktadır.

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.0035 \quad (3.15a)$$

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02 / R \quad (3.15b)$$

Görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması denklem (3.15a) ve (3.15b) verilen koşulların elverişsiz olanının gerçekleşmesi ile sağlanmaktadır. incelendiğinde

eşitsizliğin sol tarafında kalan ifade; $f(M, N, T, \dots)/R$ şeklinde düşünülebilir. Dolayısıyla her iki taraftaki R 'ler sadeleştirildiğinde yapının, yapı davranış katsayısı düşünülmeden gerçekleştirilmesi gereken sınır değer 0.02 olmaktadır. Denklem (3.15b)'deki sınırlayıcı koşul yapı davranış katsayısı (R) sekiz olarak alındığında 0.0025 değerini almaktadır. Sünek bir yapı için, deprem enerjisinin sönmülenmesi, belirli sınırlar dahilinde büyük deplasmanlar yapmak, hatta deprem sırasında toptan göçmeyi oluşturmayacak nitelikte ve büyüklükte hasarla enerjinin yutulmasını sağlamak, gerçekleştirilmesi gereken bir tasarım amacıdır. Buna göre, özellikle de çelik yapılar için bu tür sınırlamaların kullanılması, yapının depremden sonra hasar durumunun ne olması gerektiği hakkında soru işaretleri uyandırmaktadır.

3.3.8. İkinci mertebe etkilerin gözönüne alınması

ABYYHY (1975) yönetmeliği'nde, ikinci mertebe etkilerin hangi durumda yapının deprem analizinde etkili olduğu ve hesaplarda dikkate alınması gerektiği hakkında bir bilgi yer almamaktadır.

ABYYHY (1998) yönetmeliği'nde ise, bu durumun, taşıyıcı sistem elemanlarının doğrusal elastik olmayan davranışını esas alan daha kesin bir hesap yapılmadıkça, ikinci mertebe etkileri denklem (3.16)'ya bağlı olarak;

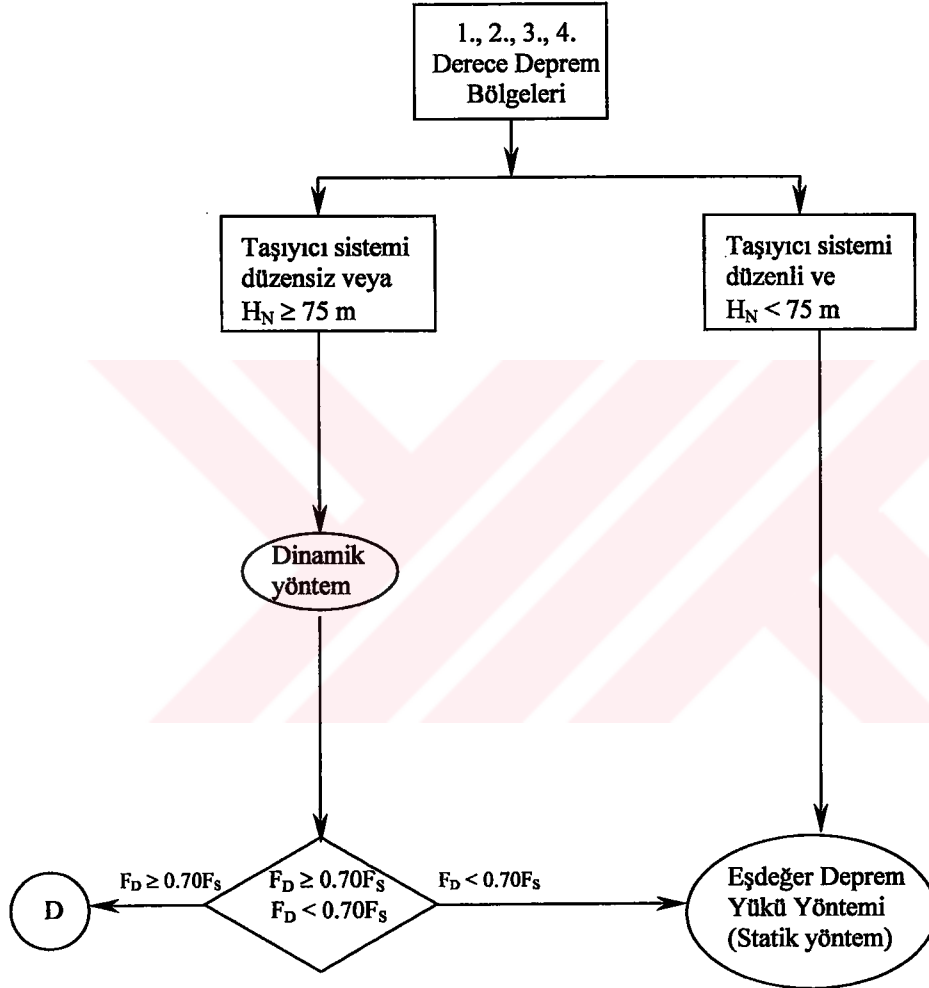
$$\theta_i = (\Delta_i)_{\text{ort}} \frac{\sum_{j=1}^N w_j}{V_i h_i} \leq 0.12 \quad (3.16)$$

Gözönüne alınan deprem doğrultusunda her bir katta, ikinci mertebe gösterge değeri, θ_i 'nin denklem (3.16) ile verilen koşulu sağlaması durumunda, ikinci mertebe etkilerin yürürlükteki çelik yapı yönetmeliklerine göre değerlendirilmesi gerektiği, koşulun herhangi bir katta sağlanamaması durumunda, taşıyıcı sistemin rijitliği yeterli ölçüde artırılarak deprem hesabının tekrarlanması gerekliliği belirtilmektedir.

3.3.9. ABYYHY (1975) ve ABYYHY (1998) yönetmeliklerinde yeralan Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi'nin hesap akış diyagramı

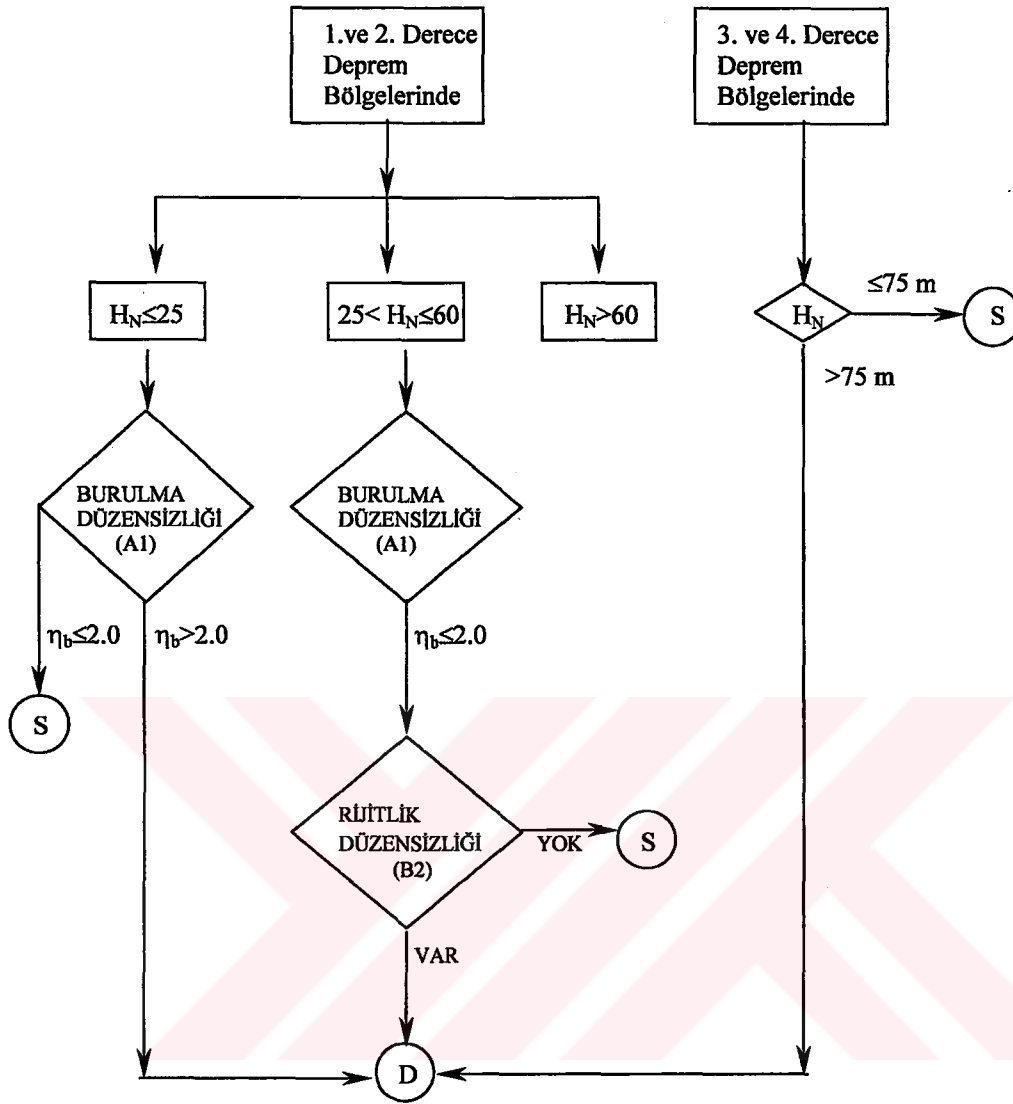
Bu bölümde her iki deprem yönetmeliğine ait deprem hesabı, akış diyagramları halinde özetlenmiştir.

- ABYYHY (1975) yönetmeliğinde;



Şekil-3.3 ABYYHY (1975) yönetmeliğine ait deprem analizinin hesap akış diyagramı

- ABYYHY (1998) yönetmeliğinde [7];

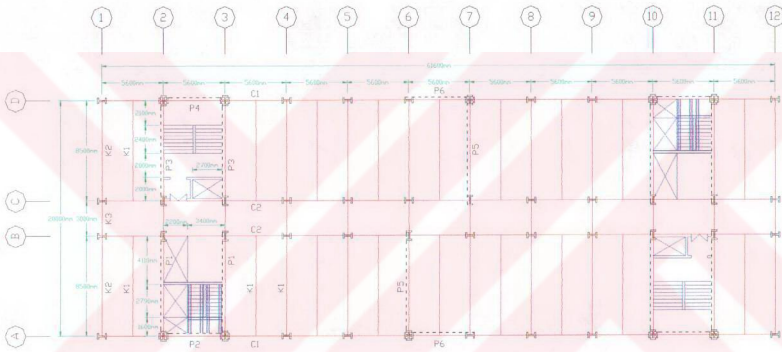


Şekil-3.4 ABYYHY (1998) yönetmeliğine ait deprem analizinin hesap akış diyagramı

4.ÇOK KATLI ÇELİK YAPININ PROJELENDİRİLMESİNE AİT ÖZELLİKLER

Bu bölümde eski (1975) ve yeni (1998) deprem yönetmeliklerinin karşılaştırılmasına esas olacak çok katlı çelik yapının, taşıyıcı sistem tasarımı, kullanılan hadde ürünü ve yapma çelik kesitler, uygulanan deprem karakteristikleri, yangın merdivenleri, ile ilgili gerekli bilgiler verilmiştir.

4.1. Normal Kat Planı



Şekil-4.1 Yapının normal kat planı

Yapı sekiz katlı olup, kat yüksekliği '3.20 m' olarak alınmıştır. Taşıyıcı sistemi oluşturan tüm kolon ve kirişler ile dışmerkezli çaprazlardan oluşan kararlılık çerçevelerinde hadde ürünü ve yapma çelik kesitler kullanılmıştır. Döşeme olarak '10 cm' yüksekliğinde betonarme plaktan yararlanılmıştır. Merdiven basamakları için hazır elemanlar ve mermer kaplamalar kullanılmıştır. Dış cephe kaplaması olarak alüminyum taşıyıcı sistemden oluşan giydirme cephe kaplaması düşünülmüştür.

4.2. Çerçeve ve Birleşimler

Deprem yüklerinin yapı tasarımını büyük oranda etkilediği gözönüne alınırsa, depreme dayanıklı yapı tasarımı için, ABYYHY (1998) yönetmeliğinde, kuvvetle

üzerinde durulan bazı tasarım ve hesap kurallarına uyulmasının zorunluluğu açıkça ortaya çıkar.

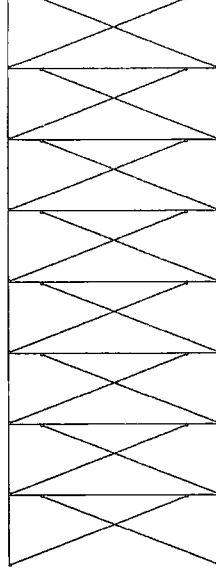
Bu açıklamadan yola çıkarak, genel itibariyle, x-x ve y-y doğrultularının her ikisi için de, yatay deprem yüklerine karşı kararlılık çaprazlı çerçeveler ile kiriş ve kolonlardan oluşan çerçevelerin birlikte çalışmasını sağlayacak şekilde bir tasarım yapılmaya çalışılmış, birleşimlerin de bu özelliği gerçekleyebilmesi sağlanmıştır. Böylece, 1998 Deprem Yönetmeliği esas alınarak yapılacak yatay yük analizinde, hesaplara esas olacak deprem yükü mümkün olan en alt düzeye çekilmiştir.

Yapının kesit hesaplarında, elastik hesap kuralları esas alınmış ve yapılan kontrollerde elastik hesapta önerilen sınırlayıcı katsayı ve değerler kullanılmıştır. Tüm yapıda kolonlar temelde ankastre bağlı olarak kabul edilmiştir.

4.3. Kararlılık Çaprazlı Çerçevelerin Konumlandırılması ve Tasarımı

Kararlılık çaprazlı çerçeveler genel olarak merdiven kovaları etrafına yerleştirilmiştir. Şekil-4.1’de görüldüğü üzere yapıdaki kolonlar genel olarak kısa doğrultuda zayıf eksenleri ile çalışmaktadırlar. Bu doğrultuda kararlılık çaprazlı ve diğer çerçevelerin birlikte çalışmasını ve yapıya her iki doğrultuda da yaklaşık eşit mertebede rijitlik sağlayabilmek amacıyla planda orta bölüme iki adet kararlılık çaprazlı çerçeve daha yerleştirilmiştir.

Kararlılık çaprazlı çerçevelerde, yeni deprem yönetmeliğinde tanımlanan süneklik katsayısını (Yapı Davranış Katsayısı: R) yüksek tutmak için çaprazlar şekil-4.2’de görüldüğü gibi dışmerkezli olarak konumlandırılmıştır.



Şekil-4.2 Dışmerkezli çelik çaprazlı çerçeve

Yapılan yatay yük (deprem ve rüzgar) analizinde, yatay kuvvetlerin etkime doğrultusuna göre çaprazlardan basınç kuvveti taşıyacak olanlar, burkulduğu düşünülerek analize dahil edilmemiş, dışmerkezlik olarak da çerçeve açıklığının onda biri ($l/10$) esas alınmıştır. Bu çerçevede tüm kolon-kiriş birleşimleri bulonlu rijit bağlı, çaprazlar ise kiriş başlıklarına her iki ucundan da mafsallı olarak tasarlanmıştır. Ayrıca düşey yük analizinde kararlılık çaprazlarının, mesnet teşkil ederek basınç kuvveti almaları önlenmiş ve hesaplarda, bu doğrultuda yürütülmüştür.

5. ÇOK KATLI ÇELİK YAPININ ANALİZİ

Bu bölümde, karşılaştırmaya esas olan çok katlı çelik yapının düşey ve yatay (deprem ve rüzgar) yük analizleri yapılmış, bu yükler doğrultusunda, taşıyıcı sistemi oluşturan kesitler, ilgili standart ve yönetmeliklerde belirtilen kural ve koşullara uygun olarak boyutlandırılmıştır.

5.1. Düşey Yük Analizi

Yapıda kullanılan malzemeler ve birim ağırlıkları aşağıda verilmiştir.

- Sabit yük

10 cm. yüksekliğinde betonarme döşeme	$0.10\text{m} * 25 \text{ kN/m}^2 = 25 \text{ kN/m}^2$
Koruyucu şap + tesviye + marley	$0.03\text{m} * 22 \text{ kN/m}^2 = 0.66 \text{ kN/m}^2$
Çelik malzeme (Normal kat, merdiven)	0.60 kN/m^2
Çelik malzeme (çatı)	0.40 kN/m^2
Asma tavan	0.10 kN/m^2
Alçı panel duvar	1.50 kN/m^2
Dış giydirme kaplama	1.80 kN/m^2
Çelik çatı (Sandwich panel dahil)	0.65 kN/m^2
Kaplama (Merdiven 4 cm. mermer)	1.12 kN/m^2

- Hareketli yük

Normal kat	2.00 kN/m^2
Çatı katı	0.90 kN/m^2
Merdiven ve koridorlar	3.50 kN/m^2

Yapıya etkiyecek düşey yükler bir tablo halinde Tablo-5.1 'de verilmiştir.

Tablo 5.1 Düşey yük analizi

Kat No	Kolon No	Düşeme(lx(m))	Düşeme(ly(m))	Merdiven(lx(m))	Merdiven(ly(m))	Dış Duvar(m)	İç Duvar(m)	G(kN)	Q(kN)
1	A1	4.25	2.80			7.05	4.25	104.39	23.80
1	B1	5.75	2.80			5.75	7.05	124.88	38.50
1	A2	4.25	2.80	4.25	2.80	5.60	4.25	142.69	65.45
1	B2	5.75	2.80	4.25	2.80		9.85	150.16	80.15
1	A3	4.25	2.80	4.25	2.80	5.60	4.25	142.69	65.45
1	B3	5.75	2.80	4.25	2.80		9.85	150.16	80.15
1	A4	4.25	5.60			5.60	12.75	177.67	47.60
1	B4	5.75	5.60				18.35	201.36	77.00
1	A5	4.25	5.60			5.60	12.75	177.67	47.60
1	B5	5.75	5.60				18.35	201.36	77.00
1	A6	4.25	5.60			5.60	12.75	177.67	47.60
1	B6	5.75	5.60				18.35	201.36	77.00
8	A1	4.25	2.80					50.10	10.71
8	B1	5.75	2.80					67.78	14.49
8	A2	4.25	2.80					100.20	21.42
8	B2	5.75	2.80					135.56	28.98
8	A3	4.25	2.80					100.20	21.42
8	B3	5.75	2.80					135.56	28.98
8	A4	4.25	5.60					100.20	21.42
8	B4	5.75	5.60					135.56	28.98
8	A5	4.25	5.60					100.20	21.42
8	B5	5.75	5.60					135.56	28.98
8	A6	4.25	5.60					100.20	21.42
8	B6	5.75	5.60					135.56	28.98

5.2. Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Sadece Düşey Yüklere Göre Ön Boyutlandırılması

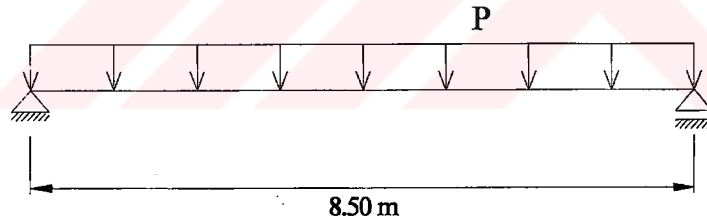
5.2.1 Döşeme ve çerçeve kirişlerinin ön boyutlandırılması

5.2.1.1 Tali döşeme kirişi (K1)

- Yük analizi:

Alçı panel duvar	$1.50 \text{ kN/m}^2 * (3.20-0.10-0.30) = 4.20 \text{ kN/m}$	
10 cm. yükseklikli BA. Döşeme	$2.50 \text{ kN/m}^2 * 2.80 \text{ m} = 7.00 \text{ kN/m}$	
Koruyucu şap+tesviye+marley	$0.66 \text{ kN/m}^2 * 2.80 \text{ m} = 1.85 \text{ kN/m}$	
Çelik malzeme	(Kirişin Kendi Ağırlığı)	$= 1.85 \text{ kN/m}$
Asma tavan	$0.10 \text{ kN/m}^2 * 2.80 \text{ m} = 0.28 \text{ kN/m}$	
Toplam sabit yük (G)		$= 14.33 \text{ kN/m}$
Toplam hareketli yük (Q)	$2.00 \text{ kN/m}^2 * 2.80 \text{ m} = 5.60 \text{ kN/m}$	

- Kesit hesabı:



Şekil 5.1 Kirişlerin ön boyutlandırılmasına ait basit kiriş modeli

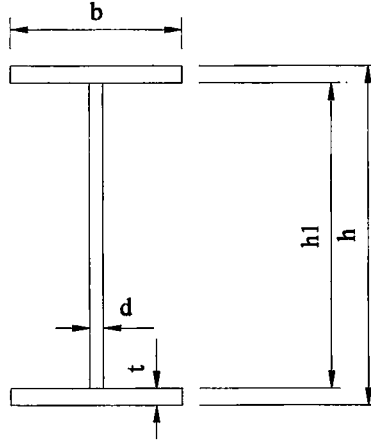
$$P = G + Q = 14.33 + 5.60 = 19.93 \text{ kN/m.}$$

$$M_{\text{Max}} = \frac{P * l^2}{8} = \frac{19.93 * 8.50^2}{8} = 179.99 \text{ kN/m} = 17999 \text{ kN/m}$$

$$T = \frac{P * l}{2} = \frac{19.93 * 8.50}{2} = 84.70 \text{ kN/m}$$

Seçilen kesit:

Yapma profil seçilmiş olup kesit özellikleri aşağıda verilmiştir.



şekil 5.2 Seçilen kiriş kesiti

$$h = 366 \text{ mm}$$

$$b = 210 \text{ mm}$$

$$d = 16 \text{ mm}$$

$$t = 18 \text{ mm}$$

$$h_1 = 330 \text{ mm}$$

$$I_x = 27700.67 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 2789.56 \text{ cm}^4$$

$$J = 126.70 \text{ cm}^4$$

$$F = 128.40 \text{ cm}^2$$

$$W_x = 1513.70 \text{ cm}^2$$

I_x : Kesitin X-X doğrultusundaki atalet momenti

I_y : Kesitin Y-Y doğrultusundaki atalet momenti

J : Burulma atalet momenti

F : Kesitin enkesit alanı

W_x : Kesitin mukavemet momenti

P : Sabit yük ve hareketli yükün toplamı

l : Kesitin boyu

T : Kesme kuvveti

f : Sehim

$$\sigma_{\text{Max}} = \frac{M_{\text{max}}}{W_x} = \frac{17999}{1513.70} = 11.89 \text{ kN/cm}^2 \leq 14.40 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau_{\text{Max}} = \frac{T}{h_1 * d} = \frac{84.70}{33 * 1.60} = 1.60 \text{ kN/cm}^2 \leq 8.31 \text{ kN/cm}^2$$

Sehim tahkiki:

$$f = \frac{6.20 * 1.993 * 8.50^4}{27700.67} = 2.33 \text{ cm} = \frac{1}{365} \leq \frac{1}{300}$$

Kirişler ile betonarme döşeme arasındaki kayma gerilmelerinin transferi yeteri kadar kayma elemanı kullanılarak sağlanmıştır. Dolayısıyla kirişler mesnetlendiği iki ucu arasında sürekli olarak yanal burkulmaya karşı tutulmuştur.

Yapının tüm katlarında aynı kiriş kesitleri kullanılmış olup, kirişlerin almış olduğu yükler ve seçilen kesitler Tablo 5.2’de gösterilmiştir.

5.2.1.2.Merdiven kirişleri:

- Bina giriş merdiveni:

Merdiven basamakları, çelik profil üzerine, yoğunluğu 22 kN/m³ olan hazır plak elemanlar yerleştirilerek teşkil edilmiştir. Adı geçen hazır plaklar ile çelik profillerin montajı sağlandıktan sonra, üzerine yapıştırıcı ile 4 cm. kalınlığında mermer kaplama uygulanmıştır.

Merdiven genişliği 1.60 m olup, altında iki adet taşıyıcı çelik profil mevcuttur. Dolayısıyla, bir profilin taşıyacağı merdiven genişliği 0.80 m dir.

- Yük analizi:

Basamak ağırlığı:

Beton plak	22 kN/m ³ * 0.80 m * 0.10 m = 1.76 kN/m
Mermer	28 kN/m ³ * 0.80 m * 0.04 m = 0.896 kN/m
Çelik malzeme	0.60 kN/m ² * 0.85 m = 0.48 kN/m
Toplam sabit yük	P = 3.136 kN/m
Toplam hareketli yük	Q = 2.80 kN/m

Ara sahanlık ağırlığı:

BA. Döşeme	$25 \text{ kN/m}^3 * 0.85 \text{ m} * 0.10 \text{ m} = 2.125 \text{ kN/m}$
Mermer	$28 \text{ kN/m}^3 * 0.85 \text{ m} * 0.04 \text{ m} = 0.952 \text{ kN/m}$
Çelik malzeme	$0.60 \text{ kN/m}^2 * 0.85 \text{ m} = 0.51 \text{ kN/m}$
Toplam sabit yük	$P = 3.587 \text{ kN/m}$
Toplam hareketli yük	$Q = 2.975 \text{ kN/m}$

- Yangın merdiveni:

Yangın merdiveni, bina giriş merdiveni gibidir. Ancak merdiven genişliği, insanların yangın sırasında rahatça binayı terk edebilmelerine olanak sağlayacak biçimde hesaplandığından 2.70m olarak bina giriş merdiveni genişliğinden daha büyüktür.

