

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇOK KATLI KOMPOZİT BİR BİNANIN DÜŞEY VE YATAY YÜKLER
ALTINDA İRDELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Onur ERİNÇ**

Anabilim Dalı : İnşaat Mühendisliği

Programı : Yapı Mühendisliği

ŞUBAT 2009

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇOK KATLI KOMPOZİT BİR BİNANIN DÜŞEY VE YATAY YÜKLER
ALTINDA İRDELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Onur ERİNÇ
501061097**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 29 Aralık 2008
Tezin Savunulduğu Tarih : 22 Ocak 2009**

**Tez Danışmanı : Yrd. Doç Dr. Barlas Özden ÇAĞLAYAN
(İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Erdoğan UZGİDER (İTÜ)
Prof.Dr. A. Zafer Öztürk (YTÜ)**

ŞUBAT 2009

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışmam süresince akademik bilgi ve mesleki tecrübelerinden yararlandığım sayın hocam Y.Doç.Dr. Barlas Özden ÇAĞLAYAN başta olmak üzere lisans ve yüksek lisans hayatım boyunca mühendislik eğitimime katkıda bulunan değerli İTÜ ve BOĞAZİÇİ İnşaat Fakültesi hocalarıma, eğitim hayatım süresince hiçbir konuda benden desteğini esirgemeyen aileme ve mesleki bilgilerini benimle paylaşan çalışma arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Aralık 2008

Onur ERİNÇ

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KISALTMALAR	vii
ÇİZELGE LİSTESİ	xi
ŞEKİL LİSTESİ	xiii
ÖZET	xv
SUMMARY	xvii
1. GİRİŞ	1
1.1 Konunun Genel Tanımı	1
1.1.1 Çok katlı yüksek bina kavramı	3
1.2 İçerik	6
1.3 Statik Sistem Özellikleri	6
2. YAPI YÜK ANALİZİ	11
2.1 Zati ve Hareketli Yükler	11
2.1.1 Bodrum katlar (betonarme plak):	11
2.1.2 Giriş katı – resepsiyon ve depolar (betonarme plak):	11
2.1.3 Konut ve otel odaları (kompozit döşeme):	12
2.1.4 Market ve sosyal tesis katı (kompozit köşeme):	12
2.1.5 Balo ve toplantı salonu katı (kompozit döşeme):	12
2.2 Kar Yüğü	13
2.3 Rüzgar Yüğü	14
2.3.1 Deneysel prosedür	14
2.3.2 Analitik prosedür	14
2.3.2.1 Referans rüzgar basıncı (q)	14
2.3.2.2 Etkilenme faktörü (C_e)	15
2.3.2.3 Dinamik tepki faktörü (C_g)	16
2.3.2.4 Basınç katsayısı (C_p)	17
2.4 Deprem Yüğü	17
3. YAPISAL DÜZENSİZLİK KONTROLLERİ	23
3.1 Planda Düzensizlik Durumları	23
3.1.1 (A1) Burulma düzensizliği	23
3.1.2 (A2) Döşeme düzensizlikleri	28
3.1.3 (A3) Planda çıkıntılar bulunması	28
3.2 Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları	28
3.2.1 (B1) Komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)	28
3.2.2 (B2) Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)	29
3.2.3 (B3) Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği	34
4. YAPININ ÖN BOYUTLANDIRILMASI	35
4.1 Kompozit Döşeme Ön Boyutlaması	36
4.1.1 Trapez sacın boyutlandırılması	37
4.1.1.1 Kompozit çalışma öncesi (1 metre genişlik için)	37
4.1.1.2 Kompozit çalışma sırasında (1 metre genişlik için)	39
4.1.2 Kompozit kirişin boyutlandırılması	40

4.1.2.1 Kompozit döşeme hesabı için yük analizi ve kontroller	42
4.1.2.2 Kayma elemanları için kontroller	44
5. YAPININ ETABS MODELİNDE KULLANILAN PARAMETRELER	47
5.1 Yük Tanımları	47
5.2 Taşıyıcı Sistem Eleman Tanımları	49
5.3 Deprem Yükünün Hesabı	50
6. YAPININ 2007 DEPREM YÖNETMELİĞİNE GÖRE KONTROLLERİ ...	55
6.1 Görelî Kat Ötelemesi Kontrolü	55
6.2 İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü	57
6.3 Süneklik Düzeyi Yüksek Çelik Çerçevelere Ait Kontroller	59
6.3.1 Enkesit koşulları	59
6.3.1.1 Başlık genişliği/kalınlığı ve gövde genişliği/kalınlığı kontrolleri	60
6.3.1.1.1 “W14x730” kesitli kolonlar için kontroller	62
6.3.1.1.2 “W14x665” kesitli kolonlar için kontroller	65
6.3.1.1.3 “W24x104” kesitli kirişler için kontroller	67
6.3.1.1.4 “W36x230” kesitli kirişler için kontroller	68
6.3.1.1.5 Arttırılmış deprem kuvvetlerine göre kontrol	69
6.3.2 Güçlü kolon zayıf kiriş kontrolü	73
6.4 Çelik Kolonlarda Gerilme Tahkikleri	80
6.5 Çelik Kirişlerde Gerilme Ve Şehim Tahkikleri	86
6.6 2007 Deprem Yönetmeliğine Göre Tasarlanmış Birleşim Detayları	89
6.6.1 Kiriş kolon birleşimlerinin sağlaması gereken şartlar	89
6.6.2 Gerilme sınır değerleri:	91
6.6.3 Kayma bölgesinin sağlaması gereken koşullar:	91
6.6.4 Süreklilik levhaları	93
6.6.5 Deprem yükü aktaran kolon kiriş birleşimleri	94
6.6.5.1 Bulon çapının belirlenmesi	94
6.6.5.2 Alın levhası et kalınlığı hesabı	95
6.6.5.3 Kayma bölgesi kesme kuvveti kontrolü	96
6.6.5.4 Kayma bölgesinde levha kalınlığı kontrolleri	96
6.6.5.5 Süreklilik levhası kontrolleri	96
6.6.6 W14x730 kolonu – W36x230 kiriş birleşim kontrolleri	97
6.6.7 W14x665 kolonu – W24x104 kiriş birleşim kontrolleri	101
6.7 Betonarme Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Kontrolü	105
6.7.1 Süneklik düzeyi yüksek perdeler için enkesit koşulları	105
6.7.2 Süneklik düzeyi yüksek perdeler için gövde donatısı koşulları	107
6.7.3 Süneklik düzeyi yüksek perdeler için perde uç bölgesi donatı koşulları	107
6.8 Çelik Kolonların Betonarme Kolonlara Bağlantı Detayları	110
6.8.1 W14x730 – S 140/140 çelik – betonarme kolon bağlantısı tahkikleri	111
6.8.2 W14x 655 – S 120/120 çelik – betonarme kolon bağlantısı tahkikleri ...	112
6.9 Çelik Kirişlerin Betonarme Perdelere Bağlantı Detayları	113
6.10 Yapı Elemanları Metrajları	117
7. SONUÇLAR	119
KAYNAKÇA	123
EKLER	125

KISALTMALAR

A(T)	:Spektral İvme Katsayısı
A_o	:Etkin Yer İvmesi Katsayısı
A	:Profil Enkesit Alanı
A_k	:Profil Kesme Alanı
A_n	:Profil Faydalı Enkesit Alanı
b	:Profil Genişliği
b_{cf}	:Kolon Kesitinin Başlık Genişliği
b_{bf}	:Kiriş Kesitinin Başlık Genişliği
B_a	:Taşıyıcı Sistem Elemanının a Asal Eksenî Doğrultusunda Tasarıma Esas İç Kuvvet Büyüklüğü
B_{ax}	:Taşıyıcı Sistem Elemanının a Asal Eksenî Doğrultusunda, x Doğrultusundaki Depremden Oluşan İç Kuvvet Büyüklüğü
B_{ay}	:Taşıyıcı Sistem Elemanının a Asal Eksenî Doğrultusunda, y Doğrultusundaki Depremden Oluşan İç Kuvvet Büyüklüğü
B_b	:Taşıyıcı Sistem Elemanının b Asal Eksenî Doğrultusunda Tasarıma Esas İç Kuvvet Büyüklüğü
B_{bx}	:Taşıyıcı Sistem Elemanının b Asal Eksenî Doğrultusunda, x Doğrultusundaki Depremden Oluşan İç Kuvvet Büyüklüğü
B_{by}	:Taşıyıcı Sistem Elemanının b Asal Eksenî Doğrultusunda, y Doğrultusundaki Depremden Oluşan İç Kuvvet Büyüklüğü
C	: Atmosferik Etkin Katsayısı (Rüzgar Yüğü Hesabı)
C_e	: Etkilenme Faktörü (Rüzgar Yüğü Hesabı)
C_g	: Dinamik Tepki Faktörü (Rüzgar Yüğü Hesabı)
C_p	: Basınç Katsayısı (Rüzgar Yüğü Hesabı)
d_b	:Kiriş Enkesit Yüksekliği
d_c	:Kolon Enkesit Yüksekliği
D_a	:Akma Gerilmesi Arttırma Katsayısı
E	:Deprem Yüğü Simgesi
E_s	:Yapı Çeliğı Elastisite Modülü
G	:Sabit Yüğü Simgesi
G_k	:Yapı Çeliğı Kayma Modülü
g	:Yerçekimi İvmesi (9.81 m/s ²)
g_i	:Binanın i'inci Katındaki Toplam Sabit Yüğü
h	:Profil Gövde Levhası Yüksekliği
H_{ort}	:Düğüm Noktasının Üstündeki ve Altındaki Kat Yüksekliklerinin Ortalaması
H_i	:Binanın i'inci Katının Temel Üstünden İtibaren Ölçülen Yüksekliği (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda i'inci katın zemin kat döşemesi üstünden itibaren ölçülen yüksekliği)
I	:Bina Önem Katsayısı
ℓ_b	:Kirişin Yanal Doğrultuda Mesnetlendiğı Noktalar Arasındaki Uzaklık

ℓ_n	:Kiriş Uçlarındaki Plastik Mafsal Noktaları Arasındaki Uzaklık
I'	: Trapez Saç Maksimum Mesnet Açıklığı
M_d	:Düşey Yükler ve Deprem Yüklerinin Ortak Etkisi Altında Hesaplanan Eğilme Momenti
M_p	:Eğilme Momenti Kapasitesi
M_{pa}	:Kolonun Alt Ucunda Hesaplanan Moment Kapasitesi
M_{pi}	:Kirişin Sol Ucu İçin Hesaplanan Pozitif veya Negatif Moment Kapasitesi
M_{pj}	:Kirişin Sağ Ucu İçin Hesaplanan Negatif veya Pozitif Moment Kapasitesi
M_{pn}	:İndirgenmiş Moment Kapasitesi
$M_{pü}$	:Kolonun Üst Ucunda Hesaplanan Moment Kapasitesi
M_{vi}	:Kirişin Sol Ucunda Oluşan Plastik Mafsaldaki Kesme Kuvvetinden Dolayı Kolon Yüzünde Meydana Gelen İlave Eğilme Momenti
M_{vj}	: Kirişin Sağ Ucunda Oluşan Plastik Mafsaldaki Kesme Kuvvetinden Dolayı Kolon Yüzünde Meydana Gelen İlave Eğilme Momenti
n	:Hareketli Yük Katılım Katsayısı
N_{bp}	:Eksenel Basınç Kapasitesi
$N_{çp}$	:Eksenel Çekme Kapasitesi
N_d	:Düşey Yükler ve Deprem Yüklerinin Ortak Etkisi Altında Hesaplanan Eksenel Kuvvet
P_r	: Rüzgar Dış Basıncı (Rüzgar Yükü Hesabı)
P_{ko}	: Kar Yükü Değeri
q	: Referans Rüzgar Basıncı (Rüzgar Yükü Hesabı)
q_i	:Binanın i'inci Katındaki Toplam Hareketli Yük
Q	:Hareketli yük simgesi
Q_i	: İkinci Mertebe Göstergesi Değeri
R	:Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
$R_a(T)$	:Deprem Yükü Azaltma Katsayısı
$S(T)$	:Spektrum Katsayısı
$S_{ae}(T)$	: Elastik Spektral İvme
t	: Profil Başlık Kalınlığı
t_w	: Profil Gövde Kalınlığı
T	:Bina Doğal Titreşim Periyodu [s]
T_1	:Binanın Birinci Doğal Titreşim Periyodu [s]
T_A, T_B	:Spektrum Karakteristik Periyotları [s]
T_m, T_n	:Binanın m'inci ve n'inci Doğal Titreşim Periyotları [s]
V	: Tahmini Rüzgar Hızı (Rüzgar Yükü Hesabı)
V_d	:Düşey Yükler ve Deprem Yüklerinin Ortak Etkisi Altında Hesaplanan Kesme Kuvveti
V_{dy}	:Kirişin Kolona Birleşen Yüzünde Düşey Yüklerden Meydana Gelen Basit Kiriş Kesme Kuvveti
V_e	:Kolon-Kiriş Birleşim Bölgesinin Gerekli Kesme Dayanımı
V_i	:Gözönüne Alınan Deprem Doğrultusunda Binanın i'inci Katına Etki Eden Kat Kesme Kuvveti
V_{ke}	:Kayma Bölgesinin Gerekli Kesme Dayanımı
V_p	:Kesme Kuvveti Kapasitesi
V_{pn}	:İndirgenmiş Kesme Kuvveti Kapasitesi
V_t	:Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi'nde Hesaplanan Binaya Etkiyen Toplam Deprem Yükü (Taban Kesme Kuvveti)

w_i	: İ'inci Kat Ağırlığı (Deprem Yüğü Hesabı)
W	:Binanın, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı
W_p	: Plastik Mukavemet Momenti
β	:Mod Birleştirme Yöntemi ile Hesaplanan Büyüklüklerin Alt Sınırlarının Belirlenmesi İçin Kullanılan Katsayı
Δ_i	:Binanın i'inci Katındaki Azaltılmış Göreli Kat Ötelemesi
$(\Delta_i)_{ort}$	:Binanın i'inci Katındaki Ortalama Azaltılmış Göreli Kat Ötelemesi
δ_i	:Binanın i'inci Katındaki Etkin Göreli Kat Ötelemesi
$(\delta_i)_{max}$	:Binanın i'inci Katındaki Maksimum etkin Göreli Kat Ötelemesi
η_{bi}	:i'inci Katta Tanımlanan Burulma Düzensizliği Katsayısı
η_{ci}	:i'inci katta Tanımlanan Dayanım Düzensizliği Katsayısı
η_{ki}	:i'inci Katta Tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı
Ω_o	: Deprem Yüğü Büyütme Katsayısı
γ	: Poisso Oranı
λ_p	: Plastik Narinlik Sınırı
σ_a	:Yapı Çeliğinin Akma Gerilmesi
σ_{bem}	:Elemanın Narinliğine Bağlı Basınç Emniyet Gerilmesi
σ_{em}	:Emniyet Gerilmesi
α_t	: Lineer Sıcaklık Geçirgenlik Katsayısı