- Yük analizi:

Basamak ağırlığı:

Beton plak	$22 \text{ kN/m}^3 * 1.35 \text{ m} * 0.10 \text{ m} = 2.97 \text{ kN/m}$
Mermer	$28 \text{ kN/m}^3 * 1.35 \text{ m} * 0.04 \text{ m} = 1.512 \text{ kN/m}$
Çelik malzeme	$0.60 \text{ kN/m}^2 * 1.35 \text{ m} = 0.81 \text{ kN/m}$
Toplam sabit yük	$P = 4.482 \text{ kN/m}$
Toplam hareketli yük	$Q = 4.725 \text{ kN/m}$

- Ara sahanlık ağırlığı:

BA. Döşeme	$25 \text{ kN/m}^3 * 2.80 \text{ m} * 0.10 \text{ m} = 3.50 \text{ kN/m}$
Mermer	$28 \text{ kN/m}^3 * 1.40 \text{ m} * 0.04 \text{ m} = 1.568 \text{ kN/m}$
Çelik malzeme	$0.60 \text{ kN/m}^2 * 1.40 \text{ m} = 0.84 \text{ kN/m}$
Toplam sabit yük	$P = 5.908 \text{ kN/m}$
Toplam hareketli yük	$Q = 4.90 \text{ kN/m}$

Yapıya ait tüm kirişlerin boyut ve analiz değerleri Tablo 5.2’de verilmiştir.

Tablo 5.2 Kirişlerin önboyutları ve analizi

Kiriş Adı	Seçilen Profil	h (mm)	b (mm)	d (mm)	t (mm)	h ₁ (mm)	I _x (cm ⁴)	I _y (cm ⁴)	F (cm ²)	W _x (cm ³)	P (kN/m)	Kiriş Boyu l(m)	σ (kN/cm ²)	τ (kN/cm ²)
K2	I380	380.00	149.00	13.70	20.50	306.00	24010.00	975.00	107.00	1260.00	14.12	8.50	11.70	1.59
K3	I380	380.00	149.00	13.70	20.50	306.00	24010.00	975.00	107.00	1260.00	6.76	3.00	6.50	0.24
Ç1	I380	380.00	149.00	13.70	20.50	306.00	24010.00	975.00	107.00	1260.00	84.70	5.60	11.51	1.01
Ç2	Yapma Profil	394.00	160.00	16.00	22.00	350.00	29321.32	1513.81	126.40	1488.39	84.70	5.60	12.01	1.52
P1	Yapma Profil	472.00	180.00	18.00	26.00	420.00	56057.42	2547.61	169.20	2375.31	25,07+56,19kN	8.50	12.40	1.60
P2	I380	380.00	149.00	13.70	20.50	306.00	24010.00	975.00	107.00	1260.00	84.70	5.60	11.51	1.01
P3	Yapma Profil	472.00	180.00	18.00	26.00	420.00	56057.42	2547.61	169.20	2375.31	12,56+99,71kN	8.50	12.48	1.51
P4	I380	380.00	149.00	13.70	20.50	306.00	24010.00	975.00	107.00	1260.00	84.70	5.60	11.51	1.01
P5	Yapma Profil	394.00	160.00	16.00	22.00	350.00	29321.32	1513.81	126.40	1488.39	19.93	8.50	12.09	1.51
P6	I380	380.00	149.00	13.70	20.50	306.00	24010.00	975.00	107.00	1260.00	84.70	5.60	11.51	1.01
NM1	I200	200.00	90.00	7.50	11.30	159.00	2140.00	117.00	33.50	214.00	12.51	4.11	12.34	2.16
NM2	I300	300.00	125.00	10.80	16.20	241.00	9800.00	451.00	69.10	653.00	1+81,93kN	5.60	12.75	2.16
ARA SHN.	I300	300.00	125.00	10.80	16.20	241.00	9800.00	451.00	69.10	653.00	1+81,93kN	5.60	12.75	2.16
YM1	I240	240.00	106.00	8.70	13.70	192.00	4250.00	221.00	46.10	354.00	11.10	2.00	1.56	0.66
YM2	I240	240.00	106.00	8.70	13.70	192.00	4250.00	221.00	46.10	354.00	6,62+11,10kN	5.60	11.19	1.51
YM3	Yapma Profil	326.00	130.00	12.00	18.00	290.00	13122.40	663.28	81.60	805.06	6,62+11,1,76kN	5.60	11.51	0.92
ARA SHN.	Yapma Profil	326.00	130.00	12.00	18.00	290.00	13122.40	663.28	81.60	805.06	6,62+11,1,76kN	5.60	11.51	0.92

5.3. Kolonların Ön Boyutlandırılması

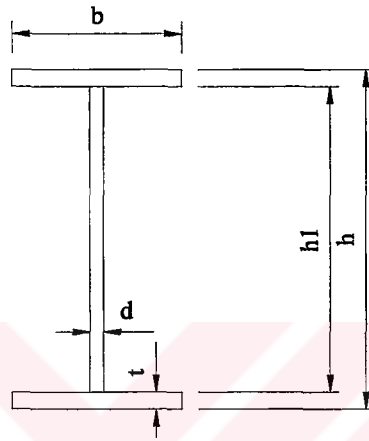
Kolonlar, çelik levhalar kullanılarak teşkil edilen yapma kesitler olarak boyutlandırılmıştır.

- A1 Kolonu

$$N = 958.14 \text{ kN}$$

$$S_{kx} = S_{ky} = 3.20 \text{ m.}$$

Seçilen kesit yapma profildir.



Şekil 5.3 Seçilen kolon kesiti

$$h = 372 \text{ mm}$$

$$I_x = 25531.95 \text{ cm}^4$$

$$b = 200 \text{ mm}$$

$$I_y = 2144.94 \text{ cm}^4$$

$$d = 16 \text{ mm}$$

$$F = 118.40 \text{ cm}^2$$

$$t = 16 \text{ mm}$$

$$i_x = 14.68 \text{ cm}$$

$$h_1 = 340 \text{ mm}$$

$$i_y = 4.26 \text{ cm}$$

I_x : Kesitin X-X doğrultusundaki atalet momenti

I_y : Kesitin Y-Y doğrultusundaki atalet momenti

F : Kesitin enkesit alanı

S_{kx} : Kesitin X-X doğrultusundaki burkulma boyu

S_{ky} : Kesitin Y-Y doğrultusundaki burkulma boyu

i_x, i_y : Atalet yarıçapları

N : Kolon kesitine etki eden normal kuvvet

$$\lambda_{Max} = \frac{S_{ky}}{i_y} = \frac{320}{4.26} = 75.11$$

$$w = 1.55$$

$$\sigma_{Max} = \frac{w * N}{F} = \frac{1.55 * 958.40}{118.40} = 12.54 \text{ kN/cm}^2 \leq 14.40 \text{ kN/cm}^2$$

- TS 4561;

$$\frac{b}{t_b} \leq 17 \quad \frac{200}{16} = 12.50 \leq 17$$

$$N_p = N * \sigma_a = 118.40 * 24 = 2841.60 \text{ kN}$$

$$\frac{N}{N_p} = \frac{958.14}{2841.60} = 0.34 > 0.27$$

$$\frac{d_g}{t_g} \leq 43 * \sqrt{\frac{2531}{\sigma_a}} \quad (\sigma_a = 2400 \text{ kgf/cm}^2)$$

$$\frac{d_g}{t_g} = \frac{340}{16} = 21.25 \leq 44.16$$

Yapıya ait diğer kolonların boyut ve analiz değerleri Tablo 5.3'de verilmiştir.

Tablo 5.3 Kolonların önboyutları ve analizi

Kolon No	P (kN)	h (mm)	b _x (mm)	b _y (mm)	d (mm)	t (mm)	h ₁ (mm)	I _x (cm ⁴)	I _y (cm ⁴)	F (cm ²)	w	σ (kN/cm ²)
B1	1225.93	386.00	220.00		18.00	18.00	350.00	33266.59	3211.41	142.20	1.45	12.50
A2	1578.60	340.00	160.00	180.00	14.00	20.00	300.00	20897.55	22293.47	220.00	1.11	7.96
B2	1776.71	400.00	270.00		20.00	20.00	360.00	46800.00	6585.00	180.00	1.29	12.73
A3	1578.60	340.00	160.00	180.00	14.00	20.00	300.00	20897.55	22293.47	220.00	1.11	7.96
B3	1776.71	400.00	270.00		20.00	20.00	360.00	46800.00	6585.00	180.00	1.29	12.73
A4	1698.51	400.00	270.00		20.00	20.00	360.00	46800.00	6585.00	180.00	1.02	9.62
B4	2113.06	428.00	290.00		24.00	24.00	380.00	67840.38	9799.38	230.40	1.26	11.56
A5	1698.51	400.00	270.00		20.00	20.00	360.00	46800.00	6585.00	180.00	1.02	9.62
B5	2113.06	428.00	290.00		24.00	24.00	380.00	67840.38	9799.38	230.40	1.26	11.56
A6	1698.51	340.00	160.00	160.00	14.00	20.00	300.00	20318.89	20318.89	212.00	1.11	8.89
B6	2113.06	428.00	290.00		24.00	24.00	380.00	67840.38	9799.38	230.40	1.26	11.56

5.4. Yapının ABYYHY (1998) Yönetmeliği'ne Göre Hesabı

Bu bölümde deprem yükü hesabına esas olan kavram ve kabuller ile Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi'nde kullanılacak ifadeler çok katlı çelik yapı için irdelenmiştir.

5.4.1. Hesap yönteminin seçilmesi

Tablo 5.4 Hesap yönteminin belirlenmesi

Deprem Bölgesi	Çok Katlı Çelik Yapı	Toplam Yükseklik Sınırı [m]
2	$\eta_{bi} \leq 2.0$	$H_N = 25.60 \approx 25.00 \leq 25.00$

Yapının A1 türü burulma düzensizliğine ait η_{bi} değerleri x-x ve y-y eksenleri için ayrı ayrı olmak üzere Tablo 5.5 ve Tablo 5.6'da verilmiştir.

Tablo 5.5 y-y doğrultusu boyunca dışmerkezlilik etkisi

Kat	Joint No	d_x	Δ_i	Δ_{min}	Δ_{ort}	Δ_{max}	$\Delta_{max}/\Delta_{ort}$
		[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	
8	432	1.0361	0.0498	0.0498	0.0616	0.0733	1.1909
	388	1.5606	0.0733				
7	384	0.9863	0.0848	0.0848	0.1049	0.1249	1.1912
	340	1.4873	0.1249				
6	336	0.9015	0.1154	0.1154	0.1432	0.1710	1.1941
	292	1.3624	0.1710				
5	288	0.7861	0.1396	0.1396	0.1738	0.2080	1.1968
	244	1.1914	0.2080				
4	240	0.6465	0.1574	0.1574	0.1969	0.2363	1.2004
	196	0.9834	0.2363				
3	192	0.4891	0.1682	0.1682	0.2113	0.2543	1.2038
	148	0.7471	0.2543				
2	144	0.3209	0.1759	0.1759	0.2220	0.2680	1.2075
	100	0.4928	0.2680				
1	96	0.1450	0.1450	0.1450	0.1849	0.2248	1.2158
	52	0.2248	0.2248				

Tablo 5.6 x-x doğrultusu boyunca dışmerkezlilik etkisi

Kat	Joint No	d_y [cm]	Δ_i [cm]	Δ_{min} [cm]	Δ_{ort} [cm]	Δ_{max} [cm]	$\Delta_{max}/\Delta_{ort}$
8	432	1.6615	0,1203	0.1203	0,1216	0.1228	1.0103
	429	1.7151	0,1228				
7	384	1.5412	0,1680	0.1680	0,1702	0.1723	1.0126
	381	1.5923	0,1723				
6	336	1.3732	0,2057	0.2057	0,2086	0.2114	1.0137
	333	1.4200	0,2114				
5	288	1.1675	0,2339	0.2339	0,2375	0.2411	1.0152
	285	1.2086	0,2411				
4	240	1.9336	0,2514	0.2514	0,2554	0.2594	1.0157
	237	1.9675	0,2594				
3	192	0.6822	0,2563	0.2563	0,2608	0.2652	1.0171
	189	0.7081	0,2652				
2	144	0.4259	0,2501	0.2501	0,2547	0.2593	1.0181
	141	0.4429	0,2593				
1	96	0.1758	0,1758	0.1758	0,1797	0.1836	1.0217
	93	0.1836	0,1836				

Çok katlı çelik yapının deprem analizinde, Tablo 5.4'den anlaşılacağı üzere Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi kullanılabilir. Dolayısıyla, katlara etkiyen deprem kuvvetleri bu yöntemin esaslarına göre hesaplanarak kat hizalarında yapının kütle merkezine etkililmiş ve deprem hesabı bu şekilde yürütülmüştür.

Yapının deprem analizinde burulma düzensizliği araştırması sırasında Tablo 5.5'de görüleceği gibi 1., 2., 3., 4., katlara ait $\Delta_{max} / \Delta_{ort}$ değerleri '1.2' değerinden büyüktür, dolayısıyla yapının çözümü sırasında, bu katlarda kütle merkezine uygulanacak dışmerkezlilik artırılmalıdır. Ancak sözkonusu çok katlı çelik yapının deprem analizi, merdiven boşlukları dikkate alınarak yapı üç ayrı bölüm olarak düşünülmüş ve kuvvetler her bir bölüm için ayrı ayrı hesaplanarak kat hizalarında bu bölümlerin kütle merkezlerine etkililerek gerçekleştirilmiştir.

5.4.2. Göreli kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Yeni yönetmelikte, göreli kat ötelemelerinin, denklem 3.15a ve 3.15b'den elverişsiz olanını sağlaması gerektiği belirtilmiştir. Buna göre;

- y-y doğrultusu boyunca dışmerkezlilik etkisi için; $h_i = 320$ cm

$$\Delta_{max} = 0.2680 \quad \Delta_{max} / h_i = 0.0008 \leq 0.0025 \quad \left\{ \begin{array}{l} (\Delta_i)_{max} / h_i \leq 0.0035 \\ (\Delta_i)_{max} / h_i \leq 0.02 / R \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} R = 8 \\ h_i = 320cm \end{array} \right\}$$

- x-x doğrultusu boyunca dışmerkezlilik etkisi için; $h_i = 320 \text{ cm}$

$$\Delta_{\max} = 0.2652 \quad \Delta_{\max} / h_i = 0.0008 \leq 0.0025 \quad \left\{ \begin{array}{l} (\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.0035 \\ (\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02 / R \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} R = 8 \\ h_i = 320 \text{ cm} \end{array} \right\}$$

Taşıyıcı sistemin deprem hesabında, ikinci mertebe etkilerinin gösterge değeri olan θ_i değerinin (denklem 3.16) sağlandığı kabul edilecektir.

5.4.3 Düğüm noktasına birleşen kolonların plastikleşme momentleri toplamı ile kirişlerin plastikleşme momentleri toplamının karşılaştırılması

ABYYHY(1998) yönetmeliğinde belirtilen, yapıdaki bir düğüm noktasında birleşen kolonların plastikleşme momentleri toplamının kirişlerin plastikleşme momentleri toplamından büyük olması koşulu ile ilgili, TS 4561'de ifade edilen kavram ve kabuller dikkate alınarak oluşturulan Excel tabloları Ek C ve Ek D'de verilmiştir.

5.4.4. Çok katlı çelik yapının kat ve toplam ağırlıklarının hesabı

Bölüm 5.1'e göre yapının kat ve toplam ağırlıkları;

$$(w_i)_N = 8681.00 \text{ kN}, w_{\text{ç}} = 5519.36 \text{ kN} \quad W = 66286.36 \text{ kN}$$

Bununla birlikte bir sonraki bölümde açıklandığı gibi yapının merdiven boşlukları dikkate alındığında üç ana bölüme ait toplam kat ağırlıklarının hesaplanması gerekmektedir. Dolayısıyla bu hesaplar şu şekilde yapılabilir;

- Orta kısım için kat ve toplam bölüm ağırlığı hesabı

$$(w_i)_{o.N} = 6343.04 \text{ kN}, w_{o.Ç} = 4014.08 \text{ kN} \quad W_o = 48415.36 \text{ kN}$$

- Kenar kısımlar için kat ve toplam bölüm ağırlığı hesabı

$$(w_i)_{k.N} = 1168.98 \text{ kN}, w_{k.Ç} = 752.64 \text{ kN} \quad W_k = 8935.50 \text{ kN}$$

5.4.5. Katlara etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin hesabı

Bu bölümde katlara etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin hesabına esas olan karakteristik değer ve katsayıların hesabı yapılmıştır.

5.4.5.1. Deprem katsayısı ön hesabı

Tablo 5.7 Yapının deprem hesabına ait karakteristik değerleri

Çok Katlı Çelik Yapı	Büro Binası
Deprem Bölgesi	2
Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_0)	0.30
Bina Önem Katsayısı	1.0
Spektrum katsayısı	1.0
Yapı Davranış Katsayısı	8.0

Denklem 3.4 kullanılarak, $S(T)$ spektrum katsayısı değerinde '1' alınmak suretiyle deprem katsayısının (C) ön hesap değeri;

$$C = 0.0375$$

olarak bulunmuş olur.

5.4.5.2. Yapıya etkiyen toplam yatay yük hesabı

Denklem 3.2 kullanılarak yapıya etkiyecek toplam yatay yük değeri;

$$V_t = 2485.74 \text{ kN} \leq 0.10 * A_0 * I * W = 1988.59 \text{ kN}$$

minimum koşulu da sağlayarak şeklinde hesaplanır.

5.4.5.3. Katlara etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin hesabı

Yapının birinci doğal titreşim periyodunun hesabında kullanılacak katlara etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin hesabı Tablo 5.8'de verilmiştir.

Ancak yapının deprem analizinde, merdiven boşluklarında ve binanın uzun doğrultusu boyunca bu boşluklar nedeniyle ayrılmış olan yapı bölümlerini birbirine bağlayan kararlılık bağı kirişlerinde düzlemi dışı zorlamaların etkisini araştırmak amacıyla yapı üç ana bölüme ayrılmıştır. Bu durumda üç ana bölüme etkiyecek deprem kuvvetleri orta kısım için Tablo 5.9, kenar kısımlar için Tablo 5.10'da verilmiştir.

Tablo 5.8 Tüm yapı için katlara etkiyen eşdeğer deprem kuvvetleri

Kat No	V_t	ΔF_n	w_i	h_i	$w_i * h_i$	F_i
1	2485.74	0	8681.00	3.20	27779.200	75.13
2	2485.74	0	8681.00	6.40	55558.400	150.26
3	2485.74	0	8681.00	9.60	83337.600	225.39
4	2485.74	0	8681.00	12.80	111116.800	300.52
5	2485.74	0	8681.00	16.00	138896.000	375.64
6	2485.74	0	8681.00	19.20	166675.200	450.77
7	2485.74	0	8681.00	22.40	194454.400	525.90
8	2485.74	0	5519.36	25.60	141295.616	382.13

$$\Sigma w_i * H_i = 919113.216$$

Tablo 5.9 Orta kısım için katlara etkiyen deprem kuvvetleri

Kat No	V_t	ΔF_n	w_i	H_i	$w_i * H_i$	F_i
1	1815.58	0	6343.04	3.20	20297.728	54.91
2	1815.58	0	6343.04	6.40	40595.456	109.83
3	1815.58	0	6343.04	9.60	60893.184	164.74
4	1815.58	0	6343.04	12.80	81190.912	219.65
5	1815.58	0	6343.04	16.00	101488.640	274.57
6	1815.58	0	6343.04	19.20	121786.368	329.48
7	1815.58	0	6343.04	22.40	142084.096	384.39
8	1815.58	0	4014.08	25.60	102760.448	278.01

$$\Sigma w_i * H_i = 671096.832$$

Tablo 5.10 Kenar kısımlar için katlara etkiyen deprem kuvvetleri

Kat No	V_t	ΔF_n	w_i	H_i	$w_i * H_i$	F_i
1	335.08	0	1168.98	3.20	3740.736	10.11
2	335.08	0	1168.98	6.40	7481.472	20.22
3	335.08	0	1168.98	9.60	11222.208	30.32
4	335.08	0	1168.98	12.80	14962.944	40.43
5	335.08	0	1168.98	16.00	18703.680	50.54
6	335.08	0	1168.98	19.20	22444.416	60.65
7	335.08	0	1168.98	22.40	26185.152	70.75
8	335.08	0	752.64	25.60	19267.584	52.06

$$\Sigma w_i * H_i = 124008.192$$

5.4.5.4.Eşdeğer deprem yüklerine karşı gelen deplasmanların hesabı

Bu bölümde verilecek olan kat deplasman değerleri, yapının kütle merkezine etkitilen kat eşdeğer deprem yükleri altında SAP90 yapı analiz programı yardımı ile hesaplanmıştır. Hesaplanan değerler x-x ve y-y doğrultuları olmak üzere sırasıyla Tablo 5.9 ve Tablo 5.10'de gösterilmiştir.

Tablo 5.11 x-x doğrultusu kat hizası deplasman değerleri

Master Joint No	Deplasman [m]
1300	0.001849
1310	0.004067
1320	0.006178
1330	0.008144
1340	0.009878
1350	0.011306
1360	0.012351
1370	0.012962

Tablo 5.12 y-y doğrultusu kat hizası deplasman değerleri

Master Joint No	Deplasman [m]
1300	0.001797
1310	0.004344
1320	0.006952
1330	0.009506
1340	0.011881
1350	0.013966
1360	0.015666
1370	0.016882

Her iki doğrultuda da maksimum deplasman koşulu ($h_T / 500 = 0.05120$ m) [8];

$$0.012962 \text{ m} \leq 0.05120 \text{ m}$$

$$0.016882 \text{ m} \leq 0.05120 \text{ m}$$

5.4.5.5. Yapının birinci doğal titreşim periyodunun hesabı

Yapının birinci doğal titreşim periyodu değeri SAP90 yapı analiz programı yardımıyla ve aynı zamanda Rayleigh Formülü kullanılarak da hesaplanmış sonuçların uyumlu olduğu görülmüştür. Burada Rayleigh Formülü kullanılarak periyot hesabı yapılmış ve Tablo 5.13 ile Tablo 5.14’de sırasıyla yapının x-x ve y-y doğrultularına ait doğal titreşim periyotları olmak üzere özetlenmiştir. Periyot hesabı sırasında, merdiven boşlukları alanının bina brüt alanına oranının 1/3’den küçük olması dolayısıyla bu boşlukların etkisi ihmal edilmiştir.

Tablo 5.13 Yapının x-x doğrultusuna ait doğal titreşim periyodu

Kat No	m_i	d_{fi}	d_{fi}^2	F_{fi}	$F_{fi} * d_{fi}$	$m_i * d_{fi}^2$
1	884.91	0.001849	3.41880E-06	75.13	0.138913142	3.02533E-03
2	884.91	0.004067	1.65405E-05	150.26	0.61109762	1.46368E-02
3	884.91	0.006178	3.81677E-05	225.39	1.392437091	3.37750E-02
4	884.91	0.008144	6.63247E-05	300.52	2.447395634	5.86914E-02
5	884.91	0.009878	9.75749E-05	375.64	3.710611197	8.63450E-02
6	884.91	0.011306	1.27826E-04	450.77	5.096436954	1.13114E-01
7	884.91	0.012351	1.52547E-04	525.90	6.49541025	1.34991E-01
8	562.63	0.012962	1.68013E-04	382.13	4.95321745	9.45294E-02

$$\Sigma = 24.84551934 \quad 5.39108E-01$$

$$T_{1x} = 9.2554E-01$$

Tablo 5.14 Yapının y-y doğrultusuna ait doğal titreşim periyodu

Kat No:	m_i	d_{fi}	d_{fi}^2	F_{fi}	$F_{fi} * d_{fi}$	$m_i * d_{fi}^2$
1	884.91	0.001797	3.22921E-06	75.13	0.135006445	2.85756E-03
2	884.91	0.004344	1.88703E-05	150.26	0.652718973	1.66985E-02
3	884.91	0.006952	4.83303E-05	225.39	1.566886154	4.27680E-02
4	884.91	0.009506	9.03640E-05	300.52	2.85669731	7.99640E-02
5	884.91	0.011881	1.41158E-04	375.64	4.463026081	1.24912E-01
6	884.91	0.013966	1.95049E-04	450.77	6.295492526	1.72601E-01
7	884.91	0.015666	2.45424E-04	525.90	8.238773944	2.17178E-01
8	562.63	0.016882	2.85002E-04	382.13	6.451181685	1.60351E-01

$$\Sigma = 30.65978312 \quad 8.17330E-01$$

$$T_{1y} = 1.0259E+00$$

5.4.5.6. Spektrum katsayısı hesabı

Spektrum katsayısı yapının her iki doğrultusu için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

- x-x doğrultusu için;

Denklem 3.6c kullanılarak;

$$T_{1x} = 0.926 > T_B = 0.300$$

$$S(T_{1x}) = 1.015 \geq 0.1 * R = 0.800$$

- y-y doğrultusu için;

Denklem 3.6c kullanılarak;

$$T_{1y} = 1.026 > T_B = 0.300$$

$$S(T_{1y}) = 0.935 \geq 0.1 * R = 0.800$$

5.4.5.7. Deprem düzeltme katsayısı (DDK) ve deprem etkisinden dolayı meydana gelen kesit tesirlerinin düzeltilmesi

Yapının her iki doğrultu için de deprem etkisinden dolayı meydana gelecek kesit tesirlerinin, hesaplanan gerçek spektrum katsayılarına göre düzeltilmesi gerekir.

Spektrum katsayısı hesaplanan deprem kuvveti ile doğru orantılı olduğuna göre bu düzeltme işlemi; tüm kesit tesirlerinin, gerçek spektrum katsayısıyla çarpılarak gerçekleştirilebilir. Bu durumda deprem düzeltme katsayısı (DDK), hesaplanan gerçek spektrum katsayısı olmaktadır.

5.5. Rüzgar Yüküne Göre Yapının Hesabı

Bu bölümde yapıya etkiyen rüzgar yükünün analizi ile düğüm noktalarına etkiyen tekil rüzgar kuvvetleri irdelenip, bu kuvvetler doğrultusunda hesaplanacak iç kuvvetler süperpozisyon yapılarak tablo halinde bölüm 5.6'da verilecektir.

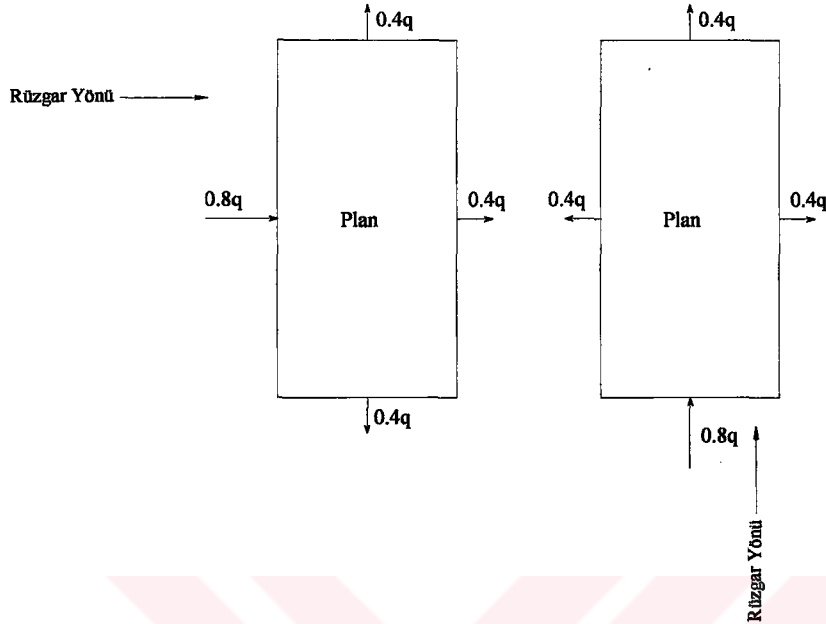
5.5.1. Rüzgar yükü analizi

Tablo 5.15 Yapıya etkiyen rüzgar yükü

Zeminden Yükseklik [m]	q [kN/m ²]
0 – 8	0.80
9 – 20	1.10
20 - >	1.50

Rüzgar yükü, cephe düğüm noktalarına, her bir düğüm noktasının yük alanı ile orantılı olacak şekilde tekil yük olarak etkitilmiştir. Yapının yüksekliği boyunca rüzgar yükü değişkenlik gösterdiğinden bazı düğüm noktalarına her iki yük grubu da aynı anda etkimektedir. Bu durumda daha büyük olan yük, hakim yük değeri olarak kabul edilerek güvenli tarafta kalınmıştır. Tablo 5.13'de görüleceği üzere yapı yüksekliği boyunca değişken değerler alan 'q' rüzgar yükü, TS-498'de verilen yük değerlerine göre biraz daha yüksek tutulmuştur.

- Planda rüzgar yükü dağılımı



Şekil 5.4 Planda rüzgar yükü etkisi

5.6. Kesit Hesaplarına Esas Olacak Yükleme Durumlarının Analizi

5.6.1. Yapıya ait kararlılık bağı çaprazlarının hesabı

Sap90 yapı analiz programı yardımı ile yapılan hesaplar sonucunda, yapıya ait kararlılık bağı kirişlerinin maruz kaldığı yüklerin süperpozisyon tabloları Tablo 5.16 ve Tablo 5.17’de verilmiştir.

Tablo 5.16 x-x doğrultusundaki kararlılık bağı çaprazları süperpozisyon tablosu

Mesafe	Eleman No:	D.D.K.	$\pm E_x$	$\pm W_x$
0.00	2181	1.015	237.52	265.83

Tablo 5.17 y-y doğrultusundaki kararlılık bağı çaprazları süperpozisyon tablosu

Mesafe	Eleman No:	D.D.K.	$\pm E_y$	$\pm W_y$
0.00	2293	0.935	296.31	57.66

- Kararlılık bağı çaprazlarının analizi:

Yapıda kararlılık bağı çaprazı olarak, x-x doğrultusunda 2U140 profili, y-y doğrultusunda ise 2U180 kullanılmıştır. Yapıda kullanılan bu elemanların analizi ve , öngermeli bulon tipi seçimi aşağıda verilmiştir. Birleşen elemanların yüzeyleri oksijen aleviyle iki kez yakılmıştır.

Öngermeli bulon çapının belirlenmesi:

$t_{min} : 7 \text{ mm}$ (Levha gibi düşünülecektir.)

$$d_0 \leq \sqrt{5 * t_{min}} - 0.2 = 1.7 \text{ cm} = 17 \text{ mm}$$

Seçilen öngermeli bulon çapı $d_1 = 17 \text{ mm}$ (M16 bulonu)

Çubukta kontrol :

x-x doğrultusunda kullanılan 2U140 profilinin aldığı yük $P_{Max} = 265.83 \text{ kN}$

Çekme kuvvetinde, kesit net alanı ile çalışılacağından ;

$$F_n = 20.4 - 1.7 * 0.7 * 1 = 19.21 \text{ cm}^2 \text{ (bir sıra bulon)}$$

$$M16 \quad N_0 = 100 \text{ kN} \quad \mu = 0.50 \quad \gamma = 1.10$$

$$P_{1,emn,1} = 45.5 \text{ kN} \quad \max P_{bulon} = 136.5 \text{ kN} \text{ (3 adet bulon)}$$

$$\sigma_1^* = 40.63 \text{ kN/cm}^2 < \sigma_{1,emn}^* = 48 \text{ kN/cm}^2$$

Çubuklar açısından;

$$P_{1,max} = 45.5 \text{ kN} \quad P^* = 276.62 \text{ kN} \quad \max P_{çubuk} = 293.76 \text{ kN}$$

$$265.83/2 = 132.92 \text{ kN} < 293.76 \text{ kN}$$

y-y doğrultusunda kullanılan 2U180 profilinin aldığı yük $P_{Max} = 296.31 \text{ kN}$

$$F_n = 28 - 1.7 * 0.8 * 1 = 26.64 \text{ cm}^2 \text{ (bir sıra bulon)}$$

$$M16 \quad N_0 = 100 \text{ kN} \quad \mu = 0.50 \quad \gamma = 1.10$$

$$P_{1,emn,1} = 45.5 \text{ kN}$$

$$\max P_{bulon} = 182 \text{ kN} \quad (4 \text{ adet bulon})$$

$$\sigma_1^* = 35.55 \text{ kN/cm}^2 < \sigma_{1,emn}^* = 48 \text{ kN/cm}^2$$

Çubuklar açısından;

$$P_{1,max} = 45.5 \text{ kN}$$

$$P^* = 383.62 \text{ kN}$$

$$\max P_{çubuk} = 401.82 \text{ kN}$$

$$296.31/2 = 148.16 \text{ kN} < 401.82 \text{ kN}$$

5.6.2. Kiriş ve kolonlara ait iç kuvvet süperpozisyon analizi

Kiriş ve kolonlara ait iç kuvvet süperpozisyon değerleri, her elemanda en elverişsiz kesit göz önüne alınarak Ek A'da tablolar halinde verilmiştir. (Bkz. Tablo A.1, Tablo A.2, Tablo A.3, Tablo A.4)

5.7. Kesit Hesapları ve Boyutlandırma

5.7.1. Çerçeve ve döşeme kirişlerinin kesit hesabı

- K1 Kirişi

Seçilen K1 kirişi değerleri aşağıdaki gibidir.

$$h=33 \text{ cm.} \quad t_g=1.60 \text{ cm.} \quad b'=9.70 \text{ cm.} \quad t_b=1.80 \text{ cm.} \quad \sigma_a=2.40 \text{ t/cm}^2$$

Yönetmelik koşulları gereğince seçilen elemanın aşağıdaki şartları sağlaması gerekir.

Gövde levhasında;

$$\frac{h}{t_g} \leq \frac{950}{\sqrt{\sigma_a * (\sigma_a + 1.2)}}$$

$$\frac{33}{1.60} \leq \frac{950}{\sqrt{2.40 * (2.40 + 1.2)}}$$

$$20.625 \leq 323.19$$

Başlık levhalarında berkirtme kullanılmamışsa;

$$\frac{b'}{t_b} \leq \frac{25}{\sqrt{\sigma_a}}$$

$$\frac{9.70}{1.80} \leq \frac{25}{\sqrt{2.40}}$$

$$5.388 \leq 16.13$$

Enkesit karakteristikleri:

$$I_x = 27700.67 \text{ cm}^4 \quad W_x = 1513.70 \text{ cm}^3 \quad M = 179.99 \text{ kNm.} \quad Q = 84.70 \text{ kN}$$

Enkesite ilişkin kontroller;

Eğilme gerilmesi;

$$\sigma = \frac{M_{\text{Max}}}{W_x} = \frac{17999}{1513.70} = 11.89 \text{ kN/cm}^2 \leq 14.40 \text{ kN/cm}^2$$

Kayma gerilmesi;

$$S_x = 21 \cdot 1.80 \cdot 17.40 + 16.50 \cdot 1.60 \cdot \frac{16.50}{2} = 875.52 \text{ cm}^3$$

$$\tau = \frac{Q_{\text{Max}} \cdot S_x}{I_x \cdot b} = \frac{84.70 \cdot 875.52}{27700.67 \cdot 21} = 0.127 \text{ kN/cm}^2 \leq 8.31 \text{ kN/cm}^2$$

Sehim kontrolü;

$$f = \frac{6.20 \cdot 1.993 \cdot 8.50^4}{27700.67} = 2.33 \text{ cm.} = \frac{1}{365} < \frac{1}{300}$$

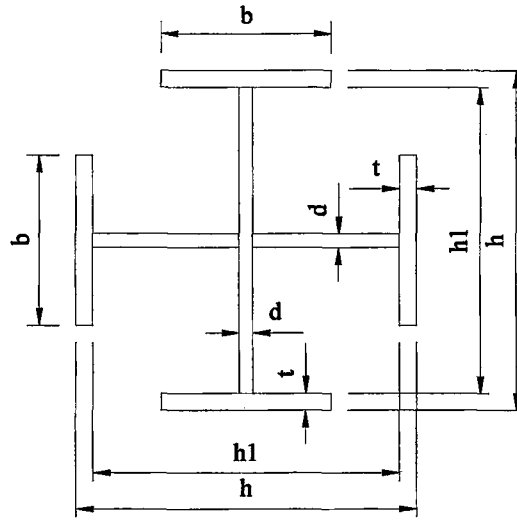
Yapıya ait diğer kirişlerin kesit hesabı değerleri Tablo 5.18'de verilmiştir.

Tablo 5.18 Kirişlerin kesit hesabı

Kiriş No	Seçilen Profil	σ_a (t / cm ²)	b' (cm)	W _x (cm ³)	S _x (cm ³)	M _{Max} (kNm)	Q _{Max} (kN)	σ (kN/cm ²)	τ (kN/cm ²)	f _{Max} (cm)
K1 Kısa	Yapma Profil	2.40	9.70	1513.70	875.52	82.17	29.45	5.43	0.04	-
K2 - K3	I380	2.40	5.40	1260.00	741.00	127.52	60.01	10.12	1.43	2.33
P1 - P3	Yapma Profil	2.40	7.20	1807.97	1080.96	189.80	70.24	10.50	0.12	1.28
P5	Yapma Profil	2.40	7.20	1467.31	813.04	181.29	166.70	12.36	0.31	1.22
Ç1-P2-P4-P6	I380	2.40	5.40	1260.00	741.00	126.46	161.54	10.04	3.85	0.82
Ç2	Yapma Profil	2.40	7.20	1467.31	813.04	148.38	111.80	10.11	0.21	1.16

5.7.2. Kolonların kesit hesabı

- A-2P ve A-3P Kolonları; (x-x doğrultusu)



Şekil 5.5 Yapıdaki mevcut perde kolonları kesiti

$h : 400 \text{ mm}$

$h_1 : 360 \text{ mm}$

$b : 200 \text{ mm}$

$d : 16 \text{ mm}$

$t : 20 \text{ mm}$

1.Durum (Max N) ;

$$N = 1933.77 \text{ kN}$$

$$M_1 = 60.22 \text{ kNm}$$

$$M_2 = -30.48 \text{ kNm}$$

$$Q = 28.34 \text{ kN}$$

2.Durum (Max M);

$$N = 205.02 \text{ kN}$$

$$M_1 = 125.42 \text{ kNm}$$

$$M_2 = -84.31 \text{ kNm}$$

$$Q = 65,54 \text{ kN}$$

Enkesit karakteristikleri;

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{F}} = \sqrt{\frac{37806.42}{275.20}} = 11.72 \text{ cm}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{F}} = \sqrt{\frac{37806.42}{275.20}} = 11.72 \text{ cm}$$

Eğilme momenti (y-y) eksenini etrafında (x-x) düzlemi içindedir. Kesit simetrik olduğundan basınç başlığının hesabı;

$$F_b = 20 \cdot 2 + 6 \cdot 1.60 = 49.60 \text{ cm}^2$$

$$I_{xb} = \frac{2 \cdot 20^3}{12} + \frac{6 \cdot 1.60^3}{12} = 1335.38 \text{ cm}^4$$

$$i_{xb} = \sqrt{\frac{I_{xb}}{F_b}} = \sqrt{\frac{1335.38}{49.60}} = 5.19 \text{ cm}$$

Burkulma boyları;

(x-x) asal eksenini etrafında, yani, hesap edilen çerçeve düzlemine dik düzlemdeki burkulmada $S_{kx} = S = 320 \text{ cm}$. dir.

(y-y) asal eksenine göre, yani, çerçeve düzlemindeki burkulmada uygulanacak burkulma boyunu bulalım. Çerçeve kolunu kesiti tüm katlarda değişmediğinden,

$$G_A = G_B = \frac{\frac{2 * 37806.42}{320}}{\frac{38690.60}{850}} = 5.19$$

Çubuk uçları eksenine dik doğrultuda tutulmuş kabul edilerek,

$$K = 0.928 \quad S_{ky} = 0.928 * 320 = 296.96 \text{ cm}$$

- 1.Durum (Max. N için);

$$M = 60.22 \text{ kN/cm}^2$$

$$N = 1933.77 \text{ kN}$$

$$\sigma_{eb} = \frac{N_{Max}}{F} = \frac{1933.77}{275.20} = 7.03 \text{ kN/cm}^2$$

$$\lambda_y = \frac{S_{ky}}{i_y} = \frac{296.96}{11.72} = 25.34 \quad w = 1.06 \quad (\sigma_{cem} = 14.40 \text{ kN/cm}^2)$$

$$\sigma_{bem} = \frac{\sigma_{cem}}{w} = \frac{14.40}{1.06} = 13.585 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_b = \frac{M_x}{I_x} * (d_1 + t_1) = \frac{6022}{37806.42} * 20 = 3.19 \text{ kN/cm}^2$$

$$C_b = 1.75 + 1.05 * \left(\frac{M_1}{M_2} \right) + 0.3 * \left(\frac{M_1}{M_2} \right)^2 = 2.358$$

$C_b \leq 2.30$ olmalıdır. Bu yüzden $C_b = 2.30$ alınacaktır.

$$\lambda_{xb} = \frac{S_{kx}}{i_{xb}} = \frac{320}{5.19} = 61.66 < \sqrt{\frac{3.10^7 * C_b}{\sigma_a}} = 169.56$$

$$\sigma_B = \left[\frac{2}{3} - \left(\frac{\sigma_a * \lambda_{xb}^2}{9.10^7 * C_b} \right) \right] * \sigma_a$$

$$\sigma_B = 1494.20 \text{ kg/cm}^2 > 0.6 * 2400 = 1440 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_B = 1440 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_e' = \frac{829.10^4}{(K * \frac{S}{i_x})^2} = 12910.45 \text{ kg/cm}^2$$

Çubuk uçlarında herhangi bir ötelenme bulunmuyor ve moment düzlemi içinde çubuğa etkiyen herhangi bir yük bulunmuyorsa,

$$C_m = 0.6 \pm 0.4 \frac{M_1}{M_2} \geq 0.4$$

bağıntısından yararlanılır.

$$C_m = 0.6 - 0.4 * \left(\frac{30.48}{60.22} \right) = 0.397 < 0.40 \text{ olduğundan } C_m = 0.40 \text{ alınacaktır.}$$

Kontroller;

$$\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} + \frac{C_m * \sigma_b}{(1 - \frac{\sigma_{eb}}{\sigma_e'}) * \sigma_B} = 0.611 < 1.00$$

$$\frac{\sigma_{eb}}{0.6 * \sigma_a} + \frac{\sigma_b}{\sigma_B} = 0.710 < 1.00$$

Kontroller TS 648'e göre yapılmıştır.

- 2.Durum (Max. M için);

$$M = 125.42 \text{ kN/cm}^2$$

$$N = 205.02 \text{ kN}$$

$$\sigma_{eb} = \frac{205.02}{275.20} = 0.745 \text{ kN/cm}^2$$

$$\lambda_y = 25.34 \quad w = 1.06$$

$$\sigma_{bem} = 13.585 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_b = 6.63 \text{ kN/cm}^2$$

$$C_b = 2.590$$

$$C_b = 2.30 \text{ alınacaktır.}$$

$$\sigma_B = 1494.20 \text{ kg/cm}^2 < 1440 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_B = 1440 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_e' = 10950.10 \text{ kg/cm}^2$$

$$C_m = 0.33 < 0.40 \text{ olduğundan } C_m = 0.40 \text{ alınacaktır.}$$

Kontroller;

$$\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} + \frac{C_m * \sigma_b}{(1 - \frac{\sigma_{eb}}{\sigma_e'}) * \sigma_B} = 0.240 < 1.00$$

$$\frac{\sigma_{eb}}{0.6 * \sigma_a} + \frac{\sigma_b}{\sigma_B} = 0.512 < 1.00$$

Yapıya ait diğer kolonların (x-x) ve (y-y) doğrultusundaki kesit hesabı değerleri Ek A'da tablolar halinde verilmiştir. (Bkz. Tablo A.5 ve Tablo A.6)

5.8. Yeni Deprem Yönetmeliğine Ait Çok Katlı Çelik Yapı Metraжі

Bu bölümde yapının taşıyıcı sistemini oluşturan kolon, kiriş ve kararlılık bağı çaprazlarının metraжі tablolar halinde verilmiştir.

5.8.1. Kolon metraji

Tablo 5.19 Yapıdaki toplam kolon ağırlığı

Kesit No	Adet	Uzunluk (m)	Alan (m ²)	Hacim (m ³)	Ağırlık (kN)
A-2P	4*8	3.20	0.02752	2.8180	221.21
A-3P	4*8	3.20	0.02752	2.8180	221.21
A-6P	2*8	3.20	0.02752	1.4090	110.60
B-2P	4*8	3.20	0.01800	1.8430	144.67
B-3P	4*8	3.20	0.01800	1.8430	144.67
B-6P	2*8	3.20	0.02304	1.1800	92.63
A1	4*8	3.20	0.01184	1.2120	95.14
B1	4*8	3.20	0.01422	1.4560	114.29
A4	4*8	3.20	0.01800	1.8430	144.67
A5	4*8	3.20	0.01800	1.8430	144.67
A6	2*8	3.20	0.01800	0.9220	72.37
B4	4*8	3.20	0.02304	2.3590	185.18
B5	4*8	3.20	0.02304	2.3590	185.18
B6	2*8	3.20	0.02304	1.1800	92.63
ΣG_s=1969.17 kN					

5.8.2. Kiriş metraji

Tablo 5.20 Yapıdaki toplam kiriş ağırlığı

Kesit No	Adet	Uzunluk (m)	Alan (m ²)	Hacim (m ³)	Ağırlık (kN)
K1	28*8	8.50	0.01284	24.4470	1919.09
K1(Kor.Krş.)	10*8	3.00	0.01284	3.0820	241.94
K2	4*8	8.50	0.01070	2.9110	228.51
K3	2*8	3.00	0.01070	0.5140	40.35
P1	4*8	8.50	0.01376	3.7430	293.83
P3	4*8	8.50	0.01376	3.7430	293.83
P5	2*8	8.50	0.01216	1.6540	129.84
P2	2*8	5.60	0.01070	0.9587	75.26
P4	2*8	5.60	0.01070	0.9587	75.26
P6	2*8	5.60	0.01070	0.9587	75.26
Ç1	16*8	5.60	0.01070	7.6698	602.08
Ç2	22*8	5.60	0.01216	11.9850	940.82
NM1	2*8	4.11	0.00335	0.2203	17.29
NM2	2*8	2.20	0.00691	0.2432	19.09
ARA SHN.	2*8	5.60	0.00691	0.6191	48.60
YM1	2*8	2.00	0.00461	0.1475	11.58
YM2	2*8	5.60	0.00461	0.4130	32.42
YM3	2*8	5.60	0.00816	0.7311	57.39
ARA SHN.	2*8	5.60	0.00816	0.7311	57.39
ΣG=5159.83 kN					

5.8.3. Kararlılık bağı çaprazlarının metraji

Tablo 5.21 Yapıdaki toplam kararlılık bağı çaprazlarının ağırlığı

Doğrultu	Adet	Uzunluk (m)	Alan (m ²)	m ³	Ağırlık (kN)
x-x	20*8	9.00	0.00408	5.875	461.19
y-y	12*8	6.50	0.00560	3.494	274.28
					$\Sigma G=735.47$ kN

5.8.4. Taşıyıcı sistem eleman ağırlıklarının toplam çelik malzeme ağırlığına göre dağılımı

Yapıdaki toplam kolon ağırlığı : 1969.17 kN

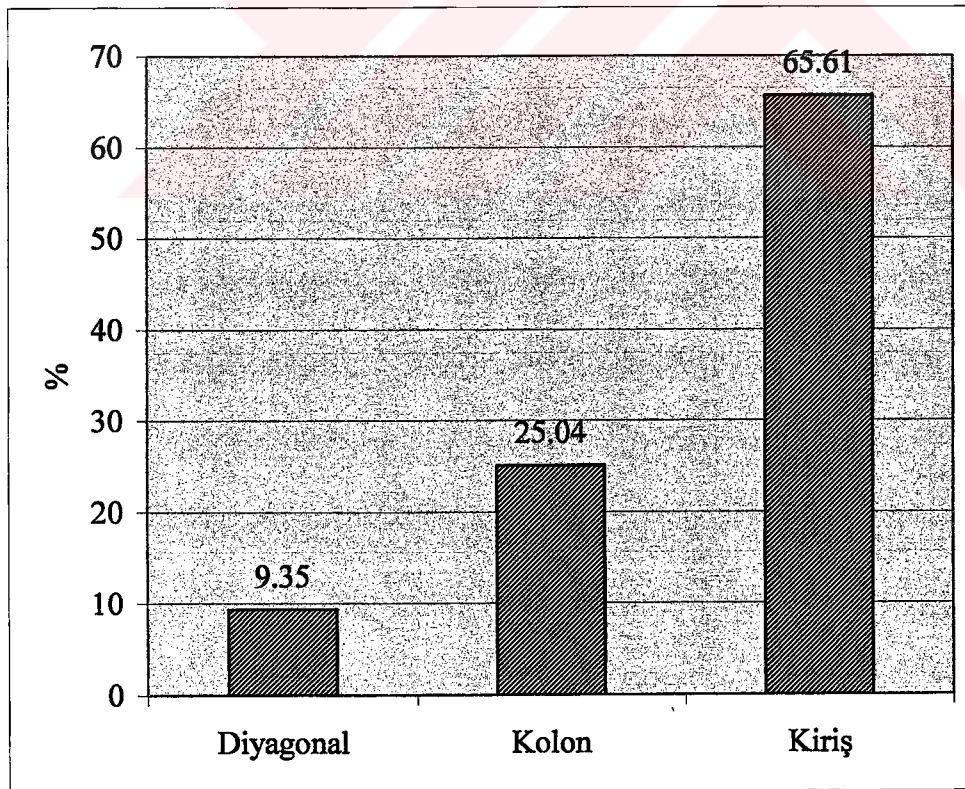
Yapıdaki toplam kiriş ağırlığı : 5159.83 kN

Yapıdaki toplam diagonal ağırlığı : 735.47 kN

Yapıdaki toplam çelik ağırlığı : 7864.47 kN

Toplam yapı alanı : 1232 m²

m²'deki çelik ağırlığı : 0.80 kN/m²



Şekil 5.6 Yapıdaki toplam çelik ağırlığının dağılımı

6. YAPININ ABYYHY (1975) YÖNETMELİĞİ'NE GÖRE HESABI

Bölüm 5.1 ve 5.2 alt başlıkları altında yapılan hesaplar bu bölümde tekrarlanmamıştır. Ancak, yeni deprem yönetmeliği için başlangıçta öngörülen 0.60 kN/m^2 lik çelik malzeme ağırlığı, eski deprem yönetmeliği esas alınarak hesaplanan eşdeğer deprem yükü değeri büyük olduğundan bu bölümde 0.70 kN/m^2 olarak öngörülmüştür. Bu sebeple yapı ağırlığı daha da arttığından deprem analizine esas olacak değerlerin hesabı, bu durum gözönüne alınarak önceki bölümde belirtilen hesaplamalara benzer şekilde yapılmıştır.

6.1. Hesap Yönteminin Seçilmesi

Yapının temel üst kotundan itibaren toplam yüksekliği 25 m 'yi aşmadığından deprem analizinde Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi kullanılabilir.