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1: Zati Kar yükü (P_{ko}) Değerleri kN/m ²	13
Çizelge 2.2: Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R)	19
Çizelge 3.1 : X Yönü % 0 Dışmerkezlik Etkili Deprem İçin Burulma Kontrolü.....	24
Çizelge 3.2 : X Yönü % ± 5 Dışmerkezlik Etkili Deprem İçin Burulma Kontrolü....	25
Çizelge 3.3 : Y Yönü % 0 Dışmerkezlik Etkili Deprem İçin Burulma Kontrolü.....	26
Çizelge 3.4 : Y Yönü % ± 5 Dışmerkezlik Etkili Deprem İçin Burulma Kontrolü....	27
Çizelge 3.5 : X Yönü % 0 Dışmerkezlik Etkili Deprem İçin Yumuşak Kat Kontrolü	30
Çizelge 3.6 : X Yönü % ± 5 Dışmerkezlik Etkili Deprem İçin Yumuşak Kat Kontrolü	31
Çizelge 3.7 : Y Yönü % 0 Dışmerkezlik Etkili Deprem İçin Yumuşak Kat Kontrolü	32
Çizelge 3.8 : Y Yönü % ± 5 Dışmerkezlik Etkili Deprem İçin Yumuşak Kat Kontrolü	33
Çizelge 4.1 : Bulon Emniyet Gerilmeleri	35
Çizelge 4.2 : Kaynak Emniyet Gerilmeleri.....	36
Çizelge 5.1 : 2007 Yönetmeliğine Göre Yükleme Kombinasyonları.....	48
Çizelge 5.2 : Kat Ağırlıkları	51
Çizelge 5.3 : Modal Analiz Sonucu Elde Edilen Taban Kesme Kuvvetleri.....	53
Çizelge 5.4 : Sistemin Doğal Titreşim Periyodları İçerisindeki Kütle Katılım Oranları	54
Çizelge 6.1 : Görelî Kat Ötelenmeleri Kontrolü.....	56
Çizelge 6.2 : İkinci Mertebe Etkileri Kontrolü.....	58
Çizelge 6.3 : Ω_o Büyütme Katsayıları	60
Çizelge 6.4 : Enkesit Koşulları	61
Çizelge 6.6 : W14x665 Kesitli Kolonlar İçin Kompaklık Kontrolü.....	66
Çizelge 6.7 : W14x730 Kesitli Kolonlarda Oluşan Normal Kuvvetler	71
Çizelge 6.8 : W14x665 Kesitli Kolonlarda Oluşan Normal Kuvvetler	71
Çizelge 6.9 : W14x730 Kesitli Kolonlar İçin Gerilme Kontrolü.....	72
Çizelge 6.10 : W14x665 Kesitli Kolonlar İçin Gerilme Kontrolü.....	72
Çizelge 6.11 : D_a Arttırma Katsayıları	74
Çizelge 6.12 : 44. Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü	78
Çizelge 6.13 : 5. Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü	79
Çizelge 6.14 : W14x730 – W36x230 birleşim detayları sınır değerleri.....	97
Çizelge 6.15 : W14x665 – W24x104 birleşim detayları sınır değerleri.....	101
Çizelge 6.16 : Yapı elemanları metraj değerleri.....	117
Çizelge A.1 : Altıncı Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü	125
Çizelge A.2 : Yedinci Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü.....	126
Çizelge A.3 : Sekizinci Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü	127
Çizelge A.4 : Dokuzuncu Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü.....	128
Çizelge A.5 : Onuncu Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü.....	129

Çizelge A.6 : On Birinci Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü	130
Çizelge A.7 : On İkinci Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü	131
Çizelge A.8 : On Üçüncü Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü	132
Çizelge A.9 : On Dördüncü Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü	133
Çizelge A.10 : On Beşinci Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü	134
Çizelge A.11 : On Altıncı Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü	135
Çizelge A.12 : On Yedinci Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü.....	136
Çizelge A.13 : On Sekizinci Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü.....	137
Çizelge A.14 : On Dokuzuncu Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü.....	138
Çizelge A.15 : Yirminci Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü	139
Çizelge A.16 : Yirmi Birinci Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü.....	140
Çizelge A.17 : Yirmi İkinci Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü	141
Çizelge A.18 : Yirmi Üçüncü Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü	142
Çizelge A.19 : Yirmi Dördüncü Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü...	143
Çizelge A.20 : Yirmi Beşinci Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü.....	144
Çizelge A.21 : Yirmi Altıncı Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü.....	145
Çizelge A.22 : Yirmi Yedinci Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü	146
Çizelge A.23 : Yirmi Sekizinci Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü....	147
Çizelge A.24 : Yirmi Dokuzuncu Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü	148
Çizelge A.25 : Otuzuncu Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü.....	149
Çizelge A.26 : Otuz Birinci Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü	150
Çizelge A.27 : Otuz İkinci Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü	151
Çizelge A.28 : Otuz Üçüncü Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü	152
Çizelge A.29 : Otuz Dördüncü Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü.....	153
Çizelge A.30 : Otuz Beşinci Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü.....	154
Çizelge A.31 : Otuz Altıncı Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü	155
Çizelge A.32 : Otuz Yedinci Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü.....	156
Çizelge A.33 : Otuz Sekizinci Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü.....	157
Çizelge A.34 : Otuz Dokuzuncu Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü ..	158
Çizelge A.35 : Kırkıncı Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü	159
Çizelge A.36 : Kırk Birinci Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü.....	160
Çizelge A.37 : Kırk İkinci Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü.....	161
Çizelge A.38 : Kırk Üçüncü Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü.....	162

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Çok Katlı Yüksek Yapı Genel Kapsamı.....	3
Şekil 1.2 : Kesme Kuvvetinin Bina Üzerindeki Etkileri	4
Şekil 1.3 : Eğilme Momentlerinin Bina Üzerindeki Etkileri	4
Şekil 1.4 : Kesme Kuvvetini Karşılacak Yapı Elemanları	5
Şekil 1.5 : Yapının 3 Boyutlu Bilgisayar Modeli	7
Şekil 1.6 : Normal Katlar Tip Kalıp Planı	8
Şekil 1.7 : 1. Bodrum Kat Kalıp Planı	8
Şekil 1.8 : 2. Bodrum Kat Kalıp Planı	9
Şekil 1.9 : 3. ve 4. Bodrum Katlar Kalıp Planı	10
Şekil 2.1 : Etkilenme Faktörü (C_e) Grafiği	16
Şekil 2.2 : Basınç Katsayısı (C_p) Grafiği	17
Şekil 4.1 : Trapez Eleman Kesit Özellikleri	37
Şekil 4.2 : Kompozit Sistem Kesit Özellikleri	37
Şekil 4.3 : Kompozit Sistem Genel Kesiti	42
Şekil 4.4 : Kesit Etkileri Dağıtım Yöntemi	42
Şekil 4.5 : Kesit Etkileri Dağıtım Yöntemi	45
Şekil 5.1 : Çelik Eleman Kesitleri	49
Şekil 5.2 : Z_1 , $R=7$ Değerleri için $S(T) - T$ Grafiği	52
Şekil 6.1 : W14x730 Kesit Özellikleri.....	62
Şekil 6.2 : W14x665 Kesit Özellikleri.....	65
Şekil 6.3 : W24x104 Kesit Özellikleri.....	67
Şekil 6.4 : W36x230 Kesit Özellikleri.....	68
Şekil 6.5 : Deprem doğrultusuna göre düğüm noktasındaki eğilme kapasiteleri	74
Şekil 6.6 : 44. Kat 336 Nolu Düğüm Noktası X yönü Şematik Birleşimi	74
Şekil 6.7 : 44. Kat 336 Nolu Düğüm Noktası Y yönü Şematik Birleşimi	75
Şekil 6.8 : W24x104 Kesit Özellikleri.....	87
Şekil 6.9 : W36x230 Kesit Özellikleri.....	88
Şekil 6.10 : Kayma Bölgesi	92
Şekil 6.11 : Kolon Gövde Takviye Levhaları	93
Şekil 6.12 : Takviyeli Alın Levhalı Birleşim	96
Şekil 6.13 : Takviyeli Alın Levhalı Birleşimi Tasarım Parametreleri	97
Şekil 6.14 : Sünekli Düzeyi Yüksek Perdelerde Enkesit Ve Donatı Koşulları	109
Şekil 6.15 : Çelik Kolonların Betonarme Elemanlar İçerisine Yerleştiriliş Detayı.	110
Şekil 6.16 : Betonarme Kolon Bağlantısı İçin Hazırlanmış Çelik Kolon Detayı	111
Şekil 6.17 : Merkezlilik Parçası Detayları.....	115
Şekil 6.18 : Taban Levhası Detayları	116
Şekil 6.19 : Çelik Kiriş Betonarme Eleman Bağlantı Görünüşleri.....	117

ÇOK KATLI KOMPOZİT BİR YAPININ DÜŞEY VE YATAY YÜKLER ALTINDA İRDELENMESİ

ÖZET

Sunulan bu çalışmada geometrisi bakımından alışıl gelmiş yapıların dışında olan, süneklik düzeyi yüksek çelik taşıyıcı sistemine ek olarak merkezinde süneklik düzeyi yüksek betonarme perdelerden yapılmış taşıyıcı bir çekirdek bulunan bir yapının TS648'e göre alınan düşey yükler ve NBCC (National Building Code of Canada) şartnamesine göre alınan rüzgar yükleri altında boyutlandırılması irdelenmiştir. Ayrıca yapıya Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik'te belirtilen eşdeğer deprem yükü ve mod birleştirme yöntemleri ile hesaplanan deprem yükleri etki ettirilerek yapının dayanım özelliklerinin şartnamede verilen sınırlar içerisinde olup olmadığı kontrol edilmiştir. Yapılan bu boyutlandırma ve kontrollere ek olarak yapıda taşıyıcı olarak görev yapan tüm elemanların süneklik düzeyi yüksek bir yapı oluşturabilmeleri için sahip olmaları gereken ve Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik'te belirtilmiş olan kesit özelliklerine sahip olup olmadıkları da kontrol edilmiştir.

Yapı, dört bodrum, bir zemin, otuz dokuz normal ve bir çatı katından oluşan toplam kırk beş katlı bir yapıdır. Kat yükseklikleri çatı katı hariç bütün katlarda 4.00 m olarak çatı katında ise 6.00 m olarak tasarlanmıştır. Deprem yükleri bodrum katlarda süneklik düzeyi yüksek betonarme çerçeveler ve süneklik düzeyi yüksek betonarme perdeler ile beraber, diğer katlarda ise süneklik düzeyi yüksek çelik çerçeveler ve süneklik düzeyi yüksek betonarme perdelerden oluşan çekirdek sistem tarafından taşınmaktadır. Normal katlarda yapının betonarme çekirdek kısmından 21.20 m eninde 26.20 m boyunda taşıyıcı sistemi çelik olan üç adet çıkıntı bulunmaktadır. Döşeme sistemi olarak kompozit döşeme sistemi kullanılmıştır. Dolayısıyla, döşemenin üzerine oturduğu talı kirişler kompozit kiriş olarak boyutlandırılmıştır.

EXAMINE OF A MULTI STOREY BUILDING UNDER HORIZONTAL AND VERTICAL LOADS

SUMMARY

In this thesis, a multi storey building, which has an unusual architectural plan, was examined. The examined building has a reinforced concrete core in addition to its structural steel system. TS 648 (for vertical load values) and National Building Code of Canada (for wind load value) were used to determine magnitudes of effecting forces on the building. NBCC regulations was preferred for wind force because of its detailed analysis depend on the structures geometry, dimensions, damping ratio, rigidity and etc.

For earthquake force acting on structure two different calculation method were used; Modal Analysis method and Equivalent Static Analysis method are calculated separately and design was made according to worst senario. In addition to these analysis all necessary controls were made to have a structure which has a high energy absorption capacity.

The structure has fortyfive stories; four basement, one enterance, thirtnine regular stories and one roof. All stories except roof storey are four metes height, roof storey is six meters height. For the floor system composite members are designed to create an economical solution. All structural members's and connections's ductility properties are checked to bring to the structure a high level of energy absorbtion capability. Basement stories are also designed according to the Turkish Earthquake Regulation to support structure's energy absorption level.

1. GİRİŞ

1.1 Konunun Genel Tanımı

Mısır’da bulunan piramitler, Tikal, Guatemala ve Kutab Minar’daki maya tapınakları insanların eskiden beri sahip olduğu yüksek yapılar inşa etme tutkusunu ortaya koyan örneklerden sadece birkaçıdır. Eski yüksek yapılar genelde iç hacimleri az olan kütleli yapılar olmalarına karşın zaman içerisinde değişen ihtiyaçlar insanları kullanılabilir iç hacimleri fazla, çok katlı yüksek yapılar yapmaya yöneltmiştir.

Kütleli yapılar yapmak ile geniş iç hacimli yapılar inşa etmek arasında stabilite ve mukavemet gibi temel gereklilikler açısından bir fark yoktur sadece kullanılan malzemeler ve inşa metotları farklılık gösterir. Ancak kütleli yapılarda inşa yöntemleri sayesinde stabilite ve mukavemet sorunları yaşanmazken geniş iç hacimli yapıların dizaynında stabilite ve mukavemet problemlerine ek olarak sismik ve rüzgar kuvvetleri altında yapıda oluşan yanal deplasmanların kontrol altında tutulması ve gene yanal yükler altında üst katlarda oluşabilecek salınımların düzeyinin oturanları rahatsız etmeyecek mertebelerde tutulmasının sağlanması gibi sorunlarla karşılaşabilmektedir.