6.2. Çok Katlı Çelik Yapının Kat ve Toplam Ağırlıklarının Hesabı

Bölüm 5.2.2'de anlatıldığı şekildedir.

6.3. Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yüklerinin Hesabı

Bu bölümde katlara etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin hesabına esas olan karakteristik değer ve katsayıların hesabı yapılmıştır.

6.3.1. Yapının birinci doğal titreşim periyodunun hesabı

Bölüm 5.2.4.5'te anlatıldığı şekildedir.

6.3.2. Spektrum katsayısının hesabı

- y-y doğrultusu için;

$$T_0 = 0.25 \text{ sn} \quad T_{1y} = 0.879 \text{ sn} \quad S = 0.7000 < 1$$

- x-x doğrultusu için;

$$T_0 = 0.25 \text{ sn} \quad T_{1x} = 0.809 \text{ sn} \quad S = 0.7358 < 1$$

6.3.3. Deprem katsayısı hesabı

- y-y doğrultusu için;

$$C_0 = 0.08 \text{ (İkinci derece deprem bölgesi)}$$

$$K = 1.6 \text{ (Diyagonalli çelik kafes ve hafif bölme duvarlı yapı)}$$

$$I = 1.0 \text{ (İşyeri)}$$

olmak üzere,

$$C = 0.0896 > C_0 / 2 = 0.04$$

- x-x doğrultusu için;

C_0 , K ve I katsayıları y-y doğrultusundaki gibi olmak üzere;

$$C = 0.0941 > C_0 / 2 = 0.04$$

6.3.4. Yapıya etkiyen toplam yatay kuvvetin hesabı

- y-y doğrultusu için;

$$(F_y)_T = 6027.57 \text{ kN} \quad (F_y)_O = 4402.24 \text{ kN} \quad (F_y)_K = 812.66 \text{ kN}$$

- x-x doğrultusu için;

$$(F_x)_T = 6330.29 \text{ kN} \quad (F_x)_O = 4623.34 \text{ kN} \quad (F_x)_K = 853.48 \text{ kN}$$

6.3.5. Katlara etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin hesabı

Yapının deprem analizinde, merdiven boşluklarında ve binanın uzun doğrultusu boyunca bu boşluklar nedeniyle ayrılmış olan yapı bölümlerini birbirine bağlayan kararlılık bağı kirişlerinde düzlemi dışı zorlamaların etkisini araştırmak amacıyla yapı üç ana bölüme ayrılmıştır. Bu durumda üç ana bölüme etkiyecek deprem

kuvvetleri y-y doğrultusu ve x-x doğrultusu ayrı ayrı olmak üzere sırasıyla orta kısım için Tablo 5.14, kenar kısımlar için Tablo 5.15'de ve Tablo 5.16 ile Tablo 5.17'de verilmiştir.

- y-y doğrultusu için;

Tablo 6.1 Orta kısım için katlara etkiyen deprem kuvvetleri

Kat No	$(F_y)_0$	ΔF_n	w_i	H_i	$w_i * H_i$	F_i
1	4402.24	0	6432.64	3.20	20584.448	132.98
2	4402.24	0	6432.64	6.40	41168.896	265.97
3	4402.24	0	6432.64	9.60	61753.344	398.95
4	4402.24	0	6432.64	12.80	82337.792	531.94
5	4402.24	0	6432.64	16.00	102922.240	664.92
6	4402.24	0	6432.64	19.20	123506.688	797.90
7	4402.24	0	6432.64	22.40	144091.136	930.89
8	4402.24	0	4103.68	25.60	105054.208	678.69

$$\Sigma w_i * H_i = 681418.752$$

Tablo 6.2 Kenar kısımlar için katlara etkiyen deprem kuvvetleri

Kat No	$(F_y)_K$	ΔF_n	w_i	H_i	$w_i * H_i$	F_i
1	812.66	0	1185.78	3.20	3794.496	24.48
2	812.66	0	1185.78	6.40	7588.992	48.97
3	812.66	0	1185.78	9.60	11383.488	73.45
4	812.66	0	1185.78	12.80	15177.984	97.94
5	812.66	0	1185.78	16.00	18972.480	122.42
6	812.66	0	1185.78	19.20	22766.976	146.91
7	812.66	0	1185.78	22.40	26561.472	171.39
8	812.66	0	769.44	25.60	19697.664	127.10

$$\Sigma w_i * H_i = 125943.552$$

- x-x doğrultusu için;

Tablo 6.3 Orta kısım için katlara etkiyen deprem kuvvetleri

Kat No	$(F_x)_0$	ΔF_n	w_i	H_i	$w_i * H_i$	F_i
1	4623.34	0	6432.64	3.20	20584.448	139.66
2	4623.34	0	6432.64	6.40	41168.896	279.33
3	4623.34	0	6432.64	9.60	61753.344	418.99
4	4623.34	0	6432.64	12.80	82337.792	558.65
5	4623.34	0	6432.64	16.00	102922.240	698.31
6	4623.34	0	6432.64	19.20	123506.688	837.98
7	4623.34	0	6432.64	22.40	144091.136	977.64
8	4623.34	0	4103.68	25.60	105054.208	712.78

$$\Sigma w_i * H_i = 681418.752$$

Tablo 6.4 Kenar kısımlar için katlara etkiyen deprem kuvvetleri

Kat No	$(F_x)_K$	ΔF_n	w_i	H_i	$w_i * H_i$	F_i
1	853.48	0	1185.78	3.20	3794.496	25.71
2	853.48	0	1185.78	6.40	7588.992	51.43
3	853.48	0	1185.78	9.60	11383.488	77.14
4	853.48	0	1185.78	12.80	15177.984	102.86
5	853.48	0	1185.78	16.00	18972.480	128.57
6	853.48	0	1185.78	19.20	22766.976	154.28
7	853.48	0	1185.78	22.40	26561.472	180.00
8	853.48	0	769.44	25.60	19697.664	133.48

$$\Sigma w_i * H_i = 125943.552$$

6.4. Kesit Hesaplarına Esas Olacak Yükleme Durumlarının Analizi

6.4.1. Yapıya ait kararlılık bağı çaprazlarının hesabı

Sap90 yapı analiz programı yardımı ile yapılan hesaplar sonucunda, yapıya ait kararlılık bağı kirişlerinin maruz kaldığı yüklerin süperpozisyon tabloları Tablo 6.5 ve Tablo 6.6'da verilmiştir.

Tablo 6.5 x-x doğrultusundaki kararlılık bağı çaprazları süperpozisyon tablosu

Mesafe	Eleman No	$\pm E_x$	$\pm W_x$
0.00	2197	569.28	129.91

Tablo 6.6 y-y doğrultusundaki kararlılık bağı çaprazları süperpozisyon tablosu

Mesafe	Eleman No	$\pm E_y$	$\pm W_y$
0.00	2293	653.50	48.56

- Kararlılık bağı çaprazlarının analizi:

Yapıda kararlılık bağı çaprazı olarak, x-x doğrultusunda 2U160 profili, y-y doğrultusunda ise 2U180 kullanılmıştır. Yapıda kullanılan bu elemanların analizi ve öngermeli bulon tipi seçimi aşağıda verilmiştir.

Öngermeli bulon çapının belirlenmesi:

t_{min} : 7.5 mm (Levha gibi düşünülecektir.)

$$d_0 \leq \sqrt{5 * t_{min}} - 0.2 = 1.7 \text{ cm} = 17 \text{ mm}$$

Seçilen öngermeli bulon çapı $d_1 = 17 \text{ mm}$ (M16 bulonu)

Çubukta kontrol :

x-x doğrultusunda kullanılan 2U160 profilinin aldığı yük $P_{\text{Max}} = 569.28 \text{ kN}$

Çekme kuvveti etkisi altında kesit net alanı ile çalışılacağından ;

$$F_n = 24 - 1.7 \cdot 0.75 \cdot 2 = 21.45 \text{ cm}^2 \quad (\text{iki sıra bulon})$$

$$M16 \quad N_0 = 100 \text{ kN} \quad \mu = 0.50 \quad \gamma = 1.10$$

$$P_{1,\text{emn},1} = 45.5 \text{ kN} \quad \max P_{\text{bulon}} = 364 \text{ kN} \quad (8 \text{ adet bulon})$$

$$\sigma_1^* = 37.90 \text{ kN/cm}^2 < \sigma_{1,\text{emn}}^* = 48 \text{ kN/cm}^2$$

Çubuklar açısından;

$$P_{1,\text{max}} = 45.5 \text{ kN} \quad P^* = 308.88 \text{ kN} \quad \max P_{\text{çubuk}} = 345.20 \text{ kN}$$

$$569.28/2 = 284.64 \text{ kN} < 345.20 \text{ kN}$$

y-y doğrultusunda kullanılan 2U180 profilinin aldığı yük $P_{\text{Max}} = 653.50 \text{ kN}$

$$F_n = 28 - 1.7 \cdot 0.8 \cdot 2 = 25.28 \text{ cm}^2 \quad (\text{iki sıra bulon})$$

$$M16 \quad N_0 = 100 \text{ kN} \quad \mu = 0.50 \quad \gamma = 1.10$$

$$P_{1,\text{emn},1} = 45.5 \text{ kN} \quad \max P_{\text{bulon}} = 364 \text{ kN} \quad (8 \text{ adet bulon})$$

$$\sigma_1^* = 35.55 \text{ kN/cm}^2 < \sigma_{1,\text{emn}}^* = 48 \text{ kN/cm}^2$$

Çubuklar açısından;

$$P_{1,\text{max}} = 45.5 \text{ kN} \quad P^* = 364.03 \text{ kN} \quad \max P_{\text{çubuk}} = 400.43 \text{ kN}$$

$$653.50/2 = 326.75 \text{ kN} < 400.43 \text{ kN}$$

6.4.2. Kiriş ve kolonlara ait iç kuvvet süperpozisyon analizi

Kiriş ve kolonlara ait iç kuvvet süperpozisyon değerleri, her elemanda en elverişsiz kesit göz önüne alınarak Ek B'de tablolar halinde verilmiştir. (Bkz. Tablo B.1, Tablo B.2, Tablo B.3, Tablo B.4)

6.5. Kesit Hesapları ve Boyutlandırma

6.5.1. Çerçeve ve döşeme kirişlerinin kesit hesabı

- K1 Kirişi

Seçilen K1 kirişi değerleri aşağıdaki gibidir.

$$h=33 \text{ cm.} \quad t_g=1.60 \text{ cm.} \quad b'=9.70 \text{ cm.} \quad t_b=1.80 \text{ cm.} \quad \sigma_a=2.40 \text{ t/cm}^2$$

Yönetmelik koşulları gereğince seçilen elemanın aşağıdaki şartları sağlaması gerekir.

Gövde levhasında;

$$\frac{h}{t_g} \leq \frac{950}{\sqrt{\sigma_a * (\sigma_a + 1.2)}}$$

$$\frac{33}{1.60} \leq \frac{950}{\sqrt{2.40 * (2.40 + 1.2)}}$$

$$20.625 \leq 323.19$$

Başlık levhalarında berkirtme kullanılmamışsa;

$$\frac{b'}{t_b} \leq \frac{25}{\sqrt{\sigma_a}}$$

$$\frac{9.70}{1.80} \leq \frac{25}{\sqrt{2.40}}$$

$$5.388 \leq 16.13$$

Enkesit karakteristikleri:

$$I_x=27700.67 \text{ cm}^4 \quad W_x=1513.70 \text{ cm}^3 \quad M=179.99 \text{ kNm.} \quad Q=84.70 \text{ kN}$$

Enkesite ilişkin kontroller;

Eğilme gerilmesi;

$$\sigma = \frac{M_{\text{Max}}}{W_x} = \frac{17999}{1513.70} = 11.89 \text{ kN/cm}^2 \leq 14.40 \text{ kN/cm}^2$$

Makaslama gerilmesi;

$$S_x = 21 * 1.80 * 17.40 + 16.50 * 1.60 * \frac{16.50}{2} = 875.52 \text{ cm}^3$$

$$\tau = \frac{Q_{\text{Max}} * S_x}{I_x * b} = \frac{84.70 * 875.52}{27700.67 * 21} = 0.127 \text{ kN/cm}^2 \leq 8.31 \text{ kN/cm}^2$$

Sehim kontrolü;

$$f = \frac{6.20 * 1.993 * 8.50^4}{27700.67} = 2.33 \text{ cm.} = \frac{1}{365} < \frac{1}{300}$$

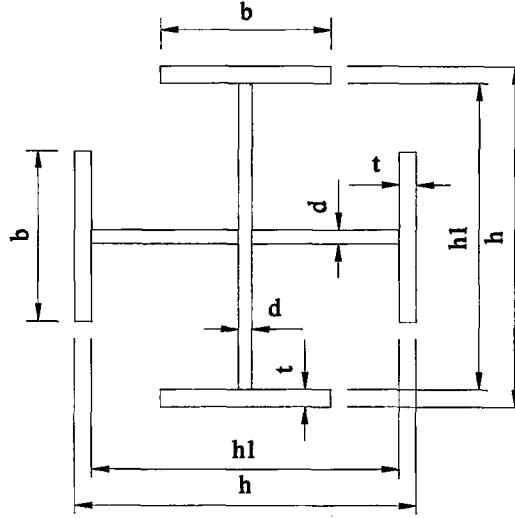
Yapıya ait diğer kirişlerin kesit hesabı değerleri Tablo 6.7’de verilmiştir.

Tablo 6.7 Kirişlerin kesit hesabı

Kiriş No	Seçilen Profil	σ_a (t / cm ²)	b' (cm)	W _x (cm ³)	S _x (cm ³)	M _{Max} (kNm)	Q _{Max} (kN)	σ (kN/cm ²)	τ (kN/cm ²)	f _{Max} (cm)
K1 Kısa	Yapma Profil	2.40	9.70	1513.70	875.52	93.05	33.83	6.15	0.05	-
K2 - K3	I380	2.40	5.40	1260.00	741.00	127.52	60.01	10.12	1.43	2.33
P1 - P3	Yapma Profil	2.40	7.20	2022.19	1195.56	264.49	235.25	13.08	0.35	0.89
P5 - Ç2	Yapma Profil	2.40	7.20	1688.06	996.32	220.30	228.23	13.05	0.40	0.86
Ç1-P2-P4-P6	Yapma Profil	2.40	5.40	2076.70	1233.64	252.05	318.70	12.14	0.49	0.55

6.5.2. Kolonların kesit hesabı

- A-2P A-3P ve A-6P Kolonları; (x-x doğrultusu)



Şekil 6.1 Yapıdaki mevcut perde kolonları kesiti

$h : 484 \text{ mm}$

$h_1 : 440 \text{ mm}$

$b : 240 \text{ mm}$

$d : 20 \text{ mm}$

$t : 24 \text{ mm}$

1.Durum (Max N) ;

$$N = 2344.76 \text{ kN}$$

$$M_1 = 209.17 \text{ kNm}$$

$$M_2 = -134.41 \text{ kNm}$$

$$Q = -107.37 \text{ kN}$$

2.Durum (Max M);

$$N = 2046.41 \text{ kN}$$

$$M_1 = 216.50 \text{ kNm}$$

$$M_2 = -134.56 \text{ kNm}$$

$$Q = -109.70 \text{ kN}$$

Enkesit Karakteristikleri;

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{F}} = \sqrt{\frac{81816.81}{406.40}} = 14.19 \text{ cm}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{F}} = \sqrt{\frac{81816.81}{406.40}} = 14.19 \text{ cm}$$

Eğilme momenti (y-y) eksenini etrafında (x-x) düzlemi içindedir. Kesitte simetrik olduğundan basınç başlığını bulalım.

$$F_b = 24 \cdot 2.4 + 7.33 \cdot 2.0 = 72.27 \text{ cm}^2$$

$$I_{xb} = \frac{2.4 \cdot 24^3}{12} + \frac{7.33 \cdot 2.0^3}{12} = 2769.69 \text{ cm}^4$$

$$i_{xb} = \sqrt{\frac{I_{xb}}{F_b}} = \sqrt{\frac{2769.69}{72.27}} = 6.19 \text{ cm}$$

Burkulma boyları;

(x-x) asal eksenini etrafında, yani hesap edilen çerçeve düzlemine dik düzlemdeki burkulmada $S_{kx} = S = 320 \text{ cm}$. dir.

(y-y) asal eksenine göre, yani, çerçeve düzlemindeki burkulmada uygulanacak burkulma boyunu bulalım. Çerçeve kolonu kesiti tüm katlarda değişmediğinden,

$$G_A = G_B = \frac{\frac{2 * 81816.81}{320}}{\frac{44892.58}{850}} = 9.68$$

Çubuk uçları eksenine dik doğrultuda tutulmuş kabul edilerek,

$$K = 0.982 \quad S_{ky} = 0.982 * 320 = 314.24 \text{ cm}$$

- 1.Durum (Max. N için);

$$M = 209.17 \text{ kN/cm}^2$$

$$N = 2344.76 \text{ kN}$$

$$\sigma_{eb} = \frac{N_{Max}}{F} = \frac{2344.76}{406.40} = 5.77 \text{ kN/cm}^2$$

$$\lambda_y = \frac{S_{ky}}{i_y} = \frac{314.24}{14.19} = 22.14 \quad w = 1.03 \quad (\sigma_{cem} = 14.40 \text{ kN/cm}^2)$$

$$\sigma_{bem} = \frac{\sigma_{cem}}{w} = \frac{14.40}{1.03} = 13.98 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_b = \frac{M_x}{I_x} * (d_1 + t_1) = \frac{20917}{81816.81} * 24.4 = 6.24 \text{ kN/cm}^2$$

$$C_b = 1.75 + 1.05 * \left(\frac{M_1}{M_2} \right) + 0.3 * \left(\frac{M_1}{M_2} \right)^2 = 2.55$$

$C_b \leq 2.30$ olmalıdır. Bu yüzden $C_b = 2.30$ alınacaktır.

$$\lambda_{xb} = \frac{S_{kx}}{i_{xb}} = \frac{320}{6.19} = 51.70 < \sqrt{\frac{3.10^7 * C_b}{\sigma_a}} = 169.56$$

$$\sigma_B = \left[\frac{2}{3} - \left(\frac{\sigma_a * \lambda_{xb}^2}{9.10^7 * C_b} \right) \right] * \sigma_a$$

$$\sigma_B = 1525.62 \text{ kg/cm}^2 > 0.6 * 2400 = 1440 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_B = 1440 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_e' = \frac{829.10^4}{(K * \frac{S}{i_x})^2} = 16912 \text{ kg/cm}^2$$

Çubuk uçlarında herhangi bir ötelenme bulunmuyor ve moment düzlemi içinde çubuğa etkiyen herhangi bir yük bulunmuyorsa,

$$C_m = 0.6 \pm 0.4 \frac{M_1}{M_2} \geq 0.4$$

bağıntısından yararlanılır.

$$C_m = 0.6 - 0.4 * \left(\frac{209.17}{134.41} \right) = 0.34 < 0.40 \text{ olduğundan } C_m = 0.40 \text{ alınacaktır.}$$

Kontroller;

$$\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} + \frac{C_m * \sigma_b}{(1 - \frac{\sigma_{eb}}{\sigma_e'}) * \sigma_B} = 0.592 < 1.00$$

$$\frac{\sigma_{eb}}{0.6 * \sigma_a} + \frac{\sigma_b}{\sigma_B} = 0.834 < 1.00$$

Kontroller TS 648'e göre yapılmıştır.

- 2.Durum (Max. M için);

$$M = 216.50 \text{ kN/cm}^2$$

$$N = 2046.41 \text{ kN}$$

$$\sigma_{eb} = \frac{2046.41}{406.40} = 5.04 \text{ kN/cm}^2$$

$$\lambda_y = 22.14 \quad w = 1.03$$

$$\sigma_{bem} = 13.98 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_b = 6.46 \text{ kN/cm}^2$$

$$C_b = 2.52$$

$C_b = 2.30$ alınacaktır.

$$\sigma_B = 1525.62 \text{ kg/cm}^2 < 1440 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_B = 1440 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_e' = 169.12 \text{ kg/cm}^2$$

$C_m = 0.35 < 0.40$ olduğundan $C_m = 0.40$ alınacaktır.

Kontroller;

$$\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} + \frac{C_m * \sigma_b}{(1 - \frac{\sigma_{eb}}{\sigma_e'}) * \sigma_B} = 0.545 < 1.00$$

$$\frac{\sigma_{eb}}{0.6 * \sigma_a} + \frac{\sigma_b}{\sigma_B} = 0.799 < 1.00$$

Yapıya ait diğer kolonların (x-x) ve (y-y) doğrultusundaki kesit hesabı değerleri Ek B'de tablolar halinde verilmiştir. (bkz. Tablo B.5 ve Tablo B.6)

6.6. Eski Deprem Yönetmeliğine Ait Çok Katlı Çelik Yapı Metrajı

Bu bölümde yapının taşıyıcı sistemini oluşturan kolon, kiriş ve kararlılık bağı çaprazlarının metrajı tablolar halinde verilmiştir.

6.6.1. Kolon metraji

Tablo 6.8 Yapıdaki toplam kolon ağırlığı

Kesit No	Adet	Uzunluk (m)	Alan (m ²)	m ³	Ağırlık (kN)
A-2P	32	3.20	0.04064	4.1615	326.7
A-3P	32	3.20	0.04064	4.1615	326.7
A-6P	16	3.20	0.04064	2.0808	163.3
B-2P	32	3.20	0.02768	2.8344	222.5
B-3P	32	3.20	0.02768	2.8344	222.5
B-6P	16	3.20	0.02768	1.4172	111.3
A1	32	3.20	0.02240	2.2938	180.1
B1	32	3.20	0.02240	2.2938	180.1
A4	32	3.20	0.02556	2.6173	205.5
A5	32	3.20	0.02556	2.6173	205.5
A6	16	3.20	0.02768	1.4172	111.3
B4	32	3.20	0.02556	2.6173	205.5
B5	32	3.20	0.02556	2.6173	205.5
B6	16	3.20	0.02556	1.3087	102.7
ΣG_s=2768.9					

6.6.2. Kiriş metraji

Tablo 6.9 Yapıdaki toplam kiriş ağırlığı

Kesit No	Adet	Uzunluk (m)	Alan (m ²)	m ³	Ağırlık (kN)
K1	224	8.50	0.01284	24.4474	1919.12
K1(Kor.Krş.)	80	3.00	0.01284	3.0816	241.91
K2	32	8.50	0.01070	2.9104	228.47
K3	16	3.00	0.01070	0.5136	40.32
P1	32	8.50	0.01512	4.1126	322.84
P3	32	8.50	0.01512	4.1126	322.84
P5	16	8.50	0.01312	1.7843	140.07
P2	16	5.60	0.01624	1.4551	114.23
P4	16	5.60	0.01624	1.4551	114.23
P6	16	5.60	0.01624	1.4551	114.23
Ç1	128	5.60	0.01624	11.6408	913.81
Ç2	176	5.60	0.01312	12.9311	1015.09
NM1	16	4.11	0.00335	0.2203	17.29
NM2	16	2.20	0.00691	0.2432	19.09
ARA SHN.	16	5.60	0.00691	0.6191	48.60
YM1	16	2.00	0.00461	0.1475	11.58
YM2	16	5.60	0.00461	0.4131	32.42
YM3	16	5.60	0.00816	0.7311	57.39
ARA SHN.	16	5.60	0.00816	0.7311	57.39
ΣG=5730.92					

6.6.3. Kararlılık bağı çaprazlarının metraji

Tablo 6.10 Yapıdaki toplam kararlılık bağı çaprazlarının ağırlığı

Doğrultu	Adet	Uzunluk (m)	Alan (m ²)	m ³	Ağırlık (kN)
x-x	20*8	9.00	0.0048	6.912	542.59
y-y	12*8	6.50	0.0056	3.494	274.28
ΣG=816.87 kN					

6.6.4. Taşıyıcı sistem eleman ağırlıklarının toplam çelik malzeme ağırlığına göre dağılımı

Yapıdaki toplam kolon ağırlığı : 2768.90 kN

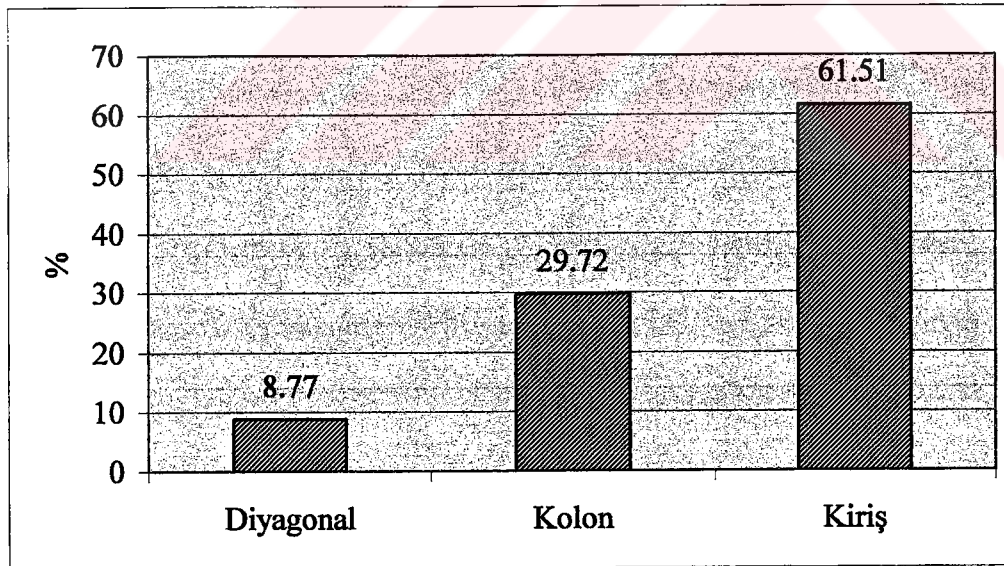
Yapıdaki toplam kiriş ağırlığı : 5730.92 kN

Yapıdaki toplam diagonal ağırlığı : 816.87 kN

Yapıdaki toplam çelik ağırlığı : 9316.69 kN

Toplam yapı alanı : 1232 m²

m²'deki çelik ağırlığı : 0.95 kN/m²



Şekil 6.2 Yapıdaki toplam çelik ağırlığının dağılımı

7. SONUÇLAR

Yapılan çalışmada, genel karşılaştırmaya yönelik ortaya konan sonuçlar ve sayısal örneğin analizi sonunda elde edilen sonuçlar ayrı ayrı olmak üzere aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir.

- Genel karşılaştırmaya yönelik ortaya konan sonuçlar;
 - ABYYHY(1998) yönetmeliği'nde yer alan deprem bölge katsayısı (A_0) değerleri (Tablo 2.5), 1975 Deprem Yönetmeliği'nde tanımlanan deprem bölge katsayısı (C_0) değerlerinden (Tablo 2.4) oldukça büyüktür.
 - Bölüm 3.1'de tanımlanan 1975 Deprem Yönetmeliği'ne ait yapı düzensizlikleri, 1998 Deprem Yönetmeliği'nde belirli başlıklar halinde toplanarak ayrıntılı bir biçimde irdelenmiştir.
 - Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi, 1975 Deprem Yönetmeliği'nde Tablo 3.1'de verildiği gibi deprem bölgesi sınırlaması olmadan taşıyıcı sistemi düzenli, temel üst kotundan itibaren yüksekliği 75 m'yi geçmeyen tüm düzenli binalar için uygulanabileceği belirtilmiştir. Ancak 1998 Deprem Yönetmeliği'nde, Tablo 3.2'de gösterildiği gibi deprem bölgesi yanında yapı yüksekliği sınırlaması ve yapı için tanımlanan düzensizlikler de düşünülerek yöntemin uygulanabileceği bina tipleri belirtilmiştir. Yeni Yönetmelik'te, ancak 3. ve 4. derece deprem bölgelerinde yer alan ve yüksekliği 75 m'yi geçmeyen tüm binalar için bu yöntemin uygulanabileceği, 1. ve 2. derece deprem bölgelerinde yer alan binalarda belirli başlıklar altında tanımlanan (Bölüm 3.1) yapısal düzensizlik koşullarının dikkate alınarak bu yöntemin uygulanıp uygulanamayacağı belirtilmiştir.
- Sayısal örneğin analizleri sonunda elde edilen sonuçlar;
 - 1975 Deprem Yönetmeliği'nde belirtilen yapının yaklaşık doğal titreşim periyodunu veren ifade; $T_1 = (0.07 \sim 0.10)N$, y-y doğrultusunda $T_1 = 0.800$ sn değerini vermektedir. Yapının, analiz sonucunda y-y doğrultusunda hesaplanan doğal titreşim 0.879sn, x-x doğrultusunda hesaplanan doğal

titreşim periyodu da 0.809sn olup, yaklaşık periyot değeriyle belirli bir uyum göstermektedir.

Bu durum, 1998 Deprem Yönetmeliği açısından incelendiğinde $T_{1yaklaşık}=0.797sn$ iken, y-y doğrultusunda $T_{1y analiz}=1.026sn$ değerini, x-x doğrultusunda da $T_{1x analiz}=0.926sn$ değerlerini aldığı, bir önceki yönetmelikte olduğu gibi değerler arasında bir uyumun olmadığı söylenebilir.

- Yeni Deprem Yönetmeliği'ne göre hesaplanan deprem katsayısı (C) y-y doğrultusu için 0.0351, x-x doğrultusu için 0.0381 değerlerini alırken, 1975 Deprem Yönetmeliği'nde bu katsayı iki katından fazla artarak y-y doğrultusu için 0.0896, x-x doğrultusu için 0.0941 değerlerini almaktadır. Dolayısıyla yapıya etkiyecek toplam deprem kuvveti de bu cıranda artmaktadır.
- Yapının 1998 Deprem Yönetmeliği'ne ait gerçek kat deplasmanları;

Yerdeğiştirme değerleri, kat hizalarında yapının kütle merkezine etkiyen gerçek deprem kuvvetlerine karşı gelen yerdeğiştirme miktarlarıdır.

Tablo 7.1 x-x doğrultusu kat hizası deplasman değerleri

Master Joint No	Deplasman [m]
1300	0.001876
1310	0.004128
1320	0.006271
1330	0.008266
1340	0.010026
1350	0.011476
1360	0.012536
1370	0.013156

Tablo 7.2 y-y doğrultusu kat hizası deplasman değerleri

Master Joint No	Deplasman [m]
1300	0.001684
1310	0.004070
1320	0.006512
1330	0.008903
1340	0.011128
1350	0.013080
1360	0.014673
1370	0.015811

- Yapının 1975 Deprem Yönetmeliği'ne ait gerçek kat deplasmanları;

Yerdeğiştirme değerleri, kat hizalarında yapının kütle merkezine etkiyen gerçek deprem kuvvetlerine karşı gelen yerdeğiştirme miktarlarıdır.

Tablo 7.3 x-x doğrultusu kat hizası deplasman değerleri

Master Joint No	Deplasman [m]
1300	0.003293
1310	0.007642
1320	0.011776
1330	0.015602
1340	0.018962
1350	0.021708
1360	0.023693
1370	0.024848

Tablo 7.4 y-y doğrultusu kat hizası deplasman değerleri

Master Joint No	Deplasman [m]
1300	0.003111
1310	0.007759
1320	0.012449
1330	0.016934
1340	0.021008
1350	0.024484
1360	0.027195
1370	0.029011

- Tablolar incelendiğinde, 1975 Deprem Yönetmeliği'ne ait kat hizası yerdeğiştirme değerlerinin 1998 Deprem Yönetmeliği'ne göre artan deprem kuvveti nedeniyle büyüdüğü görülmektedir.
- Yeni Deprem Yönetmeliği'ne göre yapılan analiz sonucunda hesaplanan çelik malzeme ağırlıkları Bölüm 5.8.4'de açıklanmış ve Şekil 5.6'da bir diyagram halinde verilmiştir. Başlangıçta 0.60 kN/m^2 olarak öngörülen çelik malzeme ağırlığı hesap sonucunda yaklaşık 0.80 kN/m^2 bulunmuştur.

ABYYHY (1975) yönetmeliği'ne göre yapılan analiz sonucunda hesaplanan çelik malzeme ağırlıkları Bölüm 6.6.4'de açıklanmış ve Şekil 6.2'de bir diyagram halinde verilmiştir. Başlangıçta 0.70 kN/m^2 olarak öngörülen çelik malzeme ağırlığı hesap sonucunda yaklaşık 0.95 kN/m^2 bulunmuştur.

KAYNAKLAR

- [1] **Celep, Z., ve Kumbasar, N.,** Yapı Dinamiği ve Deprem Mühendisliğine Giriş
- [2] **Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY),**1998
- [3] **Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY),**1975
- [4] **Celep, Z., ve Kumbasar, N.,** İstanbul 1996. Betonarme Yapılar
- [5] **Celep, Z., ve Kumbasar, N.,** İstanbul 1998. Betonarme Yapılar
- [6] **Bayülke, N.,** 1998. Depreme Dayanıklı Betonarme ve Yığma Yapı Tasarımı
- [7] **Özmen, Günay, Şubat** 1999. 1997 Deprem Yönetmeliğine Göre Tasarım Uygulamaları (TDV Teknik Rapor)
- [8] **Arda, T. Seno,** 1978. Çelik Çatı ve Binalarda Rüzgar Karşıt Düzenlemeleri ve Stabilité Bağları
- [9] **Odabaşı, Yalman,** 1997. Ahşap ve Çelik Yapılar
- [10] **Arda, T. Seno,** Çelik Yapılar Ders Notları
- [11] **Yardımcı, Nesrin,** Plastic Design of Steel Structures Ders Notları
- [12] **Arda, T. Seno, ve Aşkar, G.,** 1986. Plastic Design of Steel Structures

EKLER

Ek A: ABYYHY (1998) yönetmeliğine göre kolon ve kirişlerin x-x ve y-y doğrultularına ait içkuvvet süperpozisyon ve kesit hesapları tabloları

Ek B: ABYYHY (1975) yönetmeliğine göre kolon ve kirişlerin x-x ve y-y doğrultularına ait içkuvvet süperpozisyon ve kesit hesapları tabloları

Ek C: x - x ve y - y doğrultusu boyunca moment aktaran birleşim noktalarında kolon ve kiriş plastikleşme momentleri toplamalarının karşılaştırılması

Ek D: x - x ve y - y doğrultusu boyunca moment aktaran birleşim noktalarında kiriş plastikleşme momentleri





EK A

Tablo A.1 X-X doğrultusu kirişlerine ait iç kuvvet süperpozisyonu

Kiriş No	Kesit No	Mesafe	Eleman No	D.D.K.	G+Q			(G+Q+(±E ₂))/1.33			(G+Q+(±W ₂))/1.15		
					M (kNm)	N (kN)	Q (kN)	M (kNm)	N (kN)	Q (kN)	M (kNm)	N (kN)	Q (kN)
K1	11	0.00	409		0.00		84.70						
		4.25			179.99								
K1 Kor. Kirişi	11	2.79	431	1.015	24.12		8.65	57.51		20.61	82.17		29.45
				1.015									
K2 - K3	12	0.00	400		0.00		60.01						
		4.25			127.52								
P1 - P3	14 - 15	0.20	428	1.015	28.73		-0.16	85.65		-53.05	71.73		-39.15
		2.80		1.015	28.33			94.85			79.30		
		0.00	420	1.015	73.27		101.62	62.01		154.75	70.24		158.16
		0.80		1.015	162.59		121.67	179.78			189.80		
P5	13	0.17	412	1.015	101.04		-80.17	95.87		-64.28	120.89	-180.77	-76.41
				1.015									
		0.79	478	1.015	107.01		81.34	143.39		134.05	181.29		166.70
				1.015									

Tablo A.2 y-y doğrultusu kirişlerine ait içkuvvet süperpozisyonu

Kiriş No	Kesit No	Mesafe	Eleman No	D.D.K.	G+Q			(G+Q+(±E _y))/1.33			(G+Q+(±W _y))/1.15		
					M (kNm)	N (kN)	Q (kN)	M (kNm)	N (kN)	Q (kN)	M (kNm)	N (kN)	Q (kN)
Ç1 - P2 - P4 - P6	12	0.00	2515	0.935	-30.71		-54.08		-31.55		-27.79		-74.79
		0.70		0.935	-70.22		-58.81		-126.46		-76.53		
Ç2	13	0.00	1862	0.935	-148.38		111.80		-122.15		-132.95		97.92
				0.935						85.35			

Tablo A.3 x-x doğrultusu kolonlarına ait içkuvvet süperpozisyonu

Kolon No	Kesit No	Mesafe	Eleman No	D.D.K.	G+Q			(G+Q+(±E _y))/1.33			(G+Q+(±W _y))/1.15		
					M (kNm)	N (kN)	Q (kN)	M (kNm)	N (kN)	Q (kN)	M (kNm)	N (kN)	Q (kN)
A-2P ve A-3P	3	0.00	5&3200	1.015	-30.48	-1933.77	28.34	-54.04	-1675.59	34.76	-61.36	-1822.03	40.33
		3.20		1.015	60.22			57.21			67.71		
		0.00	377&3324	1.015	-84.31	-205.02	65.54	-65.08	-158.61	49.68	-74.63	-180.03	57.33
		3.20		1.015	125.42			94.71			109.30		
A - 6P	4	0.00	24	1.015	27.76	-1713.94	-24.38	76.70	-1590.87	-47.03	91.95	-1880.20	-54.90
		3.20		1.015	-50.26			-73.80			-83.72		
		0.00	72	1.015	64.69	-1505.05	-39.08	84.58	-1373.20	-52.68	112.23	-1620.65	-68.39
		3.20		1.015	-60.37			-83.98			-106.61		
B-2P ve B-3P	5	0.00	7	1.015	-31.63	-1809.20	30.25	-71.78	-1369.65	48.28	-70.69	-1573.86	49.18
		3.20		1.015	65.16			82.70			86.68		
		0.00	374	1.015	95.31	-224.72	-69.53	91.95	-171.44	-65.64	92.28	-197.36	-66.95
		3.20		1.015	-127.18			-118.69			-121.95		
B - 6P	6	0.00	23	1.015	-18.25	-1737.89	18.79	-100.20	-1527.85	52.79	-152.59	-1778.21	77.47
		3.20		1.015	41.89			68.72			95.33		
		0.00	26	1.015	17.91	-1739.03	-18.73	109.23	-1592.41	-61.79	137.49	-1865.92	-75.05
		3.20		1.015	-42.02			-88.49			-102.69		

Tablo A.4 y-y doğrultusu kolonlarına ait içkuvvet süperpozisyonu

Kolon No	Kesit No	Mesafe	Eleman No	D.D.K.	G+Q			(G+Q+(±E _y))/1.33			(G+Q+(±W _y))/1.15		
					M (kNm)	N (kN)	Q (kN)	M (kNm)	N (kN)	Q (kN)	M (kNm)	N (kN)	Q (kN)
A1	1	0.00	1	0.935	15.37	-944.23	-13.79	41.07	-772.59	-23.95	22.73	-834.96	-16.46
		3.20		0.935	-28.75			-35.36			-29.95		
		0.00		0.935	34.61	-115.68	-26.67	29.97	-90.01	-23.80	30.59	-101.17	-23.81
		3.20		0.935	-50.73			-46.19			-45.60		
B1	2	0.00	46	0.935	-31.63	-1426.11	28.09	-51.75	-1092.59	32.07	-49.46	-1253.88	32.28
		3.20		0.935	58.27			50.88			53.83		
		0.00		0.935	68.48	-174.08	-53.99	53.42	-132.00	-43.15	61.30	-151.54	-47.21
		3.20		0.935	-104.30			-84.66			-91.61		
A-2P ve A-3P	3	0.00	5&3200	0.935	-9.60	-1933.77	9.63	-51.18	-1828.69	27.60	-21.94	-1758.07	14.91
		3.20		0.935	21.21			37.12			25.77		
		0.00		0.935	28.66	-1686.04	-17.48	75.29	-1649.02	-46.14	38.50	-1541.21	-23.44
		3.20		0.935	-27.26			-72.36			-36.50		
A-6P	4	0.00	24	0.935	-0.26	-1713.94	0.11	-45.81	-1558.13	20.58	-14.82	-1554.05	6.92
		3.20		0.935	0.08			20.04			7.31		
		0.00		0.935	0.22	-1713.88	-0.09	52.32	-1631.19	-26.71	14.45	-1574.47	-7.45
		3.20		0.935	-0.05			-33.13			-9.39		
A-4 A-5 A-6	5	0.00	17	0.935	1.06	-1658.58	-0.57	48.62	-1265.80	-22.25	13.89	-1445.75	-6.53
		3.20		0.935	-0.76			-22.58			-6.99		
		0.00		0.935	0.01	-1624.44	-0.29	55.02	-1677.85	-28.75	12.64	-1503.70	-6.85
		3.20		0.935	-0.92			-36.96			-9.28		
B-4 B-5 B-6	6	0.00	34	0.935	6.79	-2250.68	-7.20	69.35	-1741.04	-32.25	51.94	-1992.58	-23.86
		3.20		0.935	-16.23			-33.85			-24.39		

Tablo A.5 x-x doğrultusu kolonlarına ait kesit hesabı

Kolon No	M _{max} (kNm)	N _{max} (kN)	S _{ky} (cm)	σ _{eb} (kN/cm ²)	σ _{ben} (kN/cm ²)	σ _b (kN/cm ²)	C _b	C _m	σ _B (kN/cm ²)	σ _e ' (kN/cm ²)	Kontrol 1	Kontrol 2
A-6P	91.95	1880.20	302.40	6.83	13.59	4.86	2.30	0.400	14.40	124.54	0.646	0.812
A-6P	112.23	1620.65	302.40	5.89	13.59	5.94	2.30	0.400	14.40	124.54	0.607	0.822
B-2P ve B-3P	65.16	1809.20	253.44	10.05	14.18	2.79	2.30	0.406	14.40	335.47	0.790	0.891
B-2P ve B-3P	127.18	224.72	253.44	1.25	14.18	5.44	2.30	0.400	14.40	335.47	0.239	0.464
B-6P	137.49	1865.92	288.00	8.10	14.12	4.34	2.30	0.400	14.40	310.30	0.697	0.864
B-6P	152.59	1778.21	288.00	7.72	14.12	4.81	2.30	0.400	14.40	310.30	0.684	0.870

Tablo A.6 y-y doğrultusu kolonlarına ait kesit hesabı

Kolon No	M _{max} (kNm)	N _{max} (kN)	S _{kx} (cm)	σ _{eb} (kN/cm ²)	σ _{ben} (kN/cm ²)	σ _b (kN/cm ²)	C _b	C _m	σ _B (kN/cm ²)	σ _e ' (kN/cm ²)	Kontrol 1	Kontrol 2
A1	28.75	944.23	291.20	7.98	14.12	2.09	2.30	0.400	14.40	210.61	0.625	0.699
A1	50.73	115.68	291.20	0.98	14.12	3.70	2.30	0.400	14.40	210.61	0.172	0.325
B1	58.27	1426.11	292.80	10.03	14.12	3.38	2.30	0.400	14.40	226.06	0.809	0.931
B1	104.30	174.08	292.80	1.22	14.12	6.05	2.30	0.400	14.40	226.06	0.256	0.505
A-2P ve A-3P	21.21	1933.77	284.16	7.03	13.68	1.12	2.30	0.419	14.40	141.09	0.548	0.566
A-2P ve A-3P	75.29	1649.02	284.16	5.99	13.68	3.98	2.30	0.400	14.40	141.09	0.548	0.692
A-6P	0.26	1713.94	284.16	6.23	13.68	0.00	2.10	0.477	14.40	141.09	0.455	0.433
A-6P	52.32	1631.19	284.16	5.93	13.68	2.77	2.30	0.400	14.40	141.09	0.514	0.604
A4-A5-A6	55.02	1677.85	289.60	9.32	14.12	2.35	2.30	0.400	14.40	257.01	0.728	0.810
B4-B5-B6	16.23	2250.68	292.80	9.77	14.12	0.51	2.24	0.433	14.40	284.74	0.708	0.714
B4-B5-B6	69.35	1741.04	292.80	7.56	14.12	2.19	2.30	0.405	14.40	284.74	0.599	0.677



Tablo B.1 X-X doğrultusu kirişlerine ait içkuvvet süperpozisyonu

Kiriş No	Kesit No	Mesafe	Eleman No	G+Q			(G+Q+(±E _x))/1.33			(G+Q+(±W _y))/1.15		
				M (kNm)	N (kN)	Q (kN)	M (kNm)	N (kN)	Q (kN)	M (kNm)	N (kN)	Q (kN)
K1	11	0.00	409	0.00								
		4.25		179.99		84.70						
K1 Kor. Kirişi	11	2.75	431	20.27			93.05		33.83	69.68		25.34
K2 - K3	12	0.00	400	0.00								
		4.25		127.52		60.01						
P1 - P3	14 - 15	0.00	420	80.51			93.35			81.47		151.02
		0.75		163.73		120.36	264.49		235.25	188.60		
		0.25		15.68			219.70			74.97		50.58
		2.75		15.74		0.03	230.62		170.71	78.76		
P5	13	0.24	412	105.20			130.14		-71.41	127.67		-77.65
						-80.45						
		0.75		99.63		78.83	220.30		228.23	173.65		162.59

Tablo B.2 Y-Y doğrultusu kirişlerine ait içkuvvet süperpozisyonu

Kiriş No	Kesit No	Mesafe	Eleman No	G+Q			(G+Q+(±E _y))/1.33			(G+Q+(±W _y))/1.15		
				M (kNm)	N (kN)	Q (kN)	M (kNm)	N (kN)	Q (kN)	M (kNm)	N (kN)	Q (kN)
Ç1 - P2 - P4 - P6	12	0.00	2515	-30.31			-30.21			-27.54		-72.39
		0.70		-69.67		-58.60	-252.05		-318.70	-76.77		
Ç2	13		1633									
		2.80		-100.55		-85.46	-151.82		-91.25	-115.76		-84.35

Tablo B.3 X-X doğrultusu kolonlarına ait içkuvvet süperpozisyonu

Kolon No	Kesit No	Mesafe	Eleman No	G+Q			(G+Q+(±E _y))/1.33			(G+Q+(±W _y))/1.15		
				M (kNm)	N (kN)	Q (kN)	M (kNm)	N (kN)	Q (kN)	M (kNm)	N (kN)	Q (kN)
A-2P ve A-3P	3	0.00	12&3207	33.41	-1626.73	-29.13	216.50	-2046.41	-109.70	74.76	-1616.73	-45.13
		3.20		-59.81			-134.56			-70.62		
		0.00	40&3211	34.05	-1934.26	-31.16	209.17	-2344.76	-107.37	75.33	-1912.11	-47.18
		3.20		-65.66			-134.41			-75.64		
A - 6P	4	0.00	24	33.33	-1741.95	-27.90	211.09	-2021.76	-105.25	124.20	-1901.12	-65.14
		3.20		-55.95			-125.70			-84.25		
		0.00	72	68.94	-1530.91	-42.00	140.55	-1728.42	-90.10	122.43	-1368.64	-349.00
		3.20		-65.46			-147.77			-114.17		
B-2P ve B-3P	5	0.00	7	-35.85	-1802.19	34.95	-216.83	-1412.68	118.11	-96.12	-1594.68	61.70
		3.20		75.97			161.12			101.30		
		0.00	10	34.29	-1626.00	-30.72	337.20	-1276.44	-183.13	125.07	-1420.46	-75.83
		3.20		-64.03			-248.82			-117.62		
B - 6P	6	0.00	26	17.23	-1713.78	-18.67	235.19	-1943.35	-119.29	135.84	-1838.47	-71.37
		3.20		-42.52			-146.56			-92.52		

Tablo B.4 Y-Y doğrultusu kolonlarına ait iç kuvvet süperpozisyonu

Kolon No	Kesit No	Mesafe	Eleman No	G+Q			(G+Q+(±E _y))/1.33			(G+Q+(±W _y))/1.15		
				M (kNm)	N (kN)	Q (kN)	M (kNm)	N (kN)	Q (kN)	M (kNm)	N (kN)	Q (kN)
A1	1	0.00	1	18.13	-967.60	-15.79	158.06	-942.99	-72.00	32.26	-859.22	-20.92
		3.20		-32.39			-72.33			-34.69		
B1	2	0.00	2	36.53	-1436.86	-31.59	160.12	-1126.75	-73.15	67.34	-1263.37	-38.77
		3.20		-64.56			-73.97			-56.73		
	46	0.00	46	-36.72	-1437.87	31.73	-136.88	-1128.37	62.17	-65.05	-1264.31	37.74
		3.20		64.82			62.05			57.03		
A-2P ve A-3P	3	0.00	9&3204	13.41	-1935.53	-11.60	184.49	-2518.51	-98.00	29.26	-1767.83	-19.28
		3.20		-23.71			-129.13			-32.43		
A-6P	4	0.00	57&3220	29.75	-1697.55	-18.24	186.83	-2140.24	-114.62	41.00	-1540.71	-25.16
		3.20		-28.62			-179.94			-39.52		
A-6	5	0.00	24	-0.35	-1741.95	0.21	-147.57	-2100.26	64.09	-15.94	-1575.86	7.29
		3.20		0.32			57.51			7.37		
A-4 A-5 B-4 B-5 B-6	6	0.00	28	0.19	-1631.93	-0.51	222.02	-2243.73	-101.58	12.80	-1510.21	-7.04
		3.20		-1.45			-103.05			-9.74		
	34	0.00	34	6.69	-2239.40	-7.09	163.98	-1794.10	-69.01	50.79	-1981.67	-22.45
		3.20		-16.01			-56.86			-21.08		

Tablo B.5 X-X doğrultusu kolonlarına ait kesit hesabı

Kolon No	M_{max} (kNm)	N_{max} (kN)	S_{ly} (cm)	σ_{eh} (kN/cm ²)	σ_{hem} (kN/cm ²)	σ_b (kN/cm ²)	C_b	C_m	σ_B (kN/cm ²)	σ_e' (kN/cm ²)	Kontrol 1	Kontrol 2
B-2P B-3P B-6P	235.19	1943.35	299.20	7.02	14.12	5.11	2.30	0.400	14.40	394.29	0.642	0.842
B-2P B-3P B-6P	337.20	1276.44	299.20	4.61	14.12	7.33	2.30	0.400	14.40	394.29	0.532	0.829

Tablo B.6 Y-Y doğrultusu kolonlarına ait kesit hesabı

Kolon No	M_{max} (kNm)	N_{max} (kN)	S_{ly} (cm)	σ_{eh} (kN/cm ²)	σ_{hem} (kN/cm ²)	σ_b (kN/cm ²)	C_b	C_m	σ_B (kN/cm ²)	σ_e' (kN/cm ²)	Kontrol 1	Kontrol 2
A1	32.39	967.60	300.80	4.32	14.12	0.96	2.30	0.400	14.40	308.60	0.333	0.367
A1	158.06	942.99	300.80	4.21	14.12	4.69	2.29	0.417	14.40	210.61	0.436	0.618
B1	64.82	1437.87	304.00	6.42	14.12	1.92	2.30	0.400	14.40	302.30	0.509	0.579
B1	160.12	1126.75	304.00	5.03	14.12	4.75	2.30	0.415	14.40	302.30	0.495	0.679
A-2P A-3P A-6P	184.49	2518.51	285.44	6.20	14.12	5.50	2.30	0.400	14.40	204.99	0.597	0.813
A-2P A-3P A-6P	186.83	2140.24	285.44	5.27	14.12	5.57	2.30	0.400	14.40	204.99	0.532	0.753
A4-A5-B4-B5-B6	16.01	2239.40	297.60	8.76	14.12	0.40	2.24	0.433	14.40	345.06	0.633	0.636
A4-A5-B4-B5-B6	163.38	1794.10	297.60	7.02	14.12	4.06	2.15	0.461	14.40	345.06	0.630	0.769
A6	222.02	2243.93	294.40	5.52	14.12	4.82	2.30	0.414	14.40	277.31	0.532	0.718