Çok katlı yüksek binaların gelişimi genel itibari ile ilk olarak metropoller ve ekonomik önemi yüksek olan şehirlerde başlamıştır. Bu tip yerleşim yerlerindeki çok katlı yapılara duyulan ihtiyaç inşaat alanındaki gelişmeleri, yeni tasarımlar yapılması ve yapısal sistemlerin bu ihtiyacı ekonomik bir şekilde tatmin etmesi doğrultusunda tetiklemiştir.

Kat sayısının artması yapısal sistemlerde yeni ve farklı fikirlerin doğmasına ve farklı uygulamaların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Sadece yapısal sistemler değil kullanılan malzemeler de bu ihtiyaçlar doğrultusunda yenilik kazanmıştır. Mimari isteklerin en güvenli ve ekonomik şekilde karşılanabilmesi ancak doğru yapı malzemelerinin doğru yapısal sistemlerle birleşmesi ile mümkündür.

Yüksek yapılarda ekonomik çözüm yapı malzemesi olarak bazı hallerde çeliğin bazı hallerde ise betonarmenin seçimiyle mümkün olabilir. Az katlı alçak yapılarda

eleman kesitlerinin belirlenmesinde düşey yükler baskın rol oynarken kat sayısı fazlalaşıp yapı yüksekliği arttıkça yatay yüklerin yapı üzerindeki etkisi belirginleşir. Çok katlı bir yapı tasarımında etkisi belirgin hale gelen deprem yükleri bina kütlesi ile doğru orantılı olarak artmaktadır. Betonarmeye kıyasla daha hafif yapılar yapılabilmesine olanak sağlayan çelik malzeme karakteri gereği deprem ve benzeri dinamik etkilerin baskın olduğu yapılarda, büyük açıklıkların geçilmesi gereken yapısal sistemlerde ve yapı imalatının hızlı olması gereken projelerde daha iyi sonuçlar vermektedir. Ayrıca sünek bir yapıya sahip olan yapısal çelik geniş şekil değiştirme sığası sayesinde büyük bir enerji yutumu sağlamakta ve dinamik etkiler altında yapısal sistemde oluşabilecek hasarları minimize etmektedir.

1994 de meydana gelen Northridge ve 1995 de gelen Hyogo-ken Nanbu (Kobe) depremleri sonrasında, sünek çelik yapılarda, enerji yutma kapasitesinin yüksekliğinin gözlenmiş olması ile çelik malzemenin ve süneklik kavramının yapıda önemi daha da artmıştır. Yapılan deneyler sonucunda, deprem yükleri altında, süneklik düzeyi yüksek yapıların süneklik düzeyi normal yapılara oranla daha yüksek enerji yutma kapasiteleri olduğu görülmüş ve deprem yükleri altında daha küçük kuvvetlere maruz kaldığı gözlenmiştir.

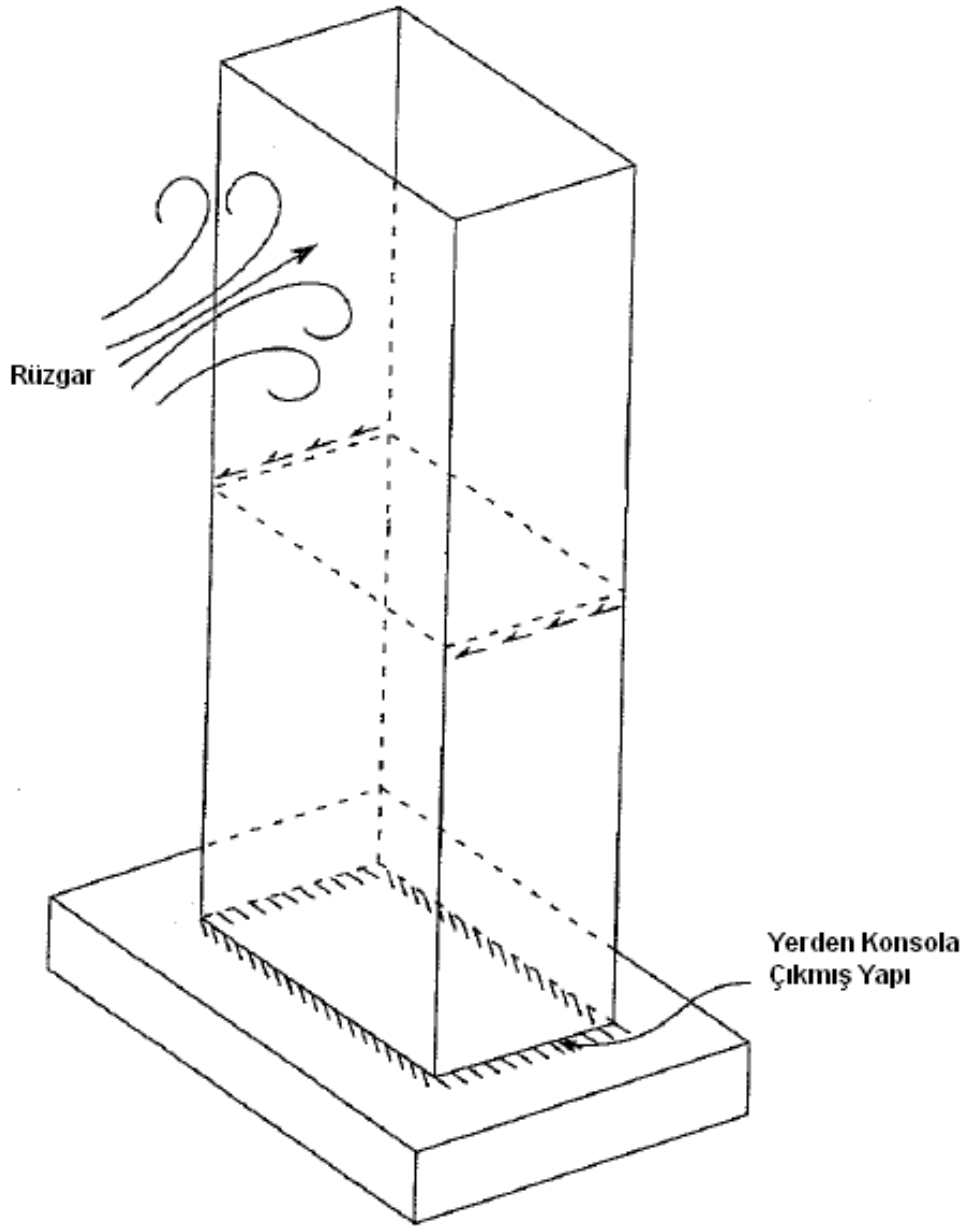
Ancak artan sıcaklıklarda mukavemet kaybının yaşanması, zaman içerisinde paslanma ve yorulmaya karşı bakım gerektirmesi yapısal çeliğin yapı maliyetini yükselten olumsuz yanlarını oluşturmaktadır. Çeliğin ve betonun birlikte kullanılması ile elde edilen kompozit yapı her iki malzemenin de üstünlüklerinden yararlanmakta ve bazı yapısal sorunlara ekonomik çözümler sunmaktadır. Ülkemizde yaygın olarak döşeme sistemlerinde kullanılan kompozit elemanlar bazı sıra dışı yapılarda taşıyıcı eleman olarak ta kullanılmaktadır.

Çelik ve kompozit malzemeler, süneklik düzeyleri yüksek olduğundan dış yükler altında yapı elemanları elastik bölgeyi aştıklarında, sistemdeki zorların yeniden dağılımına izin vermekte ve yapı üzerinde artan yükler altında plastik mafsallar oluşmasını sağlamaktadır. Bu plastik mafsal oluşumu yapısal sistem labil hale gelene kadar sürmekte ve bu süreç sırasında dış yüklerden binaya aktarılan enerjinin büyük bir kısmı oluşan mafsallarca yutulmaktadır.

Yapı yüksekliği arttıkça dinamik etkiler altında gerekli sünek davranışı gösterebilen, ekonomik, uzun ömürlü, imalatı, kontrolü ve bakımı kolay malzemeyi belirlemek, bu malzeme ile doğru yapısal tasarımı yapmak gerekmektedir.

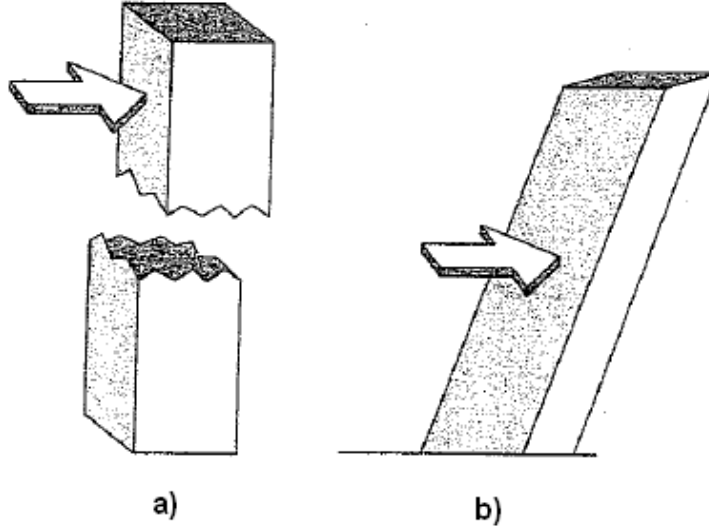
1.1.1 Çok katlı yüksek bina kavramı

Çok katlı yüksek binaları en basit şekliyle yere saplanmış konsol kirişler olarak tasvir edebiliriz (şekil 1.1). Rüzgar ya da yer hareketleri sonucu yapı üzerinde oluşan yanal kuvvetler yapıyı kesme kuvvetleri ile kırılma, eğilme momentleri ile devrilme yönünde zorlarlar.

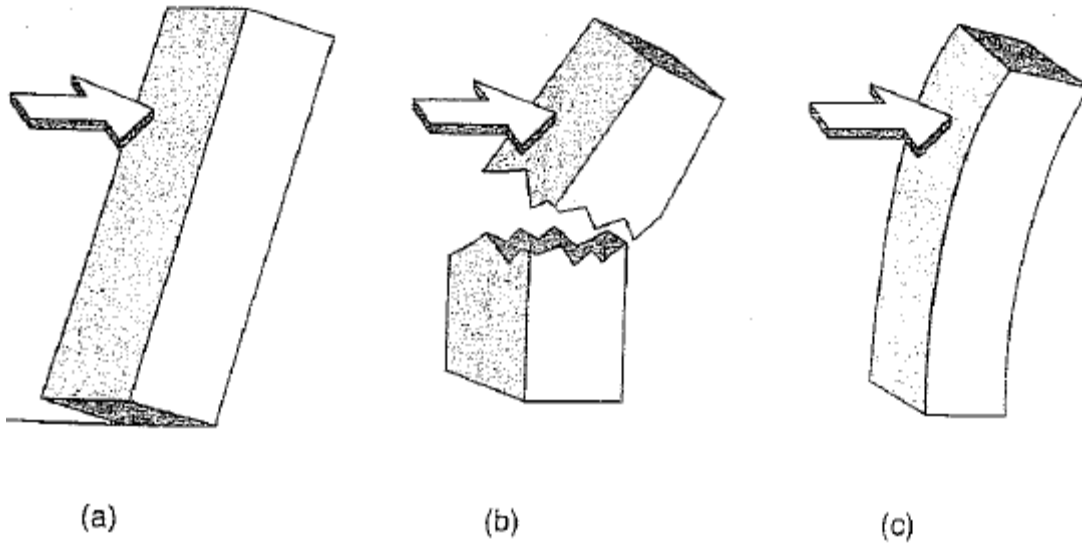


şekil 1.1 : Çok Katlı Yüksek Yapı Genel Kapsamı

Çok katlı yapılar, üzerlerinde oluşacak kesme kuvvetleri altında kırılmayacak (Şekil 1.2a) ya da belirli değerlerin üzerinde deplase olmayacak (Şekil 1.2b) şekilde dizayn edilmelidirler. Ayrıca yanal kuvvetler sonucu binada oluşan eğilme momentleri binada devrilmeye (Şekil 1.3a), taşıyıcı elemanlarda çekme ya da basınca bağlı kırılmaya (Şekil 1.3b) ya da eğilmeden dolayı aşırı deplasmana (Şekil 1.3c) neden olamamalıdır.