EK C

Tablo C.1.Y - Y doğrultusu boyunca moment aktaran birleşim noktalarında kolon ve kiriş plastikleşme momentleri toplamlarını karşılaştırılması

Kolon	Kat	N _{g,exp} (kn)	N _{g,th} (kn)	Q _{g,exp} (kn)	Q _{g,th} (kn)	D.B.K	d (m)	d _{cs} (m)	l ₀ (m)	t _s (m)	t _r (m)	b (m)	A (m ²)	W _m (m ³)	χ _s	Q _g (kn)	M _g (kn.m)	ΣM _g (kn.m)	ΣW _g (kn.m)
A - 1	1	944.22	90.01	13.78	18.84	0.935	0.372	0.340	0.01598	0.016	0.016	0.200	0.01183418	0.00160	0.2296	678.912	384.265	317.157	339.752
	2	825.10	76.73	21.89	11.45	0.935	0.372	0.340	0.01598	0.016	0.016	0.200	0.011833726	0.00160	0.2296	678.912	384.265	2840.20	704.887
	3	706.17	63.02	20.22	12.34	0.935	0.372	0.340	0.01598	0.016	0.016	0.200	0.011834045	0.00160	0.2296	678.912	384.265	340.09	340.09
	4	587.53	49.13	20.22	12.34	0.935	0.372	0.340	0.01598	0.016	0.016	0.200	0.011834108	0.00160	0.2296	678.912	384.265	2840.17	363.097
	5	469.18	35.79	19.87	11.29	0.935	0.372	0.340	0.01598	0.016	0.016	0.200	0.011834534	0.00160	0.2296	678.912	384.265	2840.19	339.825
	6	351.06	23.7	20.01	9.96	0.935	0.372	0.340	0.01599	0.016	0.016	0.200	0.011834924	0.00160	0.2296	678.912	384.272	384.772	768.553
	7	233.16	13.44	18.34	7.86	0.935	0.372	0.340	0.01599	0.016	0.016	0.200	0.011836104	0.00160	0.2296	678.912	384.280	384.280	768.584
A - 2P	Kat	N _{g,exp} (kn)	N _{g,th} (kn)	Q _{g,exp} (kn)	Q _{g,th} (kn)	D.B.K	d (m)	d _{cs} (m)	l ₀ (m)	t _s (m)	t _r (m)	b (m)	A (m ²)	W _m (m ³)	χ _s	Q _g (kn)	M _g (kn.m)	ΣM _g (kn.m)	ΣW _g (kn.m)
	1	1935.41	679.92	9.62	41.84	0.935	0.400	0.360	0.01596	0.016	0.020	0.200	0.02749	0.00204	0.1045	718.8480	488.930	329.585	679.520
	2	1694.96	542.57	19.37	42.67	0.935	0.400	0.360	0.01595	0.016	0.020	0.200	0.02748	0.00204	0.1044	718.8480	488.792	6595.87233	753.880
	3	1454.15	388.93	17.36	46.99	0.935	0.400	0.360	0.01594	0.016	0.020	0.200	0.02748	0.00204	0.1044	718.8480	488.775	6595.05511	676.265
	4	1212.66	256.95	18.07	40.92	0.935	0.400	0.360	0.01595	0.016	0.020	0.200	0.02748	0.00204	0.1045	718.8480	488.833	6596.298209	677.130
	5	970.67	147.18	18.17	35.81	0.935	0.400	0.360	0.01596	0.016	0.020	0.200	0.02749	0.00204	0.1045	718.8480	488.833	6597.653568	678.028
	6	728.26	62.84	18.85	29.01	0.935	0.400	0.360	0.01597	0.016	0.020	0.200	0.02750	0.00204	0.1045	718.8480	488.961	6599.139751	678.922
	7	485.41	7.13	16.24	21.23	0.935	0.400	0.360	0.01597	0.016	0.020	0.200	0.02751	0.00204	0.1046	718.8480	489.058	489.058	978.116
A - 3P	Kat	N _{g,exp} (kn)	N _{g,th} (kn)	Q _{g,exp} (kn)	Q _{g,th} (kn)	D.B.K	d (m)	d _{cs} (m)	l ₀ (m)	t _s (m)	t _r (m)	b (m)	A (m ²)	W _m (m ³)	χ _s	Q _g (kn)	M _g (kn.m)	ΣM _g (kn.m)	ΣW _g (kn.m)
	1	1923.07	679.75	10.86	39.42	0.935	0.400	0.360	0.01596	0.016	0.020	0.200	0.02749	0.002037257	0.1045	718.8480	488.942	6598.701854	691.972
	2	1686.07	542.41	17.47	46.94	0.935	0.400	0.360	0.01594	0.016	0.020	0.200	0.02748	0.002036508	0.1044	718.8480	488.762	6594.70961	676.586
	3	1447.04	391.35	17.29	44.5	0.935	0.400	0.360	0.01595	0.016	0.020	0.200	0.02748	0.002036657	0.1044	718.8480	488.798	6595.504259	675.004
	4	1207.03	262.58	18.29	40.73	0.935	0.400	0.360	0.01596	0.016	0.020	0.200	0.02748	0.002036804	0.1044	718.8480	488.833	6596.385401	676.311
	5	966.05	154.74	18.47	35.74	0.935	0.400	0.360	0.01596	0.016	0.020	0.200	0.02749	0.002037048	0.1045	718.8480	488.891	6597.588231	677.136
	6	724.28	71.44	19.16	29.08	0.935	0.400	0.360	0.01597	0.016	0.020	0.200	0.02750	0.002037321	0.1045	718.8480	488.957	6599.046827	678.908
	7	482.00	16.43	18.11	21.24	0.935	0.400	0.360	0.01598	0.016	0.020	0.200	0.02750	0.002037676	0.1046	718.8480	489.042	489.042	978.085
A - 4	Kat	N _{g,exp} (kn)	N _{g,th} (kn)	Q _{g,exp} (kn)	Q _{g,th} (kn)	D.B.K	d (m)	d _{cs} (m)	l ₀ (m)	t _s (m)	t _r (m)	b (m)	A (m ²)	W _m (m ³)	χ _s	Q _g (kn)	M _g (kn.m)	ΣM _g (kn.m)	ΣW _g (kn.m)
	1	1645.76	17.63	0.73	30.58	0.935	0.400	0.360	0.01599	0.020	0.020	0.270	0.01800	0.002699655	0.1999	898.5600	647.917	4319.079696	679.504
	2	1437.65	16.69	0.07	23.68	0.935	0.400	0.360	0.01599	0.020	0.020	0.270	0.01800	0.002699802	0.2000	898.5600	647.952	4319.472024	679.488
	3	1230.83	14.9	1.43	24.08	0.935	0.400	0.360	0.01599	0.020	0.020	0.270	0.01800	0.002699977	0.2000	898.5600	647.945	4319.386352	679.499
	4	1024.76	12.69	1.96	23.97	0.935	0.400	0.360	0.01599	0.020	0.020	0.270	0.01800	0.002699762	0.2000	898.5600	647.943	4319.364259	679.531
	5	819.36	10.23	2.50	22.45	0.935	0.400	0.360	0.01599	0.020	0.020	0.270	0.01800	0.002699779	0.2000	898.5600	647.947	4319.409408	679.586
	6	614.52	7.72	2.82	19.98	0.935	0.400	0.360	0.01599	0.020	0.020	0.270	0.01800	0.002699814	0.2000	898.5600	647.955	4319.505221	679.656
	7	410.03	5.23	3.65	16.35	0.935	0.400	0.360	0.02000	0.020	0.020	0.270	0.01800	0.002699856	0.2000	898.5600	647.965	4319.616203	677.965

Table C.1 (Devam)

Kolon	Kat	N ₅₀ (kn)	N ₅₀ (kn)	Q ₅₀ (kn)	Q ₅₀ (kn)	Q ₅₀ (kn)	d _n (m)	d _n (m)	t ₀ (m)	t ₀ (m)	t _c (m)	t _c (m)	b (m)	A (m ²)	W ₀ (m ²)	z ₀	Q ₀ (kn)	M ₀ (kn.m)	N ₀ (kn)	M ₀ (kn.m)	ΣM ₀ (kn.m)	ΣW ₀ (kn.m)
A - 5	1	1658.58	26.67	0.57	31.04	0.935	0.400	0.360	0.01999	0.020	0.020	0.020	0.270	0.01800	0.002700	0.19999	898.56	647.916	4319.06	493.843	1020.944	679.536
	2	1451.40	24.86	0.07	24.90	0.935	0.400	0.360	0.01999	0.020	0.020	0.020	0.270	0.01800	0.002700	0.20000	898.56	647.951	4319.46	533.101	1184.605	679.512
	3	1244.12	21.95	0.12	24.90	0.935	0.400	0.360	0.01999	0.020	0.020	0.020	0.270	0.01800	0.002700	0.20000	898.56	647.947	4319.41	572.504	1302.522	679.523
	4	1036.88	18.45	0.12	24.84	0.935	0.400	0.360	0.01999	0.020	0.020	0.020	0.270	0.01800	0.002700	0.20000	898.56	647.948	4319.42	612.018	1529.972	679.557
	5	829.65	14.67	0.07	23.36	0.935	0.400	0.360	0.01999	0.020	0.020	0.020	0.270	0.01800	0.002700	0.20000	898.56	647.954	4319.49	647.954	1295.917	679.614
	6	622.42	10.87	0.10	20.88	0.935	0.400	0.360	0.02000	0.020	0.020	0.020	0.270	0.01800	0.002700	0.20000	898.56	647.963	4319.59	647.963	1295.938	679.687
7		415.22	7.18		17.09	0.935	0.400	0.360	0.02000	0.020	0.020	0.020	0.270	0.01800	0.002700	0.20000	898.56	647.975	4319.72	647.975	1295.940	679.766
Kolon	Kat	N ₅₀ (kn)	N ₅₀ (kn)	Q ₅₀ (kn)	Q ₅₀ (kn)	Q ₅₀ (kn)	d _n (m)	d _n (m)	t ₀ (m)	t ₀ (m)	t _c (m)	t _c (m)	b (m)	A (m ²)	W ₀ (m ²)	z ₀	Q ₀ (kn)	M ₀ (kn.m)	N ₀ (kn)	M ₀ (kn.m)	ΣM ₀ (kn.m)	ΣW ₀ (kn.m)
A - 6	1	1624.43	649.30	0.31	40.58	0.935	0.400	0.360	0.01998	0.020	0.020	0.020	0.270	0.01799	0.002699	0.19989	898.56	647.859	4318.43	383.385	828.762	675.099
	2	1418.56	524.12	1.38	44.62	0.935	0.400	0.360	0.01998	0.020	0.020	0.020	0.270	0.01799	0.002699	0.19986	898.56	647.819	4317.99	445.376	957.851	673.23
	3	1213.82	371.02	2.41	43.54	0.935	0.400	0.360	0.01998	0.020	0.020	0.020	0.270	0.01799	0.002699	0.19986	898.56	647.821	4318.01	512.475	1087.693	674.717
	4	1010.09	240.40	3.18	39.34	0.935	0.400	0.360	0.01998	0.020	0.020	0.020	0.270	0.01799	0.002699	0.19980	898.56	647.846	4318.29	575.218	1208.706	675.843
	5	807.17	132.88	3.82	34.22	0.935	0.400	0.360	0.01998	0.020	0.020	0.020	0.270	0.01799	0.002699	0.19980	898.56	647.876	4318.63	633.488	1281.401	677.156
	6	604.17	51.20	4.36	27.52	0.935	0.400	0.360	0.01999	0.020	0.020	0.020	0.270	0.01800	0.002700	0.19993	898.56	647.913	4319.03	647.913	1295.861	678.300
7		403.10	1.32	4.36	20.04	0.935	0.400	0.360	0.01999	0.020	0.020	0.020	0.270	0.01800	0.002700	0.19996	898.56	647.949	4319.43	647.949	1295.897	679.309
Kolon	Kat	N ₅₀ (kn)	N ₅₀ (kn)	Q ₅₀ (kn)	Q ₅₀ (kn)	Q ₅₀ (kn)	d _n (m)	d _n (m)	t ₀ (m)	t ₀ (m)	t _c (m)	t _c (m)	b (m)	A (m ²)	W ₀ (m ²)	z ₀	Q ₀ (kn)	M ₀ (kn.m)	N ₀ (kn)	M ₀ (kn.m)	ΣM ₀ (kn.m)	ΣW ₀ (kn.m)
A - 6P	1	1713.83	641.77	0.08	36.87	0.935	0.400	0.360	0.01998	0.016	0.020	0.020	0.200	0.02751	0.002038	0.10458	718.85	489.072	6600.60	351.299	730.578	674.963
	2	1504.94	511.49	0.18	43.08	0.935	0.400	0.360	0.01997	0.016	0.020	0.020	0.200	0.02750	0.002038	0.10455	718.85	489.019	6600.42	379.279	788.714	672.810
	3	1293.53	358.84	0.19	41.61	0.935	0.400	0.360	0.01998	0.016	0.020	0.020	0.200	0.02750	0.002038	0.10456	718.85	489.032	6600.71	409.436	847.217	674.019
	4	1079.91	230.33	0.17	37.45	0.935	0.400	0.360	0.01998	0.016	0.020	0.020	0.200	0.02751	0.002038	0.10458	718.85	489.067	6601.49	437.781	902.013	675.230
	5	864.95	126.25	0.17	32.41	0.935	0.400	0.360	0.01999	0.016	0.020	0.020	0.200	0.02751	0.002038	0.10460	718.85	489.104	6602.31	464.232	952.824	676.272
	6	648.84	48.64	0.14	25.96	0.935	0.400	0.360	0.01999	0.016	0.020	0.020	0.200	0.02751	0.002038	0.10462	718.85	489.144	6603.21	488.592	977.770	677.689
7		432.07	0.43	0.13	18.68	0.935	0.400	0.360	0.01600	0.016	0.020	0.020	0.200	0.02752	0.002038	0.10463	718.85	489.179	6603.97	489.179	978.357	678.312
Kolon	Kat	N ₅₀ (kn)	N ₅₀ (kn)	Q ₅₀ (kn)	Q ₅₀ (kn)	Q ₅₀ (kn)	d _n (m)	d _n (m)	t ₀ (m)	t ₀ (m)	t _c (m)	t _c (m)	b (m)	A (m ²)	W ₀ (m ²)	z ₀	Q ₀ (kn)	M ₀ (kn.m)	N ₀ (kn)	M ₀ (kn.m)	ΣM ₀ (kn.m)	ΣW ₀ (kn.m)
B - 1	1	1426.11	28.92	28.10	15.58	0.935	0.386	0.350	0.01797	0.018	0.018	0.018	0.220	0.01421	0.002008	0.2213	786.240	481.852	3410.57	354.817	742.604	429.715
	2	1247.71	24.89	42.49	7.09	0.935	0.386	0.350	0.01796	0.018	0.018	0.018	0.220	0.01421	0.002007	0.2213	786.240	481.789	3409.85	387.788	808.835	430.195
	3	1068.76	20.53	41.08	8.62	0.935	0.386	0.350	0.01796	0.018	0.018	0.018	0.220	0.01421	0.002007	0.2213	786.240	481.789	3409.84	421.047	875.368	429.888
	4	889.85	16.02	41.05	7.98	0.935	0.386	0.350	0.01797	0.018	0.018	0.018	0.220	0.01421	0.002008	0.2213	786.240	481.795	3409.92	454.341	936.142	429.988
	5	710.98	11.71	40.89	7.53	0.935	0.386	0.350	0.01797	0.018	0.018	0.018	0.220	0.01421	0.002008	0.2213	786.240	481.801	3409.99	481.801	963.610	430.004
	6	532.13	7.78	40.97	6.63	0.935	0.386	0.350	0.01797	0.018	0.018	0.018	0.220	0.01421	0.002008	0.2213	786.240	481.809	3410.08	481.809	963.633	430.092
7		353.28	4.40	40.38	5.60	0.935	0.386	0.350	0.01797	0.018	0.018	0.018	0.220	0.01421	0.002008	0.2213	786.240	481.824	3410.25	481.824	963.649	430.354

Tablo C.1 (Devam)

Kolon	Kat	N _{ge,gn} (kn)	N _{en,gn} (kn)	Q _{ge,gn} (kn)	Q _{en,gn} (kn)	D.D.K (kn)	d _{en} (m)	t ₀ (m)	t _e (m)	t _c (m)	t _r (m)	b (m)	A (m ²)	W _m (m ²)	z _c	Q _{en} (kn)	M _{en} (kn.m)	N _e (kn)	M _{en} (kn.m)	ΣM _{en} (kn.m)	ΣM _{en} (kn.m)
B - 4	1	2243,64	71,06	7,1	38,06	0,935	0,428	0,380	0,02398	0,024	0,024	0,290	0,02303	0,003678	0,1978	1138,176	882,631	5528,06	639,589	1337,619	860,913
	2	1961,73	59,78	15,87	21,71	0,935	0,428	0,380	0,02399	0,024	0,024	0,290	0,02304	0,003678	0,1979	1138,176	882,631	5528,49	698,031	1454,341	860,897
	3	1680,59	48,15	13,79	22,39	0,935	0,428	0,380	0,02399	0,024	0,024	0,290	0,02304	0,003678	0,1979	1138,176	882,681	5528,58	756,320	1570,307	860,924
	4	1399,79	36,72	14,19	21,85	0,935	0,428	0,380	0,02399	0,024	0,024	0,290	0,02304	0,003678	0,1979	1138,176	882,681	5528,59	814,487	1606,940	860,971
	5	1119,34	26,02	14,39	20,19	0,935	0,428	0,380	0,02399	0,024	0,024	0,290	0,02304	0,003678	0,1979	1138,176	882,689	5528,66	872,453	1755,153	861,035
	6	839,17	16,57	14,53	17,6	0,935	0,428	0,380	0,02399	0,024	0,024	0,290	0,02304	0,003678	0,1979	1138,176	882,701	5528,79	882,701	1765,427	861,121
	7	559,13	8,79	11,97	14,32	0,935	0,428	0,380	0,02399	0,024	0,024	0,290	0,02304	0,003678	0,1979	1138,176	882,726	5529,06	882,726	1765,452	861,155
B - 5	1	2243,75	87,70	9,51	59,11	0,935	0,428	0,380	0,02396	0,024	0,024	0,290	0,02303	0,003677	0,1977	1138,176	882,441	5526,05	635,862	1331,173	860,616
	2	1962,82	71,18	13,70	41,11	0,935	0,428	0,380	0,02397	0,024	0,024	0,290	0,02303	0,003677	0,1978	1138,176	882,559	5527,30	695,311	1449,864	860,591
	3	1681,88	54,67	12,61	39,97	0,935	0,428	0,380	0,02398	0,024	0,024	0,290	0,02303	0,003677	0,1978	1138,176	882,577	5527,49	754,553	1568,085	860,612
	4	1401,32	39,47	12,47	32,33	0,935	0,428	0,380	0,02398	0,024	0,024	0,290	0,02303	0,003678	0,1978	1138,176	882,631	5528,06	813,532	1685,483	860,666
	5	1120,96	26,55	11,97	29,35	0,935	0,428	0,380	0,02399	0,024	0,024	0,290	0,02303	0,003678	0,1978	1138,176	882,653	5528,29	871,951	1754,627	860,754
	6	840,79	15,68	12,17	25,09	0,935	0,428	0,380	0,02399	0,024	0,024	0,290	0,02304	0,003678	0,1979	1138,176	882,676	5528,53	882,676	1765,386	860,872
	7	560,84	7,27	11,39	18,86	0,935	0,428	0,380	0,02399	0,024	0,024	0,290	0,02304	0,003678	0,1979	1138,176	882,710	5528,89	882,710	1765,420	860,993
B - 6	1	2160,89	67,09	8,76	38,04	0,935	0,428	0,380	0,02398	0,024	0,024	0,290	0,02303	0,003678	0,1978	1138,176	882,620	5527,94	656,526	1370,352	860,910
	2	1887,69	56,09	13,99	21,5	0,935	0,428	0,380	0,02399	0,024	0,024	0,290	0,02304	0,003678	0,1979	1138,176	882,684	5528,62	713,526	1483,543	860,996
	3	1615,14	44,84	13,02	22,16	0,935	0,428	0,380	0,02399	0,024	0,024	0,290	0,02304	0,003678	0,1979	1138,176	882,686	5528,67	770,017	1596,157	860,922
	4	1344,19	33,86	13,01	21,5	0,935	0,428	0,380	0,02399	0,024	0,024	0,290	0,02304	0,003678	0,1979	1138,176	882,689	5528,67	826,139	1708,055	860,957
	5	1074,23	23,69	12,82	19,81	0,935	0,428	0,380	0,02399	0,024	0,024	0,290	0,02304	0,003678	0,1979	1138,176	882,699	5528,77	881,916	1764,626	861,010
	6	804,89	14,83	12,90	17,16	0,935	0,428	0,380	0,02399	0,024	0,024	0,290	0,02304	0,003678	0,1979	1138,176	882,710	5528,89	882,710	1765,437	861,078
	7	535,94	7,67	12,09	13,91	0,935	0,428	0,380	0,02399	0,024	0,024	0,290	0,02304	0,003678	0,1979	1138,176	882,727	5529,07	882,727	1765,454	861,155

Table C.2 x - x doğrultusu boyunca moment aktaran birleşim noktalarında kolon ve kiriş plastikleşme momentleri toplamının karşılaştırılması

Kolon	Kat	N_{G+Q} (kn)	N_{E+Q} (kn)	N_{E+Q} (kn)	Q_{E+Q} (kn)	$D.D.K$	d (m)	d_n (m)	t_0 (m)	t_w (m)	t_r (m)	b (m)	A (m ²)	W_x (m ³)	χ_x	Q_{Rc} (kn)	M_{Rc} (kn.m)	N_{Rc} (kn)	M_{Rc} (kn.m)	ΣM_{Rc} (kn.m)	ΣM_{Rc} (kn.m)
A - 2P	1	1935.41	331.08	27.96	26.42	1.015	0.400	0.360	0.01595	0.016	0.020	0.200	0.02749	0.00204	0.1045	718.848	488.534	6596.761	358.332	740.389	689.179
	2	1694.96	281.68	46.07	19.95	1.015	0.400	0.360	0.01593	0.016	0.020	0.200	0.02747	0.00204	0.1044	718.848	488.531	6593.009	382.057	788.8.28	689.002
	3	1454.15	224.53	43.62	20.10	1.015	0.400	0.360	0.01594	0.016	0.020	0.200	0.02747	0.00204	0.1044	718.848	488.532	6593.813	406.771	838.065	689.127
	4	1212.66	170.08	44.39	18.06	1.015	0.400	0.360	0.01594	0.016	0.020	0.200	0.02748	0.00204	0.1044	718.848	488.722	6594.256	431.293	886.8.26	689.386
	5	970.67	119.72	44.64	15.78	1.015	0.400	0.360	0.01594	0.016	0.020	0.200	0.02748	0.00204	0.1044	718.848	488.722	6594.940	455.533	934.8.25	689.500
	6	728.26	75.64	45.26	12.84	1.015	0.400	0.360	0.01595	0.016	0.020	0.200	0.02748	0.00204	0.1045	718.848	488.806	6595.695	479.292	968.183	689.754
	7	485.41	40.01	42.47	9.31	1.015	0.400	0.360	0.01596	0.016	0.020	0.200	0.02749	0.00204	0.1045	718.848	488.931	6597.579	488.891	977.782	690.034
A - 3P	1	1923.07	381.06	28.13	36.76	1.015	0.400	0.360	0.01593	0.016	0.020	0.200	0.02747	0.00204	0.1044	718.848	488.699	6593.319	346.699	719.726	688.093
	2	1686.07	396.00	46.18	30.96	1.015	0.400	0.360	0.01591	0.016	0.020	0.200	0.02745	0.00204	0.1043	718.848	488.489	6588.641	373.027	773.707	687.576
	3	1447.04	301.82	43.72	30.87	1.015	0.400	0.360	0.01591	0.016	0.020	0.200	0.02746	0.00204	0.1043	718.848	488.536	6589.689	400.680	828.300	687.875
	4	1207.03	217.10	44.48	27.85	1.015	0.400	0.360	0.01592	0.016	0.020	0.200	0.02746	0.00204	0.1043	718.848	488.577	6590.606	427.620	881.430	688.212
	5	966.05	142.70	44.72	24.29	1.015	0.400	0.360	0.01593	0.016	0.020	0.200	0.02747	0.00204	0.1044	718.848	488.635	6591.895	453.810	932.808	688.619
	6	724.28	81.32	45.33	19.63	1.015	0.400	0.360	0.01593	0.016	0.020	0.200	0.02747	0.00204	0.1044	718.848	488.702	6593.385	478.908	967.828	689.153
	7	482.00	36.17	42.51	13.89	1.015	0.400	0.360	0.01595	0.016	0.020	0.200	0.02748	0.00204	0.1045	718.848	488.830	6596.214	488.930	977.659	689.692
A - 6P	1	1713.83	395.98	24.39	37.40	1.015	0.400	0.360	0.01592	0.016	0.020	0.200	0.02748	0.00204	0.1044	718.848	488.744	6594.312	371.126	765.928	689.405
	2	1504.94	316.56	39.08	30.52	1.015	0.400	0.360	0.01592	0.016	0.020	0.200	0.02747	0.00204	0.1044	718.848	488.624	6591.638	394.802	814.269	689.311
	3	1293.35	231.92	36.24	29.86	1.015	0.400	0.360	0.01593	0.016	0.020	0.200	0.02747	0.00204	0.1044	718.848	488.682	6592.927	419.807	862.565	689.413
	4	1079.91	159.30	36.47	26.46	1.015	0.400	0.360	0.01594	0.016	0.020	0.200	0.02748	0.00204	0.1044	718.848	488.732	6594.051	443.158	909.236	689.443
	5	864.95	98.39	36.23	22.62	1.015	0.400	0.360	0.01595	0.016	0.020	0.200	0.02748	0.002037	0.1044	718.848	488.794	6595.412	466.079	954.040	689.475
	6	648.84	51.12	36.36	17.77	1.015	0.400	0.360	0.01595	0.016	0.020	0.200	0.02749	0.002037	0.1045	718.848	488.859	6596.873	487.970	976.036	690.034
	7	432.07	19.77	33.20	12.21	1.015	0.400	0.360	0.01597	0.016	0.020	0.200	0.02750	0.002037	0.1045	718.848	488.965	6599.233	488.965	977.031	690.034

Tablo C.2 (Devam)

Kolom	Kat	$N_{e-0.1}$ (kn)	N_{e-B} (kn)	$Q_{e-0.1}$ (kn)	Q_{e-B} (kn)	d (m)	d_{e-K} (m)	l_0 (m)	t_e (m)	t_r (m)	b (m)	A (m ²)	W_e (m ³)	γ_e	Q_e (kn)	$M_{e-0.1}$ (kn.m)	N_e (kn)	M_{e-B} (kn.m)	$\Sigma M_{e-0.1}$ (kn.m)
B-2	1	189,25	30,24	41,01	1,015	0,400	0,360	0,01994	0,020	0,020	0,290	0,01878	0,002850	0,1911	898,560	683,582	4506,465	493,857	1073,553
	2	1575,88	52,60	39,72	1,015	0,400	0,360	0,01989	0,020	0,020	0,290	0,01876	0,002848	0,1908	898,560	683,524	4502,491	539,396	1175,187
	3	1346,82	34,51	49,03	1,015	0,400	0,360	0,01990	0,020	0,020	0,290	0,01877	0,002849	0,1909	898,560	683,737	4503,744	585,890	1216,860
	4	1120,29	21,18	49,71	1,015	0,400	0,360	0,01991	0,020	0,020	0,290	0,01877	0,002849	0,1910	898,560	683,772	4504,134	630,970	1306,170
	5	895,81	10,79	49,71	1,015	0,400	0,360	0,01992	0,020	0,020	0,290	0,01877	0,002849	0,1910	898,560	683,850	4505,005	675,201	1359,127
	6	672,89	3,24	49,93	1,015	0,400	0,360	0,01993	0,020	0,020	0,290	0,01877	0,002850	0,1911	898,560	683,926	4505,842	683,926	1368,015
	7	451,06	1,42	44,95	1,015	0,400	0,360	0,01995	0,020	0,020	0,290	0,01878	0,002850	0,1912	898,560	684,089	4507,653	684,089	1368,178
B-3	1	182,11	103,85	30,64	1,015	0,400	0,360	0,01989	0,020	0,020	0,290	0,01876	0,002848	0,1908	898,560	683,623	4502,482	490,968	1072,114
	2	1575,18	85,50	34,30	1,015	0,400	0,360	0,01982	0,020	0,020	0,290	0,01874	0,002846	0,1904	898,560	683,081	4496,150	536,446	1171,057
	3	1326,18	46,81	49,54	1,015	0,400	0,360	0,01984	0,020	0,020	0,290	0,01874	0,002847	0,1906	898,560	683,262	4498,462	584,611	1215,019
	4	1102,57	38,10	50,26	1,015	0,400	0,360	0,01985	0,020	0,020	0,290	0,01875	0,002847	0,1906	898,560	683,342	4499,354	630,808	1246,692
	5	881,00	18,10	50,79	1,015	0,400	0,360	0,01987	0,020	0,020	0,290	0,01875	0,002848	0,1907	898,560	683,496	4501,065	675,884	1309,559
	6	660,93	5,74	50,18	1,015	0,400	0,360	0,01989	0,020	0,020	0,290	0,01876	0,002849	0,1909	898,560	683,655	4502,834	683,655	1367,882
	7	441,76	1,99	45,43	1,015	0,400	0,360	0,01993	0,020	0,020	0,290	0,01877	0,002850	0,1911	898,560	683,927	4505,854	683,927	1367,854
B-6F	1	1238,95	373,28	18,72	62,51	1,015	0,428	0,380	0,02394	0,024	0,290	0,02302	0,003676	0,1976	1138,176	882,235	5573,889	679,073	1579,790
	2	1025,18	303,18	33,13	45,31	1,015	0,428	0,380	0,02394	0,024	0,290	0,02302	0,003676	0,1976	1138,176	882,275	5574,305	735,657	1579,813
	3	878,07	223,60	29,61	45,42	1,015	0,428	0,380	0,02395	0,024	0,290	0,02302	0,003676	0,1977	1138,176	882,317	5574,752	794,156	1645,111
	4	708,97	154,31	29,48	41,82	1,015	0,428	0,380	0,02395	0,024	0,290	0,02302	0,003677	0,1977	1138,176	882,362	5575,225	860,955	1733,900
	5	578,07	95,00	28,99	36,79	1,015	0,428	0,380	0,02396	0,024	0,290	0,02302	0,003677	0,1977	1138,176	882,424	5575,880	882,424	1764,010
	6	463,18	47,84	29,50	30,31	1,015	0,428	0,380	0,02397	0,024	0,290	0,02303	0,003677	0,1977	1138,176	882,486	5576,530	882,486	1765,068
	7	443,27	14,80	27,16	21,89	1,015	0,428	0,380	0,02398	0,024	0,290	0,02303	0,003677	0,1978	1138,176	882,582	5577,539	882,582	1765,164



Tablo D.1 x - x doğrultusu boyunca moment aktaran kolon - kiriş birleşim noktalarındaki kirişlerin plastikleşme momentleri

Kiriş	Kat	Q_{G+Q} (kn)	Q_{L+E} (kn)	D.D.K	d (m)	d_w (m)	t_o (m)	t_w (m)	t_f (m)	b (m)	A (m ²)	W_{xx} (m ³)	χ_x	Q_{pv} (kn)	M_{px} (kn.m)	M_{Ox} (kn.m)	M_{mx} (kn.m)
B - 2Kr-L	1	109.30	57.59	1.015	0.428	0.380	0.01560	0.0160	0.0240	0.160	0.01361	0.002115	0.2178	758.784	510.950	507.520	507.520
	2	108.20	61.70	1.015	0.428	0.380	0.01559	0.0160	0.0240	0.160	0.01360	0.002114	0.2177	758.784	510.950	507.392	507.392
	3	107.44	56.32	1.015	0.428	0.380	0.01562	0.0160	0.0240	0.160	0.01362	0.002115	0.2180	758.784	510.950	507.649	507.649
	4	106.85	50.19	1.015	0.428	0.380	0.01565	0.0160	0.0240	0.160	0.01363	0.002116	0.2182	758.784	510.950	507.920	507.920
	5	106.38	42.25	1.015	0.428	0.380	0.01569	0.0160	0.0240	0.160	0.01364	0.002118	0.2185	758.784	510.950	508.242	508.242
	6	106.00	32.65	1.015	0.428	0.380	0.01573	0.0160	0.0240	0.160	0.01366	0.002119	0.2188	758.784	510.950	508.600	508.600
	7	105.46	21.28	1.015	0.428	0.380	0.01577	0.0160	0.0240	0.160	0.01367	0.002121	0.2192	758.784	510.950	508.993	508.993
Kiriş	Kat	Q_{G+Q} (kn)	Q_{L+E} (kn)	D.D.K	d (m)	d_w (m)	t_o (m)	t_w (m)	t_f (m)	b (m)	A (m ²)	W_{xx} (m ³)	χ_x	Q_{pv} (kn)	M_{px} (kn.m)	M_{Ox} (kn.m)	M_{mx} (kn.m)
B - 2Kr-R	1	0.35	44.11	1.015	0.380	0.306	0.01365	0.0137	0.0205	0.149	0.01070	0.001418	0.1500	523.187	340.511	340.224	340.224
	2	0.50	43.99	1.015	0.380	0.306	0.01365	0.0137	0.0205	0.149	0.01070	0.001418	0.1500	523.187	340.511	340.224	340.224
	3	1.62	42.94	1.015	0.380	0.306	0.01365	0.0137	0.0205	0.149	0.01070	0.001418	0.1500	523.187	340.511	340.223	340.223
	4	2.50	39.92	1.015	0.380	0.306	0.01365	0.0137	0.0205	0.149	0.01070	0.001418	0.1500	523.187	340.511	340.250	340.250
	5	3.19	34.95	1.015	0.380	0.306	0.01366	0.0137	0.0205	0.149	0.01070	0.001418	0.1500	523.187	340.511	340.301	340.301
	6	3.70	28.33	1.015	0.380	0.306	0.01367	0.0137	0.0205	0.149	0.01070	0.001418	0.1500	523.187	340.511	340.363	340.363
	7	4.12	20.77	1.015	0.380	0.306	0.01368	0.0137	0.0205	0.149	0.01070	0.001418	0.1500	523.187	340.511	340.422	340.422
Kiriş	Kat	Q_{G+Q} (kn)	Q_{L+E} (kn)	D.D.K	d (m)	d_w (m)	t_o (m)	t_w (m)	t_f (m)	b (m)	A (m ²)	W_{xx} (m ³)	χ_x	Q_{pv} (kn)	M_{px} (kn.m)	M_{Ox} (kn.m)	M_{mx} (kn.m)
B - 3Kr-L	1	121.67	87.75	1.015	0.428	0.380	0.01537	0.0160	0.0240	0.160	0.01352	0.002106	0.2160	758.784	510.950	505.497	505.497
	2	120.49	99.24	1.015	0.428	0.380	0.01530	0.0160	0.0240	0.160	0.01350	0.002104	0.2155	758.784	510.950	504.928	504.928
	3	119.69	90.05	1.015	0.428	0.380	0.01537	0.0160	0.0240	0.160	0.01352	0.002106	0.2160	758.784	510.950	505.478	505.478
	4	119.05	80.18	1.015	0.428	0.380	0.01543	0.0160	0.0240	0.160	0.01354	0.002108	0.2165	758.784	510.950	506.027	506.027
	5	118.53	67.28	1.015	0.428	0.380	0.01551	0.0160	0.0240	0.160	0.01357	0.002111	0.2171	758.784	510.950	506.683	506.683
	6	118.09	51.62	1.015	0.428	0.380	0.01559	0.0160	0.0240	0.160	0.01360	0.002114	0.2177	758.784	510.950	507.406	507.406
	7	117.44	32.93	1.015	0.428	0.380	0.01568	0.0160	0.0240	0.160	0.01364	0.002117	0.2184	758.784	510.950	508.183	508.183

Tablo D.1 (Devam)

Kiriş	Kat	$Q_{(G+Q)}$ (kn)	$Q_{(G+E)}$ (kn)	D.D.K	d (m)	d_w (m)	t_o (m)	t_w (m)	t_r (m)	b (m)	A (m ²)	W_{ms} (m ³)	χ_x	Q_{sv} (kn)	M_{ps} (kn.m)	M_{Qx} (kn.m)	M_{ms} (kn.m)
B - 3Kr-R	1	1.02	69.35	1.015	0.380	0.306	0.01357	0.0137	0.0205	0.149	0.01070	0.001416	0.1500	523.187	340.511	339.791	339.791
	2	1.52	70.45	1.015	0.380	0.306	0.01357	0.0137	0.0205	0.149	0.01070	0.001416	0.1500	523.187	340.511	339.758	339.758
	3	3.21	68.19	1.015	0.380	0.306	0.01357	0.0137	0.0205	0.149	0.01070	0.001416	0.1500	523.187	340.511	339.770	339.770
	4	4.58	63.08	1.015	0.380	0.306	0.01358	0.0137	0.0205	0.149	0.01070	0.001416	0.1500	523.187	340.511	339.846	339.846
	5	5.57	54.77	1.015	0.380	0.306	0.01361	0.0137	0.0205	0.149	0.01070	0.001417	0.1500	523.187	340.511	339.983	339.983
	6	6.09	43.45	1.015	0.380	0.306	0.01364	0.0137	0.0205	0.149	0.01070	0.001417	0.1500	523.187	340.511	340.156	340.156
	7	7.17	31.25	1.015	0.380	0.306	0.01366	0.0137	0.0205	0.149	0.01070	0.001418	0.1500	523.187	340.511	340.298	340.298
B - 6Kr-L	Kat	$Q_{(G+Q)}$ (kn)	$Q_{(G+E)}$ (kn)	D.D.K	d (m)	d_w (m)	t_o (m)	t_w (m)	t_r (m)	b (m)	A (m ²)	W_{ms} (m ³)	χ_x	Q_{sv} (kn)	M_{ps} (kn.m)	M_{Qx} (kn.m)	M_{ms} (kn.m)
	1	81.66	85.94	1.015	0.394	0.350	0.01553	0.0160	0.0220	0.160	0.01247	0.001785	0.2178	698.880	431.866	428.380	428.380
	2	81.34	95.52	1.015	0.394	0.350	0.01547	0.0160	0.0220	0.160	0.01245	0.001783	0.2174	698.880	431.866	427.974	427.974
	3	81.47	86.00	1.015	0.394	0.350	0.01553	0.0160	0.0220	0.160	0.01247	0.001785	0.2178	698.880	431.866	428.386	428.386
	4	81.59	75.70	1.015	0.394	0.350	0.01558	0.0160	0.0220	0.160	0.01249	0.001787	0.2183	698.880	431.866	428.804	428.804
	5	81.76	62.46	1.015	0.394	0.350	0.01565	0.0160	0.0220	0.160	0.01252	0.001789	0.2188	698.880	431.866	429.301	429.301
	6	82.06	46.49	1.015	0.394	0.350	0.01572	0.0160	0.0220	0.160	0.01254	0.001791	0.2194	698.880	431.866	429.837	429.837
	7	82.19	27.44	1.015	0.394	0.350	0.01580	0.0160	0.0220	0.160	0.01257	0.001793	0.2200	698.880	431.866	430.399	430.399
B - 6Kr-R	Kat	$Q_{(G+Q)}$ (kn)	$Q_{(G+E)}$ (kn)	D.D.K	d (m)	d_w (m)	t_o (m)	t_w (m)	t_r (m)	b (m)	A (m ²)	W_{ms} (m ³)	χ_x	Q_{sv} (kn)	M_{ps} (kn.m)	M_{Qx} (kn.m)	M_{ms} (kn.m)
	1	8.76	15.28	1.015	0.380	0.306	0.01369	0.0137	0.0205	0.149	0.01070	0.001418	0.1500	523.187	340.511	340.428	340.428
	2	8.87	14.93	1.015	0.380	0.306	0.01369	0.0137	0.0205	0.149	0.01070	0.001418	0.1500	523.187	340.511	340.430	340.430
	3	10.01	15.36	1.015	0.380	0.306	0.01368	0.0137	0.0205	0.149	0.01070	0.001418	0.1500	523.187	340.511	340.419	340.419
	4	10.64	14.81	1.015	0.380	0.306	0.01368	0.0137	0.0205	0.149	0.01070	0.001418	0.1500	523.187	340.511	340.418	340.418
	5	10.96	13.57	1.015	0.380	0.306	0.01368	0.0137	0.0205	0.149	0.01070	0.001418	0.1500	523.187	340.511	340.425	340.425
	6	11.13	11.66	1.015	0.380	0.306	0.01369	0.0137	0.0205	0.149	0.01070	0.001418	0.1500	523.187	340.511	340.437	340.437
	7	9.22	9.29	1.015	0.380	0.306	0.01369	0.0137	0.0205	0.149	0.01070	0.001419	0.1500	523.187	340.511	340.462	340.462

Tablo D.1 (Devam)

Kiriş	Kat	Q_{G+Q} (kn)	Q_{L+E} (kn)	D.D.K	d (m)	d_w (m)	t_o (m)	t_w (m)	t_f (m)	b (m)	A (m ²)	W_{rx} (m ³)	χ_s	Q_{pr} (kn)	M_{px} (kn.m)	M_{Qx} (kn.m)	M_{rx} (kn.m)
A - 2PKr	1	87.50	57.19	1.015	0.472	0.420	0.01778	0.0180	0.0260	0.180	0.01683	0.002872	0.2219	943.488	689.179	689.179	689.179
	2	88.73	61.38	1.015	0.472	0.420	0.01777	0.0180	0.0260	0.180	0.01682	0.002871	0.2218	943.488	689.002	689.002	689.002
	3	89.57	56.75	1.015	0.472	0.420	0.01778	0.0180	0.0260	0.180	0.01683	0.002871	0.2219	943.488	689.127	689.127	689.127
	4	90.24	51.08	1.015	0.472	0.420	0.01779	0.0180	0.0260	0.180	0.01683	0.002872	0.2220	943.488	689.286	689.286	689.286
	5	90.77	43.54	1.015	0.472	0.420	0.01781	0.0180	0.0260	0.180	0.01684	0.002873	0.2221	943.488	689.500	689.500	689.500
	6	91.21	34.22	1.015	0.472	0.420	0.01784	0.0180	0.0260	0.180	0.01685	0.002874	0.2223	943.488	689.754	689.754	689.754
	7	91.86	23.00	1.015	0.472	0.420	0.01787	0.0180	0.0260	0.180	0.01686	0.002875	0.2225	943.488	690.034	690.034	690.034
Kiriş	Kat	Q_{G+Q} (kn)	Q_{L+E} (kn)	D.D.K	d (m)	d_w (m)	t_o (m)	t_w (m)	t_f (m)	b (m)	A (m ²)	W_{rx} (m ³)	χ_s	Q_{pr} (kn)	M_{px} (kn.m)	M_{Qx} (kn.m)	M_{rx} (kn.m)
A - 3PKr	1	87.38	87.87	1.015	0.472	0.420	0.01768	0.0180	0.0260	0.180	0.01679	0.002867	0.2212	943.488	688.093	688.093	688.093
	2	88.57	99.45	1.015	0.472	0.420	0.01763	0.0180	0.0260	0.180	0.01677	0.002865	0.2209	943.488	687.576	687.576	687.576
	3	89.37	91.40	1.015	0.472	0.420	0.01766	0.0180	0.0260	0.180	0.01678	0.002866	0.2211	943.488	687.875	687.875	687.875
	4	90.01	82.22	1.015	0.472	0.420	0.01769	0.0180	0.0260	0.180	0.01679	0.002868	0.2213	943.488	688.212	688.212	688.212
	5	90.53	69.89	1.015	0.472	0.420	0.01773	0.0180	0.0260	0.180	0.01681	0.002869	0.2216	943.488	688.649	688.649	688.649
	6	90.96	54.59	1.015	0.472	0.420	0.01778	0.0180	0.0260	0.180	0.01683	0.002871	0.2219	943.488	689.153	689.153	689.153
	7	91.62	36.05	1.015	0.472	0.420	0.01783	0.0180	0.0260	0.180	0.01685	0.002874	0.2223	943.488	689.692	689.692	689.692
Kiriş	Kat	Q_{G+Q} (kn)	Q_{L+E} (kn)	D.D.K	d (m)	d_w (m)	t_o (m)	t_w (m)	t_f (m)	b (m)	A (m ²)	W_{rx} (m ³)	χ_s	Q_{pr} (kn)	M_{px} (kn.m)	M_{Qx} (kn.m)	M_{rx} (kn.m)
A - 6PKr	1	80.21	85.03	1.015	0.394	0.350	0.01554	0.0160	0.0220	0.160	0.01248	0.001785	0.2179	698.880	428.479	428.479	428.479
	2	80.50	94.68	1.015	0.394	0.350	0.01548	0.0160	0.0220	0.160	0.01246	0.001784	0.2175	698.880	428.049	428.049	428.049
	3	80.37	85.57	1.015	0.394	0.350	0.01554	0.0160	0.0220	0.160	0.01248	0.001785	0.2179	698.880	428.450	428.450	428.450
	4	80.24	75.53	1.015	0.394	0.350	0.01559	0.0160	0.0220	0.160	0.01250	0.001787	0.2183	698.880	428.864	428.864	428.864
	5	80.07	62.60	1.015	0.394	0.350	0.01566	0.0160	0.0220	0.160	0.01252	0.001789	0.2189	698.880	429.356	429.356	429.356
	6	79.77	46.98	1.015	0.394	0.350	0.01573	0.0160	0.0220	0.160	0.01255	0.001791	0.2194	698.880	429.893	429.893	429.893
	7	79.65	28.17	1.015	0.394	0.350	0.01581	0.0160	0.0220	0.160	0.01257	0.001794	0.2200	698.880	430.447	430.447	430.447

Tablo D.2 y - y doğrultusu boyunca moment aktaran kolon - kiriş birleşim noktalarındaki kirişlerin plastikleşme momentleri

Kiriş	Kat	Q_{G+Q_0} (kn)	Q_{L+E} (kn)	D.D.K	d (m)	d_w (m)	t_0 (m)	t_w (m)	t_f (m)	b (m)	A (m ²)	W_{px} (m ³)	χ_x	Q_{py} (kn)	M_{px} (kn.m)	M_{Ox} (kn.m)	M_{ix} (kn.m)
A - 1Kr	1	59.12	13.30	0.935	0.380	0.306	0.01357	0.0137	0.0205	0.149	0.01070	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.788	339.788
	2	58.92	13.53	0.935	0.380	0.306	0.01357	0.0137	0.0205	0.149	0.01070	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.787	339.787
	3	58.63	13.72	0.935	0.380	0.306	0.01357	0.0137	0.0205	0.149	0.01070	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.790	339.790
	4	58.34	13.18	0.935	0.380	0.306	0.01357	0.0137	0.0205	0.149	0.01070	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.806	339.806
	5	58.10	11.95	0.935	0.380	0.306	0.01358	0.0137	0.0205	0.149	0.01070	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.833	339.833
	6	57.88	10.13	0.935	0.380	0.306	0.01359	0.0137	0.0205	0.149	0.01070	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.871	339.871
	7	57.46	8.02	0.935	0.380	0.306	0.01359	0.0137	0.0205	0.149	0.01070	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.915	339.915

Kiriş	Kat	Q_{G+Q_0} (kn)	Q_{L+E} (kn)	D.D.K	d (m)	d_w (m)	t_0 (m)	t_w (m)	t_f (m)	b (m)	A (m ²)	W_{px} (m ³)	χ_x	Q_{py} (kn)	M_{px} (kn.m)	M_{Ox} (kn.m)	M_{ix} (kn.m)
A - 2PKr-b	1	64.30	13.30	0.935	0.380	0.306	0.01355	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001415	0.1500	523.187	355.680	339.679	339.679
	2	64.61	13.53	0.935	0.380	0.306	0.01355	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001415	0.1500	523.187	355.680	339.667	339.667
	3	65.26	13.72	0.935	0.380	0.306	0.01355	0.0137	0.0205	0.149	0.01025	0.001415	0.1500	523.187	355.680	339.649	339.649
	4	65.75	13.18	0.935	0.380	0.306	0.01355	0.0137	0.0205	0.149	0.01025	0.001415	0.1500	523.187	355.680	339.649	339.649
	5	66.21	11.95	0.935	0.380	0.306	0.01355	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001415	0.1500	523.187	355.680	339.664	339.664
	6	66.58	10.13	0.935	0.380	0.306	0.01355	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001415	0.1500	523.187	355.680	339.694	339.694
	7	66.66	8.02	0.935	0.380	0.306	0.01356	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.734	339.734

Kiriş	Kat	Q_{G+Q_0} (kn)	Q_{L+E} (kn)	D.D.K	d (m)	d_w (m)	t_0 (m)	t_w (m)	t_f (m)	b (m)	A (m ²)	W_{px} (m ³)	χ_x	Q_{py} (kn)	M_{px} (kn.m)	M_{Ox} (kn.m)	M_{ix} (kn.m)
A - 2PKr-a	1	18.38	151.05	0.935	0.380	0.306	0.01305	0.0137	0.0205	0.149	0.01010	0.001404	0.1500	523.187	355.680	336.842	336.842
	2	18.41	172.58	0.935	0.380	0.306	0.01287	0.0137	0.0205	0.149	0.01005	0.001399	0.1500	523.187	355.680	335.825	335.825
	3	18.82	155.63	0.935	0.380	0.306	0.01301	0.0137	0.0205	0.149	0.01009	0.001403	0.1500	523.187	355.680	336.616	336.616
	4	19.05	135.33	0.935	0.380	0.306	0.01316	0.0137	0.0205	0.149	0.01014	0.001406	0.1500	523.187	355.680	337.471	337.471
	5	19.23	110.39	0.935	0.380	0.306	0.01332	0.0137	0.0205	0.149	0.01018	0.001410	0.1500	523.187	355.680	338.373	338.373
	6	19.42	80.96	0.935	0.380	0.306	0.01347	0.0137	0.0205	0.149	0.01023	0.001413	0.1500	523.187	355.680	339.228	339.228
	7	18.88	46.24	0.935	0.380	0.306	0.01360	0.0137	0.0205	0.149	0.01027	0.001417	0.1500	523.187	355.680	339.967	339.967