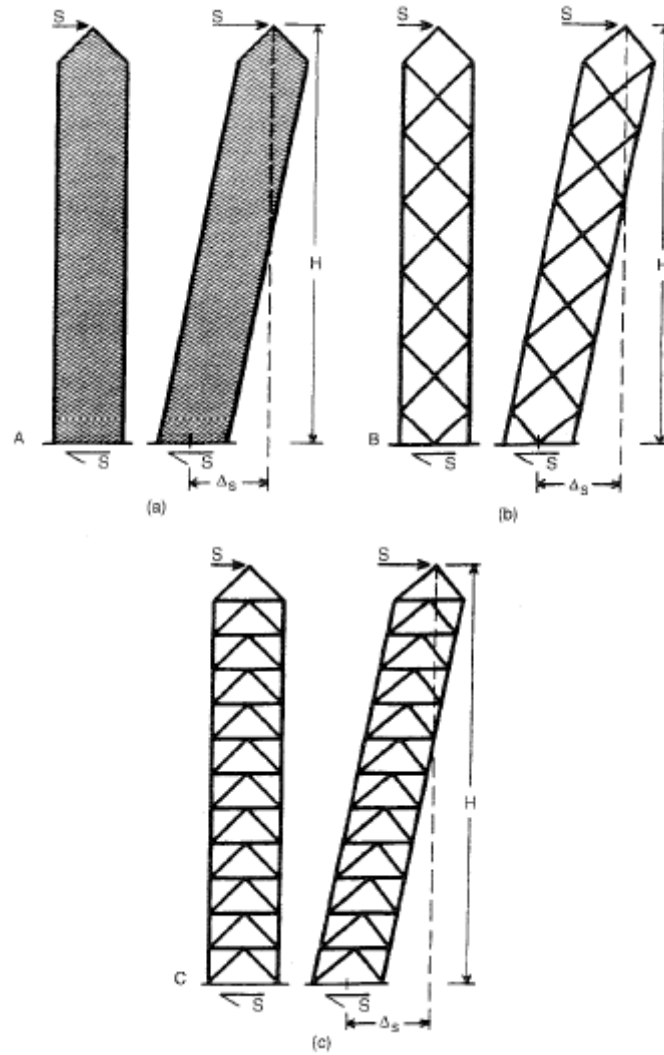


Şekil 1.2 : Kesme Kuvvetinin Bina Üzerindeki Etkileri [1]



Şekil 1.3 : Eğilme Momentlerinin Bina Üzerindeki Etkileri [1]

Yapıda kesme kuvvetlerini karşılayacak elemanlar arasında bir sınıflandırma yapılmak istenirse betonarme perde duvarlar gibi boşluksuz sürekli yapı elemanları (Şekil 1.4a) kesme kuvvetlerini karşılayacak maksimum kesit alanına sahip olmaları nedeniyle ilk sırada yer alırlar. Kesme kuvveti dayanımı bakımından ikinci en dayanıklı sistem ise kolonlar arasına 45^0 açı ile örülmüş çaprazlı sistemdir (Şekil 1.4b). Bu sistemde çaprazların sürekliliği yapıya etkiyen yanal yükün kolonlara kesme kuvveti olarak değil de zemine kadar çapraz elemanları üzerinde normal kuvvet olarak aktarılmasını sağlarken çaprazların açısının 45^0 olması gelen kuvvetin elemanlar arasında eşit olarak paylaşılmasını sağlamaktadır. Dayanımı bakımından üçüncü sırada bulunan sistem çapraz ve yatay elemanların birlikte kullanıldığı çaprazlı sistemdir (Şekil 1.4c). Bu sistem ikinci sıradaki sisteme göre daha fazla malzeme kullanımı gerektirmesine karşın kullanılan yatay elemanların aynı zamanda katlarda döşeme kirişi olarak da işlev görmesinden daha fazla tercih edilmektedir.



Şekil 1.4 : Kesme Kuvvetini Karşılayacak Yapı Elemanları [1]

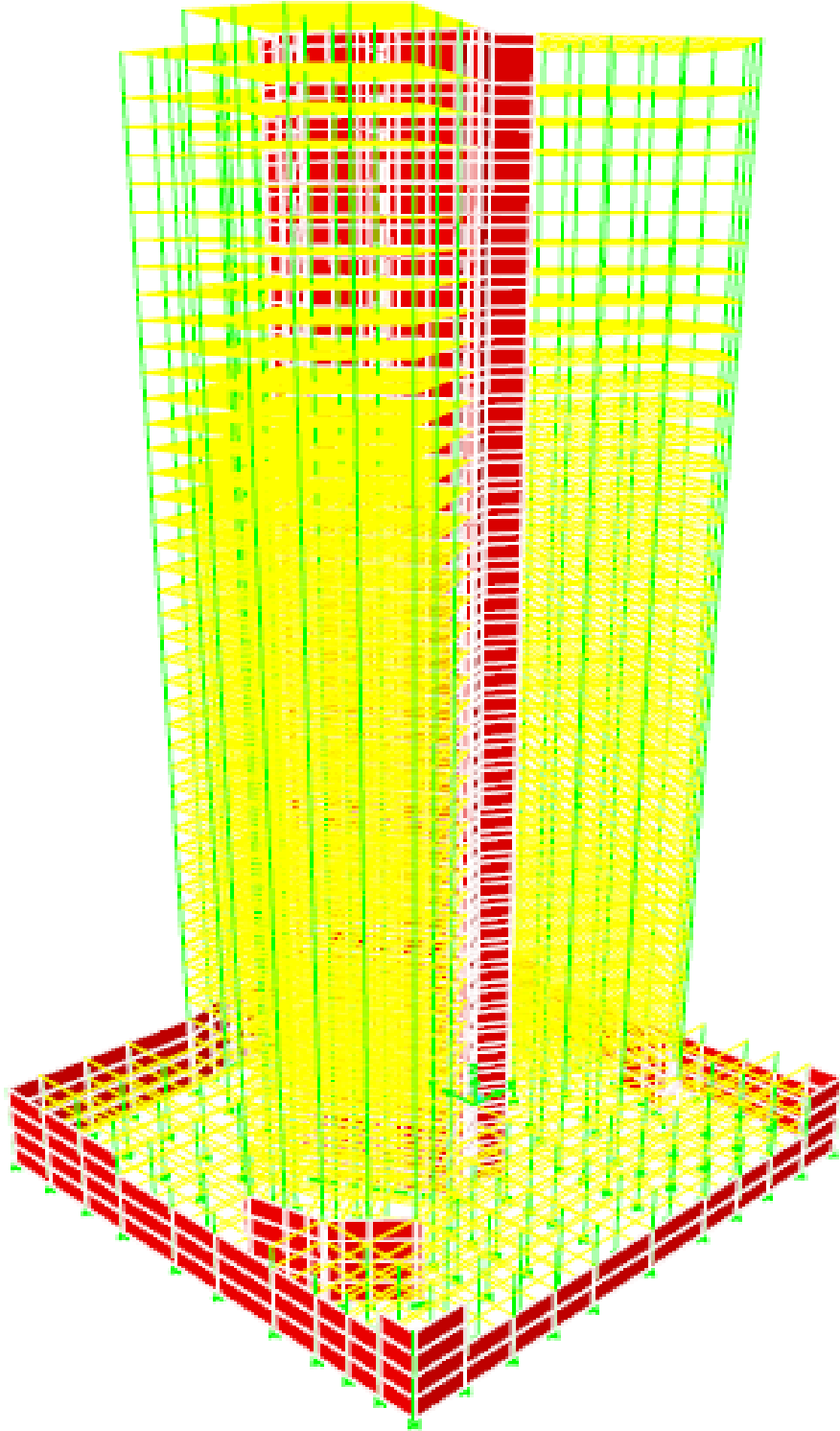
1.2 İçerik

Hazırlanan bu çalışmada yukarıda belirtilen durumlara uyan bir örnek ele alınmıştır. Geometrisi bakımından alışıl gelmişin dışında çok katlı bir yapının yatay taşıyıcı sistemi elik çerçevelerin betonarme perdeler ile beraber kullanılması durumu ele alınarak yapı statik ve ekonomik açılardan irdelenmiştir.

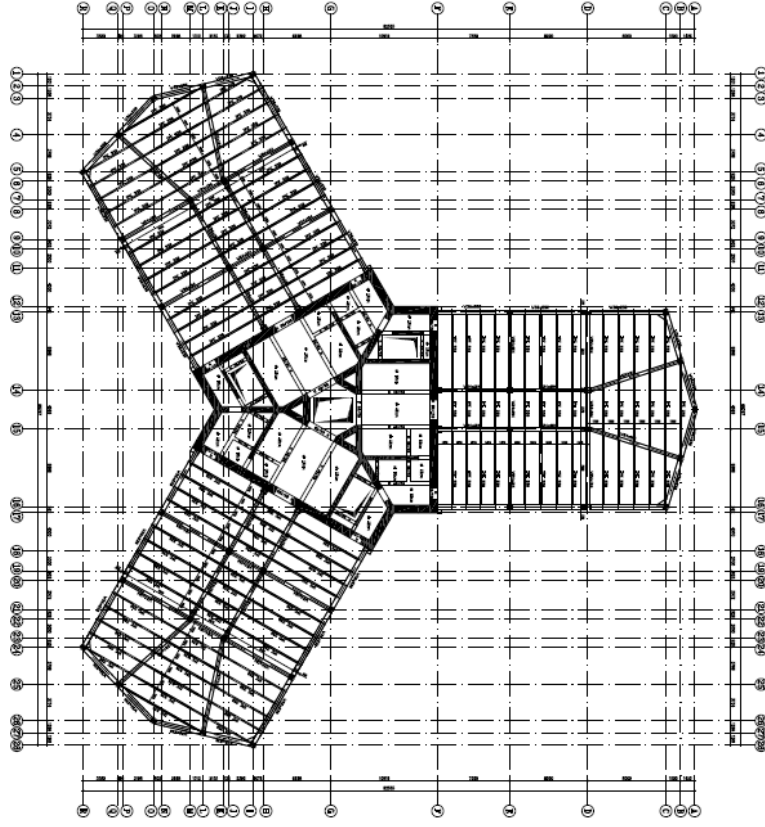
1.3 Statik Sistem zellikleri

Sunulan bu çalışmada geometrisi bakımından alışıl gelmiş yapıların dışında olan, betonarme perdelerden oluşan bir çekirdeğe sahip elik bir yapı TS648'e göre alınan dışey yükler ve NBCC (National Building Code of Canada) şartnamesine göre alınan rüzgar yükleri altında boyutlandırılmıştır. Ayrıca yapıya Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik'te belirtilen eşdeğer deprem yükü ve mod birleştirme yöntemleri ile hesaplanan deprem yükleri etki ettirilerek yapının dayanım özelliklerinin şartnamede verilen sınırlar içerisinde olup olmadığı kontrol edilmiştir.

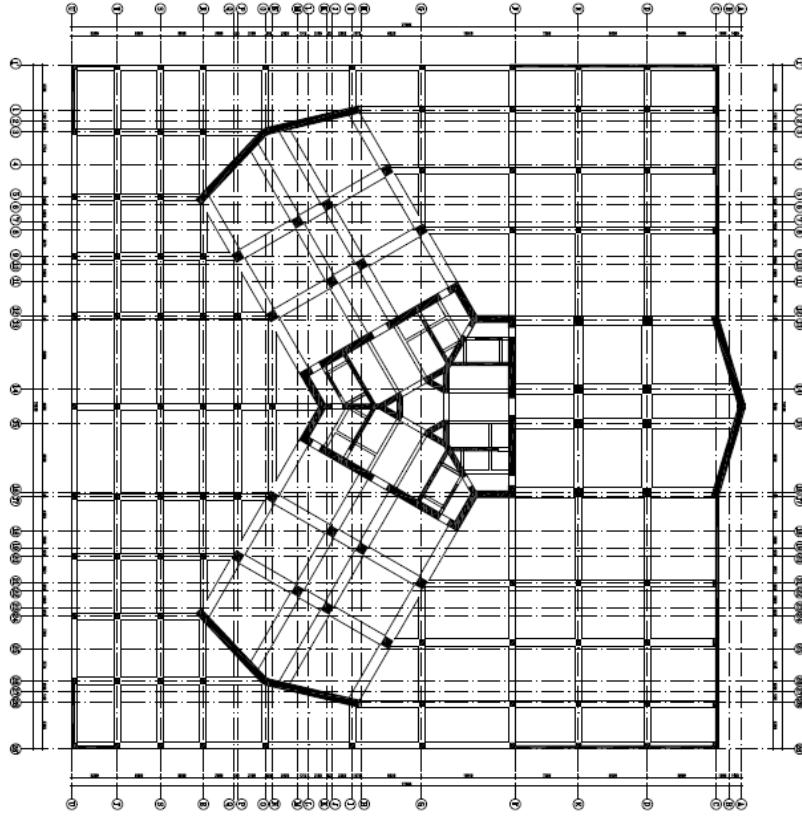
Yapı, dört bodrum, bir zemin, otuz dokuz normal ve bir çatı katından oluşan toplam kırk beş katlı bir yapıdır. Kat yükseklikleri çatı katı hariç bütün katlarda 4.00 m olarak çatı katında ise 6.00 m olarak tasarlanmıştır. Deprem yükleri bodrum katlarda süneklik düzeyi yüksek betonarme çerçeveler ve süneklik düzeyi yüksek betonarme perdeler ile beraber, diğer katlarda ise süneklik düzeyi yüksek elik çerçeveler ve süneklik düzeyi yüksek betonarme perdelerden oluşan çekirdek sistem tarafından taşınmaktadır (şekil 1.5). Normal katlara ait kalıp planında da görüldüğü gibi (şekil 1.6) yapının betonarme çekirdek kısmından 21.20 m eninde 26.20 m boyunda taşıyıcı sistemi elik olan üç adet çıkıntı bulunmaktadır. Döşeme sistemi olarak kompozit döşeme sistemi kullanılmıştır. Dolayısıyla, döşemenin üzerine oturduğu tali kirişler kompozit kiriş olarak boyutlandırılmıştır.