Kiriş	Kat	Q_{G+Q_0} (kn)	Q_{L+E} (kn)	D.D.K	d (m)	d_w (m)	t_0 (m)	t_w (m)	t_f (m)	b (m)	A (m ²)	W_{px} (m ³)	χ_x	Q_{py} (kn)	M_{px} (kn.m)	M_{Ox} (kn.m)	M_{ix} (kn.m)
A - 3PKr-b	1	18.11	152.74	0.935	0.380	0.306	0.01304	0.0137	0.0205	0.149	0.01010	0.001403	0.1500	523.187	355.680	336.780	336.780
	2	18.85	175.11	0.935	0.380	0.306	0.01284	0.0137	0.0205	0.149	0.01004	0.001399	0.1500	523.187	355.680	335.672	335.672
	3	19.09	155.56	0.935	0.380	0.306	0.01300	0.0137	0.0205	0.149	0.01009	0.001403	0.1500	523.187	355.680	336.606	336.606
	4	19.38	135.41	0.935	0.380	0.306	0.01316	0.0137	0.0205	0.149	0.01013	0.001406	0.1500	523.187	355.680	337.454	337.454
	5	19.62	110.53	0.935	0.380	0.306	0.01332	0.0137	0.0205	0.149	0.01018	0.001410	0.1500	523.187	355.680	338.355	338.355
	6	19.70	80.94	0.935	0.380	0.306	0.01347	0.0137	0.0205	0.149	0.01023	0.001413	0.1500	523.187	355.680	339.221	339.221
	7	20.48	46.22	0.935	0.380	0.306	0.01360	0.0137	0.0205	0.149	0.01027	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.939	339.939

Tablo D.2 (Devam)

Kiriş	Kat	$Q_{(E-Q)}$ (kn)	$Q_{(E-E)}$ (kn)	D.D.K	d (m)	d_w (m)	t_Q (m)	t_w (m)	t_f (m)	b (m)	A (m ²)	W_{px} (m ³)	χ_x	Q_{py} (kn)	M_{px} (kn.m)	M_{Qx} (kn.m)	M_{ux} (kn.m)
A - 3PKr-a	1	61.21	10.08	0.935	0.380	0.306	0.01357	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.806	339.806
	2	62.42	11.76	0.935	0.380	0.306	0.01356	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.749	339.749
	3	63.64	12.71	0.935	0.380	0.306	0.01356	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001415	0.1500	523.187	355.680	339.705	339.705
	4	64.59	12.82	0.935	0.380	0.306	0.01355	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001415	0.1500	523.187	355.680	339.682	339.682
	5	65.36	12.26	0.935	0.380	0.306	0.01355	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001415	0.1500	523.187	355.680	339.677	339.677
	6	65.96	11.14	0.935	0.380	0.306	0.01355	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001415	0.1500	523.187	355.680	339.687	339.687
	7	66.06	9.65	0.935	0.380	0.306	0.01356	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001415	0.1500	523.187	355.680	339.714	339.714

Kiriş	Kat	$Q_{(E-Q)}$ (kn)	$Q_{(E-E)}$ (kn)	D.D.K	d (m)	d_w (m)	t_Q (m)	t_w (m)	t_f (m)	b (m)	A (m ²)	W_{px} (m ³)	χ_x	Q_{py} (kn)	M_{px} (kn.m)	M_{Qx} (kn.m)	M_{ux} (kn.m)
A - 4Kr-b	1	61.96	12.84	0.935	0.380	0.306	0.01356	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.738	339.738
	2	60.80	14.38	0.935	0.380	0.306	0.01356	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.732	339.732
	3	60.00	14.72	0.935	0.380	0.306	0.01356	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.742	339.742
	4	59.33	14.38	0.935	0.380	0.306	0.01357	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.763	339.763
	5	58.78	13.28	0.935	0.380	0.306	0.01357	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.795	339.795
	6	58.43	11.59	0.935	0.380	0.306	0.01358	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.834	339.834
	7	58.05	9.48	0.935	0.380	0.306	0.01359	0.0137	0.0205	0.149	0.01027	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.879	339.879

Kiriş	Kat	$Q_{(E-Q)}$ (kn)	$Q_{(E-E)}$ (kn)	D.D.K	d (m)	d_w (m)	t_Q (m)	t_w (m)	t_f (m)	b (m)	A (m ²)	W_{px} (m ³)	χ_x	Q_{py} (kn)	M_{px} (kn.m)	M_{Qx} (kn.m)	M_{ux} (kn.m)
A - 4Kr-a	1	61.45	11.94	0.935	0.380	0.306	0.01357	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.766	339.766
	2	61.32	12.60	0.935	0.380	0.306	0.01357	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.756	339.756
	3	61.37	12.52	0.935	0.380	0.306	0.01357	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.757	339.757
	4	61.37	11.91	0.935	0.380	0.306	0.01357	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.768	339.768
	5	61.36	10.74	0.935	0.380	0.306	0.01357	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.791	339.791
	6	61.36	9.05	0.935	0.380	0.306	0.01358	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.823	339.823
	7	61.07	7.11	0.935	0.380	0.306	0.01358	0.0137	0.0205	0.149	0.01027	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.864	339.864

Kiriş	Kat	$Q_{(E-Q)}$ (kn)	$Q_{(E-E)}$ (kn)	D.D.K	d (m)	d_w (m)	t_Q (m)	t_w (m)	t_f (m)	b (m)	A (m ²)	W_{px} (m ³)	χ_x	Q_{py} (kn)	M_{px} (kn.m)	M_{Qx} (kn.m)	M_{ux} (kn.m)
A - 5Kr-b	1	61.29	11.94	0.935	0.380	0.306	0.01357	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.769	339.769
	2	61.42	12.60	0.935	0.380	0.306	0.01357	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.754	339.754
	3	61.41	12.52	0.935	0.380	0.306	0.01357	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.756	339.756
	4	61.41	11.91	0.935	0.380	0.306	0.01357	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.768	339.768
	5	61.41	10.74	0.935	0.380	0.306	0.01357	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.790	339.790
	6	61.41	9.05	0.935	0.380	0.306	0.01358	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.822	339.822
	7	61.70	7.11	0.935	0.380	0.306	0.01358	0.0137	0.0205	0.149	0.01027	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.851	339.851

Tablo D.2 (Devam)

Kiriş	Kat	Q_{G+Q} (kn)	Q_{G+E} (kn)	D.D.K	d (m)	d_w (m)	t_Q (m)	t_w (m)	t_t (m)	b (m)	A (m ²)	W_{px} (m ³)	χ_x	Q_{py} (kn)	M_{px} (kn.m)	M_{Qx} (kn.m)	M_{ux} (kn.m)
A - 5Kr-a	1	59.83	13.65	0.935	0.380	0.306	0.01357	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.767	339.767
	2	58.61	15.39	0.935	0.380	0.306	0.01357	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.758	339.758
	3	57.62	15.96	0.935	0.380	0.306	0.01357	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.768	339.768
	4	56.81	15.66	0.935	0.380	0.306	0.01357	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.790	339.790
	5	56.16	14.54	0.935	0.380	0.306	0.01358	0.0137	0.0205	0.149	0.01027	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.824	339.824
	6	55.69	12.75	0.935	0.380	0.306	0.01359	0.0137	0.0205	0.149	0.01027	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.866	339.866
	7	55.15	10.54	0.935	0.380	0.306	0.01359	0.0137	0.0205	0.149	0.01027	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.915	339.915
A - 6Kr-b	Kat	Q_{G+Q} (kn)	Q_{G+E} (kn)	D.D.K	d (m)	d_w (m)	t_Q (m)	t_w (m)	t_t (m)	b (m)	A (m ²)	W_{px} (m ³)	χ_x	Q_{py} (kn)	M_{px} (kn.m)	M_{Qx} (kn.m)	M_{ux} (kn.m)
	1	61.19	13.65	0.935	0.380	0.306	0.01356	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.738	339.738
	2	61.22	15.39	0.935	0.380	0.306	0.01356	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001415	0.1500	523.187	355.680	339.703	339.703
	3	61.21	15.96	0.935	0.380	0.306	0.01355	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001415	0.1500	523.187	355.680	339.692	339.692
	4	61.22	15.66	0.935	0.380	0.306	0.01356	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001415	0.1500	523.187	355.680	339.698	339.698
	5	61.24	14.54	0.935	0.380	0.306	0.01357	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001415	0.1500	523.187	355.680	339.720	339.720
	6	61.26	12.75	0.935	0.380	0.306	0.01357	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.754	339.754
	7	61.47	10.54	0.935	0.380	0.306	0.01357	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.792	339.792
A - 6Kr-a	Kat	Q_{G+Q} (kn)	Q_{G+E} (kn)	D.D.K	d (m)	d_w (m)	t_Q (m)	t_w (m)	t_t (m)	b (m)	A (m ²)	W_{px} (m ³)	χ_x	Q_{py} (kn)	M_{px} (kn.m)	M_{Qx} (kn.m)	M_{ux} (kn.m)
	1	59.99	137.09	0.935	0.380	0.306	0.01278	0.0137	0.0205	0.149	0.01002	0.001397	0.1500	523.187	355.680	335.361	335.361
	2	58.81	166.88	0.935	0.380	0.306	0.01249	0.0137	0.0205	0.149	0.00993	0.001391	0.1500	523.187	355.680	333.722	333.722
	3	57.81	145.64	0.935	0.380	0.306	0.01272	0.0137	0.0205	0.149	0.01000	0.001396	0.1500	523.187	355.680	335.025	335.025
	4	56.98	122.76	0.935	0.380	0.306	0.01294	0.0137	0.0205	0.149	0.01007	0.001401	0.1500	523.187	355.680	336.245	336.245
	5	56.31	96.34	0.935	0.380	0.306	0.01315	0.0137	0.0205	0.149	0.01013	0.001406	0.1500	523.187	355.680	337.437	337.437
	6	55.81	65.94	0.935	0.380	0.306	0.01335	0.0137	0.0205	0.149	0.01019	0.001411	0.1500	523.187	355.680	338.546	338.546
	7	55.39	30.40	0.935	0.380	0.306	0.01352	0.0137	0.0205	0.149	0.01025	0.001415	0.1500	523.187	355.680	339.517	339.517
A - 6PKr-b	Kat	Q_{G+Q} (kn)	Q_{G+E} (kn)	D.D.K	d (m)	d_w (m)	t_Q (m)	t_w (m)	t_t (m)	b (m)	A (m ²)	W_{px} (m ³)	χ_x	Q_{py} (kn)	M_{px} (kn.m)	M_{Qx} (kn.m)	M_{ux} (kn.m)
	1	62.58	143.86	0.935	0.380	0.306	0.01269	0.0137	0.0205	0.149	0.00999	0.001395	0.1500	523.187	355.680	334.841	334.841
	2	63.75	170.70	0.935	0.380	0.306	0.01239	0.0137	0.0205	0.149	0.00990	0.001388	0.1500	523.187	355.680	333.145	333.145
	3	64.74	149.60	0.935	0.380	0.306	0.01261	0.0137	0.0205	0.149	0.00997	0.001393	0.1500	523.187	355.680	334.380	334.380
	4	65.57	126.53	0.935	0.380	0.306	0.01283	0.0137	0.0205	0.149	0.01003	0.001398	0.1500	523.187	355.680	335.601	335.601
	5	66.23	100.08	0.935	0.380	0.306	0.01305	0.0137	0.0205	0.149	0.01010	0.001403	0.1500	523.187	355.680	336.833	336.833
	6	66.72	69.73	0.935	0.380	0.306	0.01326	0.0137	0.0205	0.149	0.01017	0.001408	0.1500	523.187	355.680	338.024	338.024
	7	67.14	34.30	0.935	0.380	0.306	0.01345	0.0137	0.0205	0.149	0.01023	0.001413	0.1500	523.187	355.680	339.115	339.115

Tablo D.2 (Devam)

Kiriş	Kat	$Q_{(e-q)}$ (kn)	$Q_{(e-B)}$ (kn)	D.D.K	d (m)	d_w (m)	t_Q (m)	t_w (m)	t_f (m)	b (m)	A (m ²)	W_{px} (m ³)	χ_x	Q_{py} (kn)	M_{px} (kn.m)	M_{Qx} (kn.m)	M_{ux} (kn.m)
A - 6PKr-a	1	62.72	12.84	0.935	0.380	0.306	0.01356	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001416	0.1500	523.187	355.680	339.722	339.722
	2	63.95	14.32	0.935	0.380	0.306	0.01355	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001415	0.1500	523.187	355.680	339.665	339.665
	3	64.95	14.57	0.935	0.380	0.306	0.01354	0.0137	0.0205	0.149	0.01025	0.001415	0.1500	523.187	355.680	339.638	339.638
	4	65.77	14.13	0.935	0.380	0.306	0.01354	0.0137	0.0205	0.149	0.01025	0.001415	0.1500	523.187	355.680	339.629	339.629
	5	66.42	12.95	0.935	0.380	0.306	0.01354	0.0137	0.0205	0.149	0.01025	0.001415	0.1500	523.187	355.680	339.639	339.639
	6	66.90	11.19	0.935	0.380	0.306	0.01355	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001415	0.1500	523.187	355.680	339.665	339.665
	7	67.44	9.01	0.935	0.380	0.306	0.01356	0.0137	0.0205	0.149	0.01026	0.001415	0.1500	523.187	355.680	339.698	339.698

Kiriş	Kat	$Q_{(e-q)}$ (kn)	$Q_{(e-B)}$ (kn)	D.D.K	d (m)	d_w (m)	t_Q (m)	t_w (m)	t_f (m)	b (m)	A (m ²)	W_{px} (m ³)	χ_x	Q_{py} (kn)	M_{px} (kn.m)	M_{Qx} (kn.m)	M_{ux} (kn.m)
B - 1Kr	1	108.32	4.53	0.935	0.394	0.350	0.01579	0.0160	0.0220	0.160	0.01257	0.001793	0.2199	698.880	431.866	430.330	430.330
	2	108.92	4.33	0.935	0.394	0.350	0.01579	0.0160	0.0220	0.160	0.01257	0.001793	0.2199	698.880	431.866	430.319	430.319
	3	108.92	4.36	0.935	0.394	0.350	0.01579	0.0160	0.0220	0.160	0.01257	0.001793	0.2199	698.880	431.866	430.318	430.318
	4	108.92	4.13	0.935	0.394	0.350	0.01579	0.0160	0.0220	0.160	0.01257	0.001793	0.2199	698.880	431.866	430.324	430.324
	5	108.92	3.71	0.935	0.394	0.350	0.01579	0.0160	0.0220	0.160	0.01257	0.001793	0.2199	698.880	431.866	430.335	430.335
	6	108.94	3.11	0.935	0.394	0.350	0.01579	0.0160	0.0220	0.160	0.01257	0.001793	0.2199	698.880	431.866	430.350	430.350
	7	109.19	2.37	0.935	0.394	0.350	0.01580	0.0160	0.0220	0.160	0.01257	0.001793	0.2199	698.880	431.866	430.362	430.362

Kiriş	Kat	$Q_{(e-q)}$ (kn)	$Q_{(e-B)}$ (kn)	D.D.K	d (m)	d_w (m)	t_Q (m)	t_w (m)	t_f (m)	b (m)	A (m ²)	W_{px} (m ³)	χ_x	Q_{py} (kn)	M_{px} (kn.m)	M_{Qx} (kn.m)	M_{ux} (kn.m)
B - 4Kr-b	1	111.32	4.12	0.935	0.394	0.350	0.01578	0.0160	0.0220	0.160	0.01256	0.001793	0.2198	698.880	431.866	430.258	430.258
	2	111.53	4.37	0.935	0.394	0.350	0.01578	0.0160	0.0220	0.160	0.01256	0.001793	0.2198	698.880	431.866	430.245	430.245
	3	111.47	4.45	0.935	0.394	0.350	0.01578	0.0160	0.0220	0.160	0.01256	0.001793	0.2198	698.880	431.866	430.245	430.245
	4	111.47	4.30	0.935	0.394	0.350	0.01578	0.0160	0.0220	0.160	0.01256	0.001793	0.2198	698.880	431.866	430.249	430.249
	5	111.46	3.95	0.935	0.394	0.350	0.01578	0.0160	0.0220	0.160	0.01256	0.001793	0.2198	698.880	431.866	430.258	430.258
	6	111.40	3.42	0.935	0.394	0.350	0.01578	0.0160	0.0220	0.160	0.01256	0.001793	0.2198	698.880	431.866	430.274	430.274
	7	111.80	2.73	0.935	0.394	0.350	0.01578	0.0160	0.0220	0.160	0.01256	0.001793	0.2198	698.880	431.866	430.281	430.281

Kiriş	Kat	$Q_{(e-q)}$ (kn)	$Q_{(e-B)}$ (kn)	D.D.K	d (m)	d_w (m)	t_Q (m)	t_w (m)	t_f (m)	b (m)	A (m ²)	W_{px} (m ³)	χ_x	Q_{py} (kn)	M_{px} (kn.m)	M_{Qx} (kn.m)	M_{ux} (kn.m)
B - 4Kr-a	1	85.36	15.67	0.935	0.394	0.350	0.01584	0.0160	0.0220	0.160	0.01258	0.001794	0.2202	698.880	431.866	430.655	430.655
	2	85.18	16.03	0.935	0.394	0.350	0.01583	0.0160	0.0220	0.160	0.01258	0.001794	0.2202	698.880	431.866	430.651	430.651
	3	85.34	15.78	0.935	0.394	0.350	0.01584	0.0160	0.0220	0.160	0.01258	0.001794	0.2202	698.880	431.866	430.653	430.653
	4	85.36	14.77	0.935	0.394	0.350	0.01584	0.0160	0.0220	0.160	0.01258	0.001794	0.2203	698.880	431.866	430.676	430.676
	5	85.41	13.06	0.935	0.394	0.350	0.01584	0.0160	0.0220	0.160	0.01259	0.001795	0.2203	698.880	431.866	430.713	430.713
	6	85.52	10.75	0.935	0.394	0.350	0.01585	0.0160	0.0220	0.160	0.01259	0.001795	0.2204	698.880	431.866	430.761	430.761
	7	84.72	7.88	0.935	0.394	0.350	0.01586	0.0160	0.0220	0.160	0.01259	0.001795	0.2204	698.880	431.866	430.840	430.840

Tablo D.2 (Devam)

Kiriş	Kat	$Q_{(e+q)}$ (kn)	$Q_{(e+q)}$ (kn)	D.D.K	d (m)	d_w (m)	t_Q (m)	t_w (m)	t_r (m)	b (m)	A (m ²)	W_{px} (m ³)	χ_x	Q_{px} (kn)	M_{px} (kn.m)	M_{Qx} (kn.m)	M_{tx} (kn.m)
B - 5Kr-b	1	85.24	15.67	0.935	0.394	0.350	0.01584	0.0160	0.0220	0.160	0.01258	0.001794	0.2202	698.880	431.866	430.658	430.658
	2	85.44	16.03	0.935	0.394	0.350	0.01583	0.0160	0.0220	0.160	0.01258	0.001794	0.2202	698.880	431.866	430.645	430.645
	3	85.31	15.78	0.935	0.394	0.350	0.01584	0.0160	0.0220	0.160	0.01258	0.001794	0.2202	698.880	431.866	430.654	430.654
	4	85.31	14.77	0.935	0.394	0.350	0.01584	0.0160	0.0220	0.160	0.01258	0.001794	0.2203	698.880	431.866	430.677	430.677
	5	85.28	13.06	0.935	0.394	0.350	0.01584	0.0160	0.0220	0.160	0.01259	0.001795	0.2203	698.880	431.866	430.716	430.716
	6	85.19	10.75	0.935	0.394	0.350	0.01585	0.0160	0.0220	0.160	0.01259	0.001795	0.2204	698.880	431.866	430.768	430.768
	7	86.01	7.88	0.935	0.394	0.350	0.01586	0.0160	0.0220	0.160	0.01259	0.001795	0.2204	698.880	431.866	430.811	430.811

Kiriş	Kat	$Q_{(e+q)}$ (kn)	$Q_{(e+q)}$ (kn)	D.D.K	d (m)	d_w (m)	t_Q (m)	t_w (m)	t_r (m)	b (m)	A (m ²)	W_{px} (m ³)	χ_x	Q_{px} (kn)	M_{px} (kn.m)	M_{Qx} (kn.m)	M_{tx} (kn.m)
B - 5Kr-a	1	110.99	15.39	0.935	0.394	0.350	0.01574	0.0160	0.0220	0.160	0.01255	0.001791	0.2195	698.880	431.866	429.958	429.958
	2	110.80	16.00	0.935	0.394	0.350	0.01574	0.0160	0.0220	0.160	0.01255	0.001791	0.2195	698.880	431.866	429.946	429.946
	3	110.54	15.86	0.935	0.394	0.350	0.01574	0.0160	0.0220	0.160	0.01255	0.001791	0.2195	698.880	431.866	429.958	429.958
	4	110.35	14.98	0.935	0.394	0.350	0.01574	0.0160	0.0220	0.160	0.01255	0.001792	0.2195	698.880	431.866	429.989	429.989
	5	110.20	13.39	0.935	0.394	0.350	0.01575	0.0160	0.0220	0.160	0.01255	0.001792	0.2196	698.880	431.866	430.038	430.038
	6	110.06	11.18	0.935	0.394	0.350	0.01576	0.0160	0.0220	0.160	0.01256	0.001792	0.2197	698.880	431.866	430.104	430.104
	7	109.97	8.43	0.935	0.394	0.350	0.01577	0.0160	0.0220	0.160	0.01256	0.001792	0.2197	698.880	431.866	430.182	430.182

Kiriş	Kat	$Q_{(e+q)}$ (kn)	$Q_{(e+q)}$ (kn)	D.D.K	d (m)	d_w (m)	t_Q (m)	t_w (m)	t_r (m)	b (m)	A (m ²)	W_{px} (m ³)	χ_x	Q_{px} (kn)	M_{px} (kn.m)	M_{Qx} (kn.m)	M_{tx} (kn.m)
B - 6Kr-b	1	86.10	15.39	0.935	0.394	0.350	0.01583	0.0160	0.0220	0.160	0.01258	0.001794	0.2202	698.880	431.866	430.644	430.644
	2	85.64	16.00	0.935	0.394	0.350	0.01583	0.0160	0.0220	0.160	0.01258	0.001794	0.2202	698.880	431.866	430.641	430.641
	3	85.37	15.86	0.935	0.394	0.350	0.01583	0.0160	0.0220	0.160	0.01258	0.001794	0.2202	698.880	431.866	430.651	430.651
	4	85.15	14.98	0.935	0.394	0.350	0.01584	0.0160	0.0220	0.160	0.01258	0.001794	0.2203	698.880	431.866	430.676	430.676
	5	84.98	13.39	0.935	0.394	0.350	0.01584	0.0160	0.0220	0.160	0.01259	0.001795	0.2203	698.880	431.866	430.716	430.716
	6	84.85	11.18	0.935	0.394	0.350	0.01585	0.0160	0.0220	0.160	0.01259	0.001795	0.2204	698.880	431.866	430.767	430.767
	7	84.84	8.43	0.935	0.394	0.350	0.01586	0.0160	0.0220	0.160	0.01259	0.001795	0.2204	698.880	431.866	430.826	430.826

Kiriş	Kat	$Q_{(e+q)}$ (kn)	$Q_{(e+q)}$ (kn)	D.D.K	d (m)	d_w (m)	t_Q (m)	t_w (m)	t_r (m)	b (m)	A (m ²)	W_{px} (m ³)	χ_x	Q_{px} (kn)	M_{px} (kn.m)	M_{Qx} (kn.m)	M_{tx} (kn.m)
B - 6Kr-a	1	111.06	4.05	0.935	0.394	0.350	0.01578	0.0160	0.0220	0.160	0.01256	0.001793	0.2198	698.880	431.866	430.267	430.267
	2	110.93	4.24	0.935	0.394	0.350	0.01578	0.0160	0.0220	0.160	0.01256	0.001793	0.2198	698.880	431.866	430.266	430.266
	3	110.72	4.26	0.935	0.394	0.350	0.01578	0.0160	0.0220	0.160	0.01256	0.001793	0.2198	698.880	431.866	430.271	430.271
	4	110.56	4.06	0.935	0.394	0.350	0.01578	0.0160	0.0220	0.160	0.01256	0.001793	0.2198	698.880	431.866	430.281	430.281
	5	110.43	3.68	0.935	0.394	0.350	0.01579	0.0160	0.0220	0.160	0.01257	0.001793	0.2199	698.880	431.866	430.294	430.294
	6	110.33	3.13	0.935	0.394	0.350	0.01579	0.0160	0.0220	0.160	0.01257	0.001793	0.2199	698.880	431.866	430.311	430.311
	7	110.35	2.42	0.935	0.394	0.350	0.01579	0.0160	0.0220	0.160	0.01257	0.001793	0.2199	698.880	431.866	430.329	430.329

ÖZGEÇMİŞ

Cüneyt Vatansever, 1974 yılında Bursa’da doğdu. 1986 yılında ilkokul, 1989 yılında ortaokul öğrenimini birincilikle ve 1992 yılında lise öğrenimini Bursa’da tamamladı. 1996 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi İnşaat Mühendisliği bölümünden birincilikle mezun olup, aynı yıl İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilimdalı’na bağlı Yapı Mühendisliği, Yapı Analizi ve Boyutlandırma Programı’nda yüksek lisans öğrenimine başladı. Şu anda Yapı Anabilimdalı Ahşap ve Çelik Yapılar Çalışma Grubu’nda araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.