Şekil 1.5 : Yapının 3 Boyutlu Bilgisayar Modeli

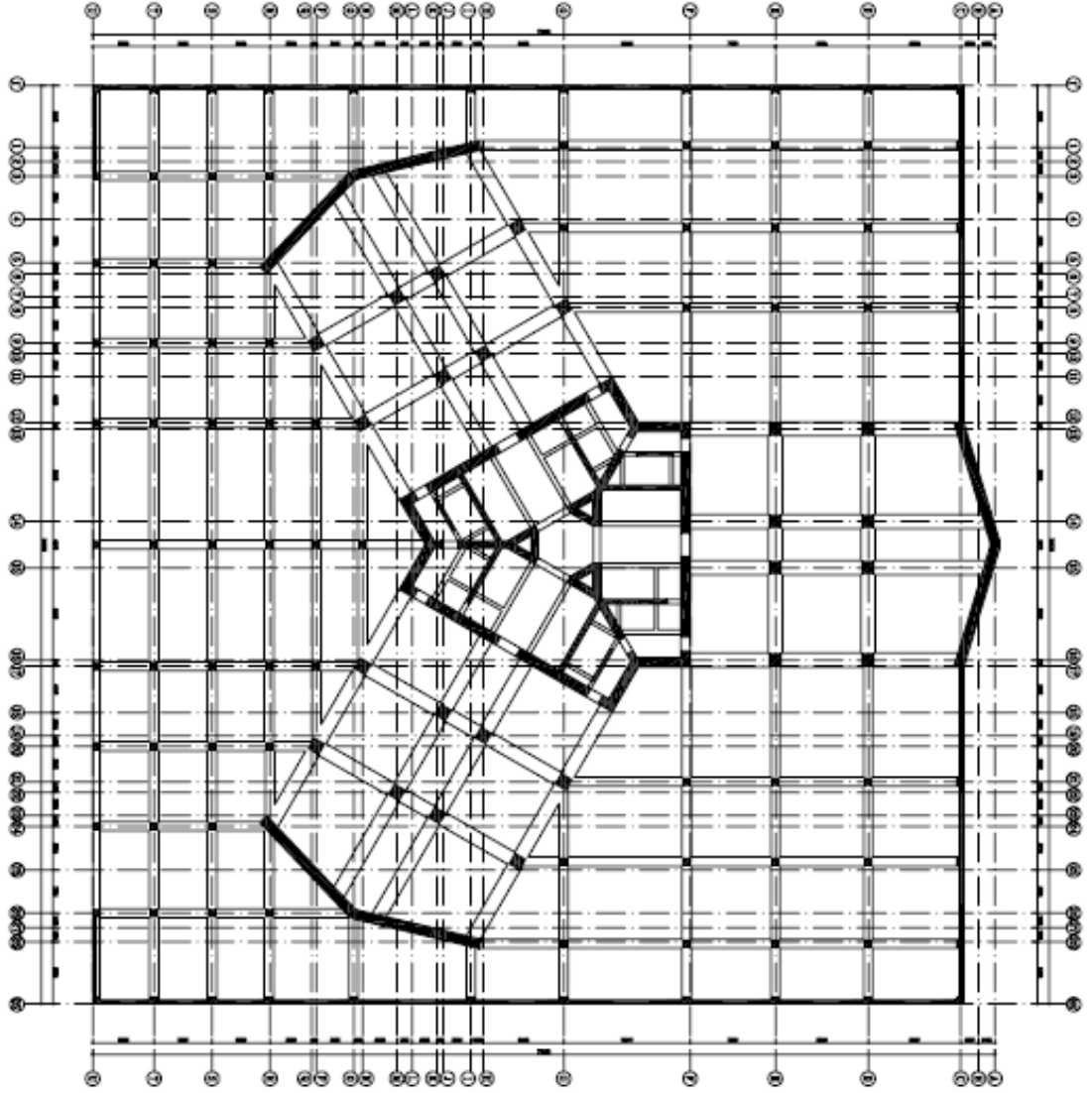


Şekil 1.6 : Normal Katlar Tip Kalıp Planı

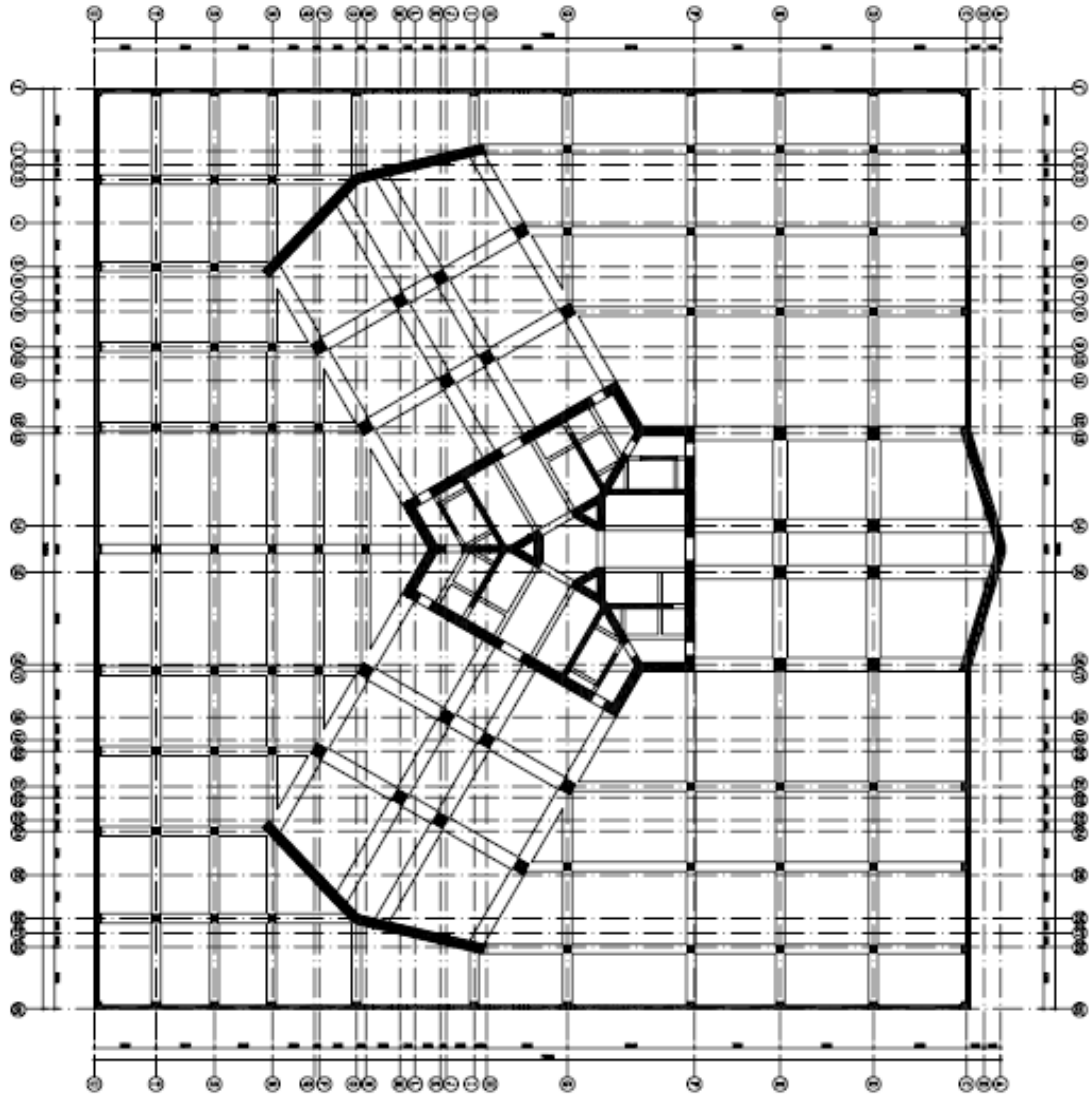


Şekil 1.7 : 1. Bodrum Kat Kalıp Planı

Yapıda bodrum katlara gelindiğinde üst katlarda kullanılan çelik elemanlar betonarme elemanlara ankastre şekilde bağlanmaktadır. Yatay ve düşey taşıyıcı elemanların tümünün betonarme olarak tasarlandığı bodrum katların dış cephelerine arazinin eğiminden dolayı betonarme toprak perdeleri yerleştirilmiştir. Bu toprak perdeleri birinci ve ikinci bodrum katlarda yapı kenarlarında parçalı olarak bulunmakta iken alt katlara inildikçe yapının tüm dış cephelerini kaplamaktadır.



Şekil 1.8 : 2. Bodrum Kat Kalıp Planı



Şekil 1.9 : 3. ve 4. Bodrum Katlar Kalıp Planı

2. YAPI YÜK ANALİZİ

2.1 Zati ve Hareketli Yükler

Zati yüklerde kaplama ve sıva, asma tavan ve bölme duvar yükleri aşağıda verilmiştir. ETABS programında tanımlanan tüm taşıyıcı sistem elemanlarının, zati ağırlıkları program tarafından hesaba katılmaktadır.

Hareketli yüklerin seçiminde ise yapının kullanım amacı göz önünde bulundurulur, [2]. Yapı konut, işyeri ve otel amaçlı kullanılacağı için aşağıdaki analizlerde verilen P değerleri hareketli yük olarak hesaplarda kullanılmıştır.

2.1.1 Bodrum katlar (betonarme plak)

Tesviye Betonu (5 cm).....	$0.05 \times 2.2 = 0.110 \text{ t/m}^2$
Koruma Betonu (5 cm).....	$0.05 \times 2.2 = 0.110 \text{ t/m}^2$
İzolasyon.....	$= 0.010 \text{ t/m}^2$
	$G = 0.230 \text{ t/m}^2$ ¹
	$P = 0.750 \text{ t/m}^2$

2.1.2 Giriş katı – resepsiyon ve depolar (betonarme plak)

Şap + Kaplama (7 cm).....	$0.07 \times 2.2 = 0.154 \text{ t/m}^2$
Bölme Duvarlar.....	$= 0.050 \text{ t/m}^2$
İzolasyon.....	$= 0.010 \text{ t/m}^2$
	$G = 0.214 \text{ t/m}^2$ ¹
	$P = 0.500 \text{ t/m}^2$

¹ - Tüm yapıda eleman zati ağırlıkları ETABS programı tarafından otomatik olarak dikkate alınmıştır.

2.1.3 Konut ve otel odaları (kompozit döşeme)

Şap + Kaplama (7 cm).....	$0.07 \times 2.2 = 0.154 \text{ t/m}^2$	
Bölme Duvarlar.....	$= 0.050 \text{ t/m}^2$	
Asma Tavan.....	$= 0.050 \text{ t/m}^2$	
İzolasyon.....	$= 0.010 \text{ t/m}^2$	
	$G = 0.264 \text{ t/m}^2$	²
	$P = 0.200 \text{ t/m}^2$	

2.1.4 Market ve sosyal tesis katı (kompozit köşeme)

Şap + Kaplama (7 cm).....	$0.07 \times 2.2 = 0.154 \text{ t/m}^2$	
Bölme Duvarlar.....	$= 0.050 \text{ t/m}^2$	
Asma Tavan.....	$= 0.050 \text{ t/m}^2$	
İzolasyon.....	$= 0.010 \text{ t/m}^2$	
	$G = 0.264 \text{ t/m}^2$	²
	$P = 0.500 \text{ t/m}^2$	

2.1.5 Balo ve toplantı salonu katı (kompozit döşeme)

Şap + Kaplama (10 cm).....	$0.10 \times 2.2 = 0.220 \text{ t/m}^2$	
Asma Tavan.....	$= 0.050 \text{ t/m}^2$	
İzolasyon.....	$= 0.010 \text{ t/m}^2$	
	$G = 0.280 \text{ t/m}^2$	²
	$P = 0.750 \text{ t/m}^2$	³

² - Tüm yapıda eleman zati ağırlıkları ETABS programı tarafından otomatik olarak dikkate alınmıştır.

³ - Balo salonu için kesit hesapları yapılırken hareketli yükün dinamik etkisi de göz önünde bulundurulmuş ve hareketli yük değeri kombinasyonlara 1.25 ile çarpılarak sokulmuştur.

2.2 Kar Yüğü

Kar yüğü hesap değeri (P_k) için alınacak yük, kar yağışı artış şartlarına göre değışkenlik gösterir. Kar yüğü (P_{ko}), hareketli yük sınıfına girer. Bunun bağı olduğı etkenler coğrafi ve meteorolojik şartlardır. (Kar yağmayan yerlerde kar yüğü hesap değeri sıfır alınır), [2].

30°'ye kadar eğimli çatılarda kar yüğü hesap değeri (P_k), kar yüğü (P_{ko}) değerine eşit kabul edilir ve çatı alanının plandaki düzgün yayılı yüğü olarak dikkate alınır, [2].

Binanın yapılacağı yer olarak düşünölen İstanbul şehri TS 498'e göre kar yüksekliğı olarak I. bölgede yer almaktadır. Buna bağı olarak hesapta kullanılacak kar yüğü (P_{ko}) değeri, Çizelge 2.1'den alınmıştır.

Çizelge 2.1: Zati Kar yüğü (P_{ko}) Değerleri kN/m² [2]

	1	2	3	4	5
1	Yapı yerinin denizden yüksekliğı	BÖLGELER			
	m	I	II	III	IV
	≤200	0,075	0,075	0,075	0,075
2	300	0,075	0,075	0,075	0,080
	400	0,075	0,075	0,075	0,080
	500	0,075	0,075	0,075	0,085
3	600	0,075	0,075	0,080	0,090
	700	0,075	0,075	0,085	0,095
	800	0,080	0,085	0,125	0,140
4	900	0,080	0,095	0,130	0,150
	1000	0,080	0,105	0,135	0,160
5	>1000	1000 m'ye tekaböl eden değerler, 1500 m'ye kadar %10, 1500 m'den yukarı yüksekliklerde %15 artırılır.			

Yapının denizden yüksekliğinin 200 metreden az ve birinci bölgede bulunduğı kabul edilmiştir.

Buna göre, aşağıda verilen değeri kar yüğü olarak hesaplarda kullanılmıştır.

$$P_{ko} = 0.75 \text{ kN/m}^2 \quad (P_{ko} : \text{Kar Yüğü Değeri})$$

2.3 Rüzgar Yüğü

Yapıya etkitilen rüzgar yüğü 1995 Kanada şartnamesine (National Building Code Of Canada – NBCC 1995) göre aşağıda belirtilen şekilde hesaplanmıştır. Bu şartnamenin seçilmesinin nedeni, Kanada şartnamesinin rüzgar yüğü hesabında binanın ölçülerini, şeklini, rijitliğini, sönüm oranını, binanın bulunduğu arazi yapısını, iklim ve meteorolojik etkenleri ve olasılık teorilerini beraber değerlendirerek analitik bir hesap yöntemi oluşturmastır.

Şartname kapsamında rüzgar yükünü hesaplamak için deneysel ve analitik olarak tanımlanan iki ayrı prosedür önerilmektedir. Bu tez kapsamında analitik prosedür irdelenmiş ve yapıya etkitilen rüzgar yüğü bu prosedüre göre hesaplanmıştır.

2.3.1 Deneysel prosedür

Çok katlı ve narin yapılar için önerilen bu yöntem rüzgar tüneli veya benzer deneysel yöntemler kullanılarak yapının farklı rüzgar kuvvetleri altındaki davranışının belirlenmesine dayanır.

2.3.2 Analitik prosedür

Kısa, orta ve yüksek uzunluktaki yapıların yapısal tasarımlarında ve dış kaplamalarının hesabında kullanılması önerilen bu yöntemde, rüzgar dış basıncı (P_r), referans rüzgar basıncının (q), etkilenme faktörünün (C_e), dinamik tepki faktörünün (C_g) ve basınç katsayısının (C_p) çarpımına eşittir.

$$P_r = q \times C_e \times C_g \times C_p \quad (2.1)$$

2.3.2.1 Referans rüzgar basıncı (q)

Referans rüzgar basıncı, atmosferik etken katsayısının (C) ve tahmini rüzgar hızının (V) karesinin çarpımına eşittir. 10 yılda bir, 30 yılda bir ve 100 yılda bir gerçekleşme olasılılarındaki rüzgar hızlarına göre üç ayrı kategoride değerlendirilir. 10 yılda bir olma olasılığı bulunan rüzgar hızı değeri dış kaplamaların tasarımında, 30 yılda bir olma olasılığı bulunan rüzgar hızı değeri otel, konut, işyeri gibi yapıların tasarımında ve 100 yılda bir olma olasılığı bulunan rüzgar hızı değeri ise afet sonrası birinci derece önem taşıyan hastane, yangın istasyonu gibi yapıların tasarımlarında kullanılmaktadır.

$$q = C \times V^2 \quad (2.2)$$

C atmosfer basıncı ve hava sıcaklığına bağlı bir çarpandır. Yapıya etkiyen rüzgar yükü hesaplanırken 650×10^{-6} olarak alınmıştır.

Yapıya etkiyen ve 30 yılda bir gerçekleşme olasılığı bulunan rüzgar hızı ortalama değeri 24 m/s (54 mph) olarak alınmıştır.

Yapıya etkiyen toplam referans rüzgar basıncı değeri 0.37 kPa (7.72 psf) olarak hesaplanmaktadır.

2.3.2.2 Etkilenme faktörü (C_e)

Yapıya etkiyen rüzgar yükünü hesaplarken yapının bulunduğu arazi ve çevre koşullarının etkisini ifade eden bu faktörde yapılar üç ana grupta toplanmışlardır.

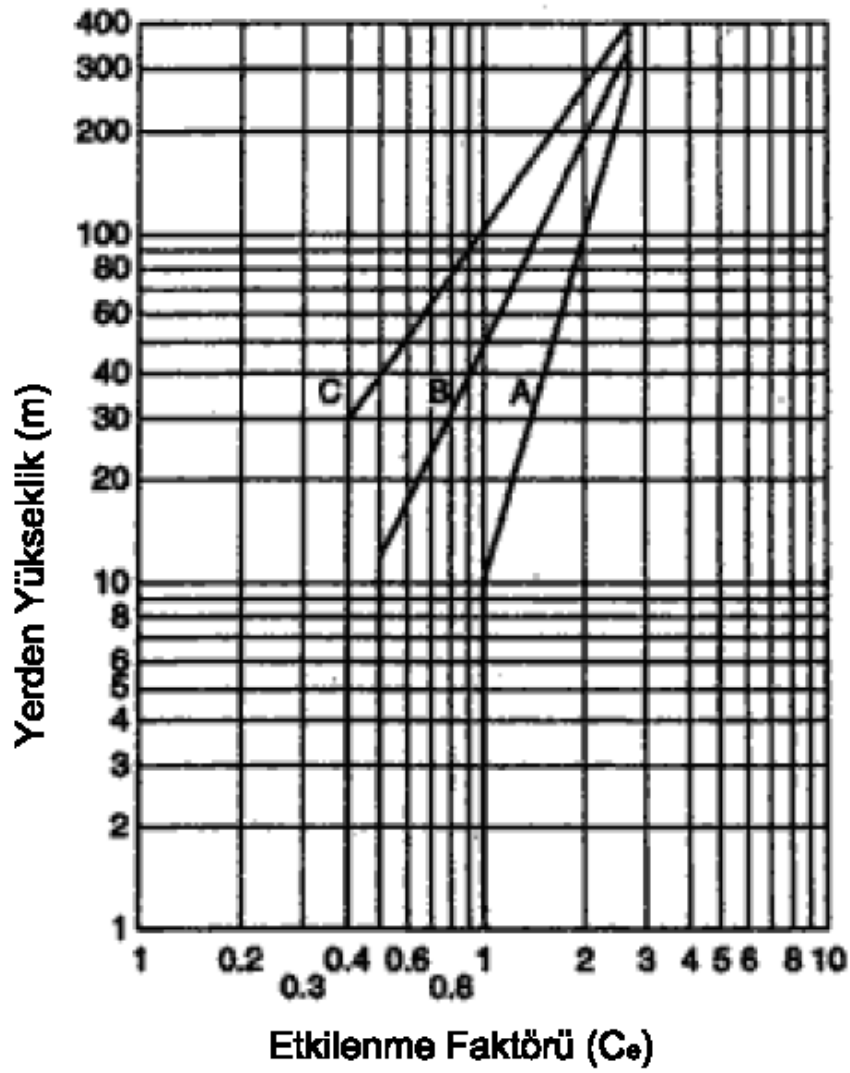
Etkilenme Faktörü A: Açık arazide bulunan rüzgarın yapıya ulaşmasında çevresel hiçbir etkenin bulunmadığı arazi koşullarını kapsar.

Etkilenme Faktörü B: Çevredeki yapıların 1-2 katlı olduğu köy, kasaba gibi yerleşim yerlerinin içindeki arazi koşullarını kapsar.

Etkilenme Faktörü C: Çevredeki binaların en az %50 sinin 4 kat ve üzeri olduğu alanları kapsar.

Yapının bulunduğu alana ve yapı yüksekliğine bağlı olarak etkilenme faktörü (C_e) Şekil 2.1'deki grafikten hesaplanır.

Bu tez kapsamında incelenen yapı, şehir içinde bulunduğu ve çevresindeki yapıların 4 ve üzeri katlı olduğu düşünülerek Etkilenme Faktörü C kapsamında değerlendirilmiştir. Faktör C kapsamında 166m bina yüksekliğine sahip bir yapı için etkilenme faktörü C_e değeri 1.55 olarak alınmıştır.



Şekil 2.1 : Etkilenme Faktörü (C_e) Grafiği

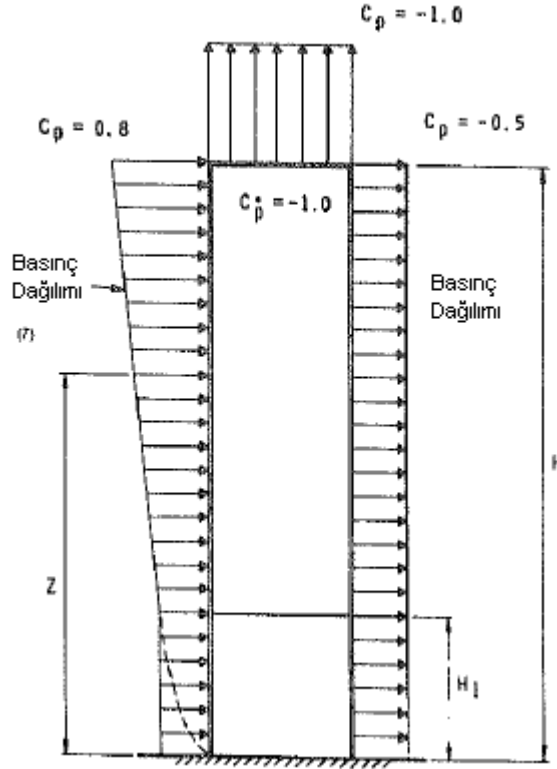
2.3.2.3 Dinamik tepki faktörü (C_g)

Yapıya etkiyen rüzgar yükü hesabında yapının yükseklik, rijitlik, kritik sönüm oranı, doğal frekansı, geometrisi gibi yapısal özelliklerini göz önünde bulunduran bir faktördür.

Bu tezde incelenen yapıda $\frac{\text{bina yüksekliği}}{\text{yapı kısa kenar boyu}} = \frac{166}{62.5} = 2.66 < 5$ olduğu için yapıda vortex etkisi ihmal edilmiş ve dinamik tepki faktörü değeri (C_g) 2.5 olarak alınmıştır.

2.3.2.4 Basınç katsayısı (C_p)

Yapı yüzeyinde rüzgar basıncının bina geometrisi, rüzgar yönü ve rüzgar profiline göre dağılımını matematiksel olarak ifade etmekte kullanılan bu katsayı $\frac{\text{bina yüksekliği}}{\text{yapı kısa kenar boyu}}$ oranı 2den büyük olan yapılar için Şekil 2.2’ de gösterilen değerleri alır.



Şekil 2.2 : Basınç Katsayısı (C_p) Grafiği

2.4 Deprem Yüğü

Yapıya, deprem Yönetmeliğinde belirtilen eşdeğer deprem yükü ve modal analiz yöntemlerine göre hesaplanan iki farklı deprem yükü ayrı ayrı etki ettirilmiş ve olumsuz sonuç veren deprem yüküne göre dizayn yapılmıştır. Deprem yükü analizinde, zemin ve yapının özelliklerine bağlı olarak yönetmeliğin öngördüğü değerler kullanılmıştır. Her iki yöntemde de deprem yüklerinin belirlenmesi için esas alınacak olan Spektral İvme Katsayısı, $A(T)$, Denk.(2.3) ile hesaplanmıştır. %5 sönüm oranı için tanımlanan Elastik İvme Spektrumu'nun ordinatı olan Elastik Spektral İvme, $S_{ae}(T)$, Spektral İvme Katsayısı ile yerçekimi ivmesi g 'nin çarpımına karşı gelmektedir Denk.(2.4), [3].

$$A(T) = A_0 \times I \times S(T) \quad (2.3)$$

$$S_{ae}(T) = A(T) \times g \quad (2.4)$$

Denklem (2.3)'de yer alan Spektrum Katsayısı, $S(T)$, yerel zemin koşullarına ve bina doğal periyodu T 'ye bağlı olarak Denklem (2.5) ile hesaplanmıştır, [3].

$$S(T) = 1 + 1.5 \times \frac{T}{T_A} \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (2.5a)$$

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

$$S(T) = 2.5 \times \left(\frac{T_B}{T}\right)^{0.8} \quad (T > T_B) \quad (2.5c)$$

Depremde taşıyıcı sistemin kendine özgü doğrusal elastik olmayan davranışını göz önüne almak üzere Denklem (2.3)'de verilen spektral ivme katsayısına göre bulunacak elastik deprem yükleri, aşağıda tanımlanan Deprem Yüğü Azaltma Katsayısına bölünmüştür. Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı, çeşitli taşıyıcı sistemler için Çizelge 2.2'de tanımlanan Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı, R 'ye ve doğal titreşim periyodu, T 'ye Bağlı olarak Denklem (2.6) ile belirlenmiştir, [3].

$$R_a(T) = 1.5 + (R \times 1.5) \times \frac{T}{T_A} \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (2.6a)$$

$$R_a(T) = R \quad (T > T_A) \quad (2.6b)$$

Yapıda A1, B2, B3 türü düzensizliklerden hiçbiri bulunmadığından modal analiz ile hesaplanan taban kesme kuvveti, eşdeğer deprem yöntemiyle hesaplanan taban kesme kuvvetinin %80 i olacak şekilde bilgisayar programında tanımlanmıştır.

Göz önüne alınan deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti), V_t , Denk.(2.7) ile belirlenmiştir, [3].

Çizelge 2.2: Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R) [3]

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

$$V_t = \frac{W A(T_1)}{R_a(T_1)} \geq 0.10 A_o I W \quad (2.7)$$

Denklem (2.7)'de W, yapının deprem sırasındaki toplam ağırlığıdır ve Denklem (2.8) ile hesaplanmıştır, [3].

$$W = \sum_{i=1}^N w_i \quad (2.8)$$

Denklem (2.8)'daki w_i kat ağırlıkları, Denklem (2.9) ile hesaplanmıştır, [3].

$$w_i = g_i + n q_i \quad (2.9)$$

Denklem (2.9)'deki n, hareketli yük katılım katsayısı olup konut, işyeri ve otel tipi yapılar için 0.30 alınmıştır.

Ayrıca yapının bodrum katlarında, rijitliği üst katlara oranla çok büyük olan betonarme çevre perdeler bulunduğundan, binanın bodrum katlarına ve üstteki katlara etkileyen eşdeğer deprem yükleri, aşağıda belirtildiği üzere, ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bu yükler, üst ve alt katların birleşiminden oluşan taşıyıcı sisteme birlikte uygulanmıştır.

(a) Üstteki katlara etkileyen toplam eşdeğer deprem yükünün ve eşdeğer kat deprem yüklerinin belirlenmesinde, bodrumdaki rijit çevre perdeleri göz önüne alınmaksızın Çizelge 2.2'ten seçilen R katsayısı kullanılmış ve sadece üstteki katların ağırlıkları hesaba katılmıştır. Bu durumda ilgili bütün tanım ve bağıntılarda temel üst kotu yerine zemin katın kotu göz önüne alınmıştır. Yapının birinci doğal titreşim periyodunun hesabında da, fiktif yüklerin belirlenmesi için sadece üstteki katların ağırlıkları kullanılmıştır.

(b) Rijit bodrum katlarına etkileyen eşdeğer deprem yüklerinin hesabında, sadece bodrum kat ağırlıkları göz önüne alınmış ve Spektrum Katsayısı olarak $S(T) = 1$ kabul edilmiştir. Her bir bodrum katına etkileyen eşdeğer deprem yükünün hesabında, Denklem(2.3)'den bulunan spektral ivme değeri ile bu katın ağırlığı doğrudan çarpılmış ve elde edilen elastik yükler, $R_a(T) = 1.5$ katsayısına bölünerek azaltılmıştır.

Binaya etkiyen deprem yüklerinin hesabında kullanılan başlıca katsayılar şöyledir:

- Deprem Bölgesi: 1. Derece Deprem Bölgesi
- Zemin Sınıfı: Z1
- Etkin Yer İvme Katsayısı (A_0): 0.40
- Zemin Karakteristik Periyotları:
 - o T_A : 0.10
 - o T_B : 0.30
- Bina Kullanım Amacı: Konut, İşyeri, Otel
- Hareketli Yük Katılım Katsayısı: 0.30
- Bina Önem Katsayısı: 1.00
- Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı:
 - o R_x : 7.00 (üst katlar için)
 - o R_y : 7.00 (üst katlar için)
 - o R_{ax} : 1.50 (bodrum katlar için)
 - o R_{ay} : 1.50 (bodrum katlar için)
- Spektrum Katsayısı ($S(T)$):
 - o $S(T)_{alt}$: 1.00 (bodrum katlar için)
 - o $S(T)_{üst}$: üst katlar için bina birinci doğal titreşim periyodu bulunduktan sonra Denk (2.5)' ye göre hesaplanacaktır

3. YAPISAL DÜZENSİZLİK KONTROLLERİ

2007 deprem yönetmeliğinde yapıda planda ve düşeyde olabilecek düzensizlik durumlarının ne kadarına ne mertebede izin verildiği ve hangilerinin istenmediği belirtilmiştir.

Binaların depreme karşı davranışlarında olumsuzluklar yaratması nedeni ile tasarımından ve yapımından kaçınılması gereken, planda ve düşey doğrultuda düzensizlik meydana getiren durumlar ön boyutlanmış sistem üzerinde ayrı ayrı incelenmiştir.

3.1 Planda Düzensizlik Durumları

3.1.1 (A1) Burulma düzensizliği

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük görelî kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama görelî ötelemeye oranını ifade eden ve Denklem (3.1) ile hesaplanan Burulma Düzensizliği Katsayısı (η_{bi})'nin 1.2'den büyük olması durumu, [3].

$$\eta_{bi} = \frac{(\Delta_i)_{\max}}{(\Delta_i)_{\text{ort}}} > 1.2 \quad (3.1)$$

Yapıda incelenen burulma düzensizliği kontrollerinin ve görelî kat ötelemelerinin hesabında % ± 5 ek dışmerkezlik etkileri de göz önüne alınarak yapılmıştır.

2007 Deprem yönetmeliğinde belirtilen depremli yükleme durumlarından X yönlü deprem kuvvetleri dikkate alınarak bulunan sonuçlardan en elverişsiz olanlarına ait burulma düzensizliği kontrolleri aşağıda Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2 de verilmiştir. 2007 yönetmeliğine göre yapıda X yönünde A1 düzensizliği görülmemiştir.

Çizelge 3.1 : X Yönü % 0 Dışmerkezlik Etkili Deprem İçin Burulma Kontrolü

				Görelî kat deplasmanları			Maks. deplasmanlar		η	Eks.
Kat	Diyafram	Kat yük (m)	YUKL.	$D_{ort,x}$ (cm)	$D_{ort,y}$ (cm)	q (rad)	D_{max}/H_i	D_{max} (cm)	D_{max}/D_{ort}	(%)
STR 45	D45	6,00	EX	3,1620	0,9379	0,0000	0,0053	3,1620	1,00	5,00
STR 44	D44	4,00	EX	2,1173	0,6283	0,0000	0,0053	2,1173	1,00	5,00
STR 43	D43	4,00	EX	2,1255	0,6307	0,0000	0,0053	2,1255	1,00	5,00
STR 42	D42	4,00	EX	2,1347	0,6335	0,0000	0,0053	2,1347	1,00	5,00
STR 41	D41	4,00	EX	2,1437	0,6362	0,0000	0,0054	2,1437	1,00	5,00
STR 40	D40	4,00	EX	2,1525	0,6389	0,0000	0,0054	2,1525	1,00	5,00
STR 39	D39	4,00	EX	2,1607	0,6413	0,0000	0,0054	2,1607	1,00	5,00
STR 38	D38	4,00	EX	2,1678	0,6434	0,0000	0,0054	2,1678	1,00	5,00
STR 37	D37	4,00	EX	2,1738	0,6452	0,0000	0,0054	2,1738	1,00	5,00
STR 36	D36	4,00	EX	2,1783	0,6466	0,0000	0,0054	2,1783	1,00	5,00
STR 35	D35	4,00	EX	2,1812	0,6476	0,0000	0,0055	2,1812	1,00	5,00
STR 34	D34	4,00	EX	2,1823	0,6478	0,0000	0,0055	2,1823	1,00	5,00
STR 33	D33	4,00	EX	2,1812	0,6477	0,0000	0,0055	2,1812	1,00	5,00
STR 32	D32	4,00	EX	2,1779	0,6467	0,0000	0,0054	2,1779	1,00	5,00
STR 31	D31	4,00	EX	2,1722	0,6450	0,0000	0,0054	2,1722	1,00	5,00
STR 30	D30	4,00	EX	2,1639	0,6427	0,0000	0,0054	2,1639	1,00	5,00
STR 29	D29	4,00	EX	2,1529	0,6394	0,0000	0,0054	2,1529	1,00	5,00
STR 28	D28	4,00	EX	2,1389	0,6354	0,0000	0,0054	2,1702	1,01	5,00
STR 27	D27	4,00	EX	2,1219	0,6304	0,0000	0,0053	2,1219	1,00	5,00
STR 26	D26	4,00	EX	2,1017	0,6245	0,0000	0,0053	2,1017	1,00	5,00
STR 25	D25	4,00	EX	2,0781	0,6175	0,0000	0,0052	2,0781	1,00	5,00
STR 24	D24	4,00	EX	2,0511	0,6096	0,0000	0,0051	2,0511	1,00	5,00
STR 23	D23	4,00	EX	2,0204	0,6005	0,0000	0,0051	2,0204	1,00	5,00
STR 22	D22	4,00	EX	1,9860	0,5904	0,0000	0,0050	1,9860	1,00	5,00
STR 21	D21	4,00	EX	1,9476	0,5791	0,0000	0,0049	1,9476	1,00	5,00
STR 20	D20	4,00	EX	1,9053	0,5666	0,0000	0,0048	1,9053	1,00	5,00
STR 19	D19	4,00	EX	1,8588	0,5528	0,0000	0,0046	1,8588	1,00	5,00
STR 18	D18	4,00	EX	1,8081	0,5379	0,0000	0,0045	1,8081	1,00	5,00
STR 17	D17	4,00	EX	1,7529	0,5215	0,0000	0,0044	1,7529	1,00	5,00
STR 16	D16	4,00	EX	1,6932	0,5039	0,0000	0,0042	1,6932	1,00	5,00
STR 15	D15	4,00	EX	1,6287	0,4848	0,0000	0,0041	1,6287	1,00	5,00
STR 14	D14	4,00	EX	1,5594	0,4642	0,0000	0,0039	1,5594	1,00	5,00
STR 13	D13	4,00	EX	1,4850	0,4422	0,0000	0,0038	1,5163	1,02	5,00
STR 12	D12	4,00	EX	1,4053	0,4186	0,0000	0,0035	1,4053	1,00	5,00
STR 11	D11	4,00	EX	1,3201	0,3933	0,0000	0,0033	1,3201	1,00	5,00
STR 10	D10	4,00	EX	1,2289	0,3662	0,0000	0,0031	1,2289	1,00	5,00
STR 9	D9	4,00	EX	1,1313	0,3373	0,0000	0,0028	1,1313	1,00	5,00
STR 8	D8	4,00	EX	1,0267	0,3061	0,0000	0,0026	1,0267	1,00	5,00
STR 7	D7	4,00	EX	0,9134	0,2726	0,0000	0,0023	0,9134	1,00	5,00
STR 6	D6	4,00	EX	0,7907	0,2360	0,0000	0,0020	0,7907	1,00	5,00
STR 5	D5	4,00	EX	1,3530	0,3935	0,0000	0,0037	1,4780	1,09	5,00

Çizelge 3.2 : X Yönü % ± 5 Dışmerkezlik Etkili Deprem İçin Burulma Kontrolü

				Görelî kat deplasmanları			Maks. deplasmanlar		η	Eks.
Kat	Diyafram	Kat yük (m)	YUKL.	$D_{ort,x}$ (cm)	$D_{ort,y}$ (cm)	q (rad)	D_{max}/H_i	D_{max} (cm)	D_{max}/D_{ort}	(%)
STR 45	D45	6,00	EX1	3,1515	0,0075	0,0000	0,0053	3,1515	1,00	5,00
STR 44	D44	4,00	EX1	2,1105	0,0053	0,0000	0,0054	2,1417	1,01	5,00
STR 43	D43	4,00	EX1	2,1186	0,0054	0,0000	0,0053	2,1186	1,00	5,00
STR 42	D42	4,00	EX1	2,1277	0,0053	0,0000	0,0053	2,1277	1,00	5,00
STR 41	D41	4,00	EX1	2,1368	0,0054	0,0000	0,0054	2,1680	1,01	5,00
STR 40	D40	4,00	EX1	2,1456	0,0053	0,0000	0,0054	2,1456	1,00	5,00
STR 39	D39	4,00	EX1	2,1537	0,0054	0,0000	0,0055	2,1850	1,01	5,00
STR 38	D38	4,00	EX1	2,1608	0,0055	0,0000	0,0054	2,1608	1,00	5,00
STR 37	D37	4,00	EX1	2,1668	0,0054	0,0000	0,0055	2,1981	1,01	5,00
STR 36	D36	4,00	EX1	2,1714	0,0055	0,0000	0,0055	2,2027	1,01	5,00
STR 35	D35	4,00	EX1	2,1742	0,0055	0,0000	0,0054	2,1742	1,00	5,00
STR 34	D34	4,00	EX1	2,1753	0,0055	0,0000	0,0055	2,2066	1,01	5,00
STR 33	D33	4,00	EX1	2,1742	0,0056	0,0000	0,0055	2,2055	1,01	5,00
STR 32	D32	4,00	EX1	2,1709	0,0055	0,0000	0,0055	2,2022	1,01	5,00
STR 31	D31	4,00	EX1	2,1653	0,0057	0,0000	0,0055	2,1966	1,01	5,00
STR 30	D30	4,00	EX1	2,1570	0,0056	0,0000	0,0055	2,1883	1,01	5,00
STR 29	D29	4,00	EX1	2,1459	0,0056	0,0000	0,0054	2,1772	1,01	5,00
STR 28	D28	4,00	EX1	2,1320	0,0057	0,0000	0,0054	2,1633	1,01	5,00
STR 27	D27	4,00	EX1	2,1150	0,0056	0,0000	0,0054	2,1775	1,03	5,00
STR 26	D26	4,00	EX1	2,0948	0,0057	0,0000	0,0053	2,1261	1,01	5,00
STR 25	D25	4,00	EX1	2,0712	0,0057	0,0000	0,0053	2,1025	1,02	5,00
STR 24	D24	4,00	EX1	2,0442	0,0056	0,0000	0,0053	2,1067	1,03	5,00
STR 23	D23	4,00	EX1	2,0136	0,0056	0,0000	0,0051	2,0449	1,02	5,00
STR 22	D22	4,00	EX1	1,9791	0,0056	0,0000	0,0050	2,0104	1,02	5,00
STR 21	D21	4,00	EX1	1,9408	0,0055	0,0000	0,0050	2,0033	1,03	5,00
STR 20	D20	4,00	EX1	1,8986	0,0055	0,0000	0,0048	1,9299	1,02	5,00
STR 19	D19	4,00	EX1	1,8521	0,0054	0,0000	0,0048	1,9146	1,03	5,00
STR 18	D18	4,00	EX1	1,8013	0,0053	0,0000	0,0046	1,8326	1,02	5,00
STR 17	D17	4,00	EX1	1,7462	0,0052	0,0000	0,0045	1,8087	1,04	5,00
STR 16	D16	4,00	EX1	1,6865	0,0051	0,0000	0,0043	1,7178	1,02	5,00
STR 15	D15	4,00	EX1	1,6221	0,0050	0,0000	0,0042	1,6846	1,04	5,00
STR 14	D14	4,00	EX1	1,5527	0,0048	0,0000	0,0040	1,5840	1,02	5,00
STR 13	D13	4,00	EX1	1,4783	0,0047	0,0000	0,0039	1,5408	1,04	5,00
STR 12	D12	4,00	EX1	1,3985	0,0045	0,0000	0,0037	1,4610	1,04	5,00
STR 11	D11	4,00	EX1	1,3133	0,0043	0,0000	0,0034	1,3446	1,02	5,00
STR 10	D10	4,00	EX1	1,2219	0,0040	0,0000	0,0032	1,2844	1,05	5,00
STR 9	D9	4,00	EX1	1,1242	0,0039	0,0000	0,0030	1,1867	1,06	5,00
STR 8	D8	4,00	EX1	1,0193	0,0035	0,0000	0,0026	1,0506	1,03	5,00
STR 7	D7	4,00	EX1	0,9055	0,0032	0,0000	0,0024	0,9680	1,07	5,00
STR 6	D6	4,00	EX1	0,7820	0,0030	0,0000	0,0021	0,8445	1,08	5,00
STR 5	D5	4,00	EX1	1,2412	0,0045	0,0000	0,0033	1,3037	1,05	5,00

2007 Deprem yönetmeliğinde belirtilen depremli yükleme durumlarından Y yönlü deprem kuvvetleri dikkate alınarak bulunan sonuçlardan en elverişsiz olanlarına ait burulma düzensizliği kontrolleri aşağıda Çizelge 3.3 ve Çizelge 3.4 de verilmiştir. 2007 yönetmeliğine göre yapıda Y yönünde A1 düzensizliği görülmemiştir.

Çizelge 3.3 : Y Yönü % 0 Dışmerkezlik Etkili Deprem İçin Burulma Kontrolü

				Görelî kat deplasmanları			Maks. deplasmanlar		η	Eks.
Kat	Diyafram	Kat yük (m)	YUKL.	$D_{ort,x}$ (cm)	$D_{ort,y}$ (cm)	q (rad)	D_{max}/H_i	D_{max} (cm)	D_{max}/D_{ort}	(%)
STR 45	D45	6,00	EY	0,0119	3,0950	0,0000	0,0052	3,0950	1,00	5,00
STR 44	D44	4,00	EY	0,0081	2,0725	0,0000	0,0052	2,0725	1,00	5,00
STR 43	D43	4,00	EY	0,0081	2,0807	0,0000	0,0052	2,0807	1,00	5,00
STR 42	D42	4,00	EY	0,0081	2,0898	0,0000	0,0052	2,0898	1,00	5,00
STR 41	D41	4,00	EY	0,0081	2,0988	0,0000	0,0052	2,0988	1,00	5,00
STR 40	D40	4,00	EY	0,0081	2,1075	0,0000	0,0053	2,1075	1,00	5,00
STR 39	D39	4,00	EY	0,0080	2,1155	0,0000	0,0053	2,1155	1,00	5,00
STR 38	D38	4,00	EY	0,0080	2,1227	0,0000	0,0053	2,1227	1,00	5,00
STR 37	D37	4,00	EY	0,0079	2,1286	0,0000	0,0053	2,1286	1,00	5,00
STR 36	D36	4,00	EY	0,0079	2,1331	0,0000	0,0054	2,1675	1,02	5,00
STR 35	D35	4,00	EY	0,0079	2,1360	0,0000	0,0053	2,1360	1,00	5,00
STR 34	D34	4,00	EY	0,0078	2,1370	0,0000	0,0053	2,1370	1,00	5,00
STR 33	D33	4,00	EY	0,0077	2,1361	0,0000	0,0053	2,1361	1,00	5,00
STR 32	D32	4,00	EY	0,0076	2,1330	0,0000	0,0053	2,1330	1,00	5,00
STR 31	D31	4,00	EY	0,0075	2,1274	0,0000	0,0053	2,1274	1,00	5,00
STR 30	D30	4,00	EY	0,0074	2,1194	0,0000	0,0053	2,1194	1,00	5,00
STR 29	D29	4,00	EY	0,0073	2,1085	0,0000	0,0053	2,1085	1,00	5,00
STR 28	D28	4,00	EY	0,0072	2,0949	0,0000	0,0052	2,0949	1,00	5,00
STR 27	D27	4,00	EY	0,0071	2,0783	0,0000	0,0052	2,0783	1,00	5,00
STR 26	D26	4,00	EY	0,0068	2,0585	0,0000	0,0051	2,0585	1,00	5,00
STR 25	D25	4,00	EY	0,0068	2,0354	0,0000	0,0051	2,0354	1,00	5,00
STR 24	D24	4,00	EY	0,0065	2,0089	0,0000	0,0050	2,0089	1,00	5,00
STR 23	D23	4,00	EY	0,0063	1,9789	0,0000	0,0049	1,9789	1,00	5,00
STR 22	D22	4,00	EY	0,0061	1,9451	0,0000	0,0049	1,9451	1,00	5,00
STR 21	D21	4,00	EY	0,0059	1,9075	0,0000	0,0048	1,9075	1,00	5,00
STR 20	D20	4,00	EY	0,0057	1,8661	0,0000	0,0047	1,8661	1,00	5,00
STR 19	D19	4,00	EY	0,0054	1,8205	0,0000	0,0046	1,8205	1,00	5,00
STR 18	D18	4,00	EY	0,0051	1,7707	0,0000	0,0044	1,7707	1,00	5,00
STR 17	D17	4,00	EY	0,0048	1,7165	0,0000	0,0043	1,7165	1,00	5,00
STR 16	D16	4,00	EY	0,0045	1,6580	0,0000	0,0041	1,6580	1,00	5,00
STR 15	D15	4,00	EY	0,0042	1,5947	0,0000	0,0040	1,5947	1,00	5,00
STR 14	D14	4,00	EY	0,0038	1,5267	0,0000	0,0038	1,5267	1,00	5,00
STR 13	D13	4,00	EY	0,0035	1,4536	0,0000	0,0036	1,4536	1,00	5,00
STR 12	D12	4,00	EY	0,0031	1,3753	0,0000	0,0034	1,3753	1,00	5,00
STR 11	D11	4,00	EY	0,0027	1,2915	0,0000	0,0032	1,2915	1,00	5,00
STR 10	D10	4,00	EY	0,0024	1,2018	0,0000	0,0030	1,2018	1,00	5,00
STR 9	D9	4,00	EY	0,0020	1,1059	0,0000	0,0028	1,1059	1,00	5,00
STR 8	D8	4,00	EY	0,0016	1,0029	0,0000	0,0025	1,0029	1,00	5,00
STR 7	D7	4,00	EY	0,0012	0,8912	0,0000	0,0022	0,8912	1,00	5,00
STR 6	D6	4,00	EY	0,0011	0,7698	0,0000	0,0019	0,7698	1,00	5,00
STR 5	D5	4,00	EY	0,0010	1,1975	0,0000	0,0030	1,1975	1,00	5,00

Çizelge 3.4 : Y Yönü % ± 5 Dışmerkezlik Etkili Deprem İçin Burulma Kontrolü

				Görelî kat deplasmanları			Maks. deplasmanlar		η	Eks.
Kat	Diyafram	Kat yük (m)	YUKL.	$D_{ort,x}$ (cm)	$D_{ort,y}$ (cm)	q (rad)	D_{max}/H_i	D_{max} (cm)	D_{max}/D_{ort}	(%)
STR 45	D45	6,00	EY1	0,0114	3,0949	0,0000	0,0052	3,1293	1,01	5,00
STR 44	D44	4,00	EY1	0,0080	2,0724	0,0000	0,0052	2,0724	1,00	5,00
STR 43	D43	4,00	EY1	0,0079	2,0807	0,0000	0,0052	2,0807	1,00	5,00
STR 42	D42	4,00	EY1	0,0079	2,0898	0,0000	0,0052	2,0898	1,00	5,00
STR 41	D41	4,00	EY1	0,0078	2,0988	0,0000	0,0053	2,1332	1,02	5,00
STR 40	D40	4,00	EY1	0,0079	2,1074	0,0000	0,0053	2,1074	1,00	5,00
STR 39	D39	4,00	EY1	0,0077	2,1155	0,0000	0,0054	2,1499	1,02	5,00
STR 38	D38	4,00	EY1	0,0078	2,1227	0,0000	0,0054	2,1571	1,02	5,00
STR 37	D37	4,00	EY1	0,0076	2,1285	0,0000	0,0054	2,1629	1,02	5,00
STR 36	D36	4,00	EY1	0,0077	2,1331	0,0000	0,0053	2,1331	1,00	5,00
STR 35	D35	4,00	EY1	0,0075	2,1360	0,0000	0,0054	2,1704	1,02	5,00
STR 34	D34	4,00	EY1	0,0075	2,1370	0,0000	0,0054	2,1714	1,02	5,00
STR 33	D33	4,00	EY1	0,0074	2,1361	0,0000	0,0054	2,1705	1,02	5,00
STR 32	D32	4,00	EY1	0,0073	2,1330	0,0000	0,0054	2,1674	1,02	5,00
STR 31	D31	4,00	EY1	0,0073	2,1274	0,0000	0,0055	2,1962	1,03	5,00
STR 30	D30	4,00	EY1	0,0071	2,1193	0,0000	0,0054	2,1537	1,02	5,00
STR 29	D29	4,00	EY1	0,0069	2,1086	0,0000	0,0054	2,1430	1,02	5,00
STR 28	D28	4,00	EY1	0,0069	2,0949	0,0000	0,0053	2,1293	1,02	5,00
STR 27	D27	4,00	EY1	0,0067	2,0782	0,0000	0,0054	2,1470	1,03	5,00
STR 26	D26	4,00	EY1	0,0065	2,0585	0,0000	0,0052	2,0929	1,02	5,00
STR 25	D25	4,00	EY1	0,0064	2,0354	0,0000	0,0053	2,1042	1,03	5,00
STR 24	D24	4,00	EY1	0,0061	2,0089	0,0000	0,0051	2,0433	1,02	5,00
STR 23	D23	4,00	EY1	0,0060	1,9788	0,0000	0,0051	2,0476	1,03	5,00
STR 22	D22	4,00	EY1	0,0058	1,9451	0,0000	0,0049	1,9795	1,02	5,00
STR 21	D21	4,00	EY1	0,0055	1,9075	0,0000	0,0049	1,9763	1,04	5,00
STR 20	D20	4,00	EY1	0,0052	1,8661	0,0000	0,0048	1,9349	1,04	5,00
STR 19	D19	4,00	EY1	0,0050	1,8204	0,0000	0,0046	1,8548	1,02	5,00
STR 18	D18	4,00	EY1	0,0047	1,7707	0,0000	0,0046	1,8395	1,04	5,00
STR 17	D17	4,00	EY1	0,0045	1,7166	0,0000	0,0045	1,7854	1,04	5,00
STR 16	D16	4,00	EY1	0,0041	1,6580	0,0000	0,0043	1,7268	1,04	5,00
STR 15	D15	4,00	EY1	0,0037	1,5947	0,0000	0,0041	1,6291	1,02	5,00
STR 14	D14	4,00	EY1	0,0034	1,5266	0,0000	0,0040	1,5954	1,05	5,00
STR 13	D13	4,00	EY1	0,0031	1,4536	0,0000	0,0038	1,5224	1,05	5,00
STR 12	D12	4,00	EY1	0,0027	1,3753	0,0000	0,0036	1,4441	1,05	5,00
STR 11	D11	4,00	EY1	0,0023	1,2915	0,0000	0,0034	1,3603	1,05	5,00
STR 10	D10	4,00	EY1	0,0019	1,2019	0,0000	0,0032	1,2707	1,06	5,00
STR 9	D9	4,00	EY1	0,0015	1,1058	0,0000	0,0029	1,1746	1,06	5,00
STR 8	D8	4,00	EY1	0,0012	1,0029	0,0000	0,0026	1,0373	1,03	5,00
STR 7	D7	4,00	EY1	0,0008	0,8912	0,0000	0,0024	0,9600	1,08	5,00
STR 6	D6	4,00	EY1	0,0005	0,7698	0,0000	0,0021	0,8386	1,09	5,00
STR 5	D5	4,00	EY1	0,0020	1,1974	0,0000	0,0032	1,2662	1,06	5,00

3.1.2 (A2) Döşeme düzensizlikleri

Herhangi bir kattaki döşemede;

I - Merdiven ve asansör boşlukları dahil, boşluk alanları toplamının kat brüt alanının 1/3'ünden fazla olması durumu, [3].

II - Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması durumu, [3].

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

Yapının normal kat alanı 1970 m^2 .

Bir kattaki merdiven ve asansör boşluk alanı 168.50 m^2 .

$168.50 \text{ m}^2 < 1970 \div 3 = 656 \text{ m}^2$ olduğundan yapıda döşeme süreksizliği mevcut değildir.

3.1.3 (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, [3].

Yapının geometrik şekli incelendiğinde yapıda bu düzensizliğin olduğu gözükmemektedir. Kat döşemelerinin kendi düzlemleri içinde deprem kuvvetlerini düşey taşıyıcı sistem elemanları arasında güvenle aktarabildiği hesapla doğrulanmıştır.

3.2 Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları

3.2.1 (B1) Komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)

Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki etkili kesme alanının, bir üst kattaki etkili kesme alanına oranı olarak tanımlanan Dayanım Düzensizliği Katsayısı η_{ci} 'nin 0.80'den küçük olması durumu.

Çelik yapılar için geçerli olmadığı için incelenmemiştir.

3.2.2 (B2) Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)

1998 Deprem yönetmeliğine göre; Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir i'inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesinin bir üst kattaki 20 ortalama görelî kat ötelemesine oranı olarak tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı, Denklem (3.2) ile hesaplanan η_{ki} 'nin 1.5'tan fazla olması durumunda yumuşak kat durumu söz konusudur, [4]. 2007 deprem yönetmeliğinde ise denklem (3.2) de verilen sınır değeri 2 olarak değışmiştir.

$$\eta_{ki} = \frac{(\Delta_i)_{ort}}{(\Delta_{i+1})_{ort}} > 2 \quad (3.2)$$

Yapıda incelenen yumuşak kat düzensizliği kontrollerinin ve görelî kat ötelemelerinin hesabında % ± 5 ek dışmerkezlik etkileri de göz önüne alınarak yapılmıştır.

2007 Deprem yönetmeliğinde belirtilen depremli yükleme durumlarından X yönlü deprem kuvvetleri dikkate alınarak bulunan sonuçlardan en elverişsiz olanlarına ait yumuşak kat düzensizliği kontrolleri aşağıda Çizelge 3.5 ve Çizelge 3.6 de verilmiştir. 2007 yönetmeliğine göre yapıda X yönünde B2 düzensizliği görülmemiştir.

Çizelge 3.5 : X Yönü % 0 Dışmerkezlik Etkili Deprem İçin Yumuşak Kat Kontrolü

				Görelî kat deplasmanları			η_{ki}
Kat	Diyafram	Kat yük (m)	YUKL.	$\Delta_{ort,x}$ (cm)	$\Delta_{ort,y}$ (cm)	θ (rad)	$\Delta_{(i)ort}/\Delta_{(i+1)ort}$
STORY 45	D45	6,00	EX	3,1620	0,9379	0,0000	
STORY 44	D44	4,00	EX	2,1173	0,6283	0,0000	0,67
STORY 43	D43	4,00	EX	2,1255	0,6307	0,0000	1,00
STORY 42	D42	4,00	EX	2,1347	0,6335	0,0000	1,00
STORY 41	D41	4,00	EX	2,1437	0,6362	0,0000	1,00
STORY 40	D40	4,00	EX	2,1525	0,6389	0,0000	1,00
STORY 39	D39	4,00	EX	2,1607	0,6413	0,0000	1,00
STORY 38	D38	4,00	EX	2,1678	0,6434	0,0000	1,00
STORY 37	D37	4,00	EX	2,1738	0,6452	0,0000	1,00
STORY 36	D36	4,00	EX	2,1783	0,6466	0,0000	1,00
STORY 35	D35	4,00	EX	2,1812	0,6476	0,0000	1,00
STORY 34	D34	4,00	EX	2,1823	0,6478	0,0000	1,00
STORY 33	D33	4,00	EX	2,1812	0,6477	0,0000	1,00
STORY 32	D32	4,00	EX	2,1779	0,6467	0,0000	1,00
STORY 31	D31	4,00	EX	2,1722	0,6450	0,0000	1,00
STORY 30	D30	4,00	EX	2,1639	0,6427	0,0000	1,00
STORY 29	D29	4,00	EX	2,1529	0,6394	0,0000	0,99
STORY 28	D28	4,00	EX	2,1389	0,6354	0,0000	0,99
STORY 27	D27	4,00	EX	2,1219	0,6304	0,0000	0,99
STORY 26	D26	4,00	EX	2,1017	0,6245	0,0000	0,99
STORY 25	D25	4,00	EX	2,0781	0,6175	0,0000	0,99
STORY 24	D24	4,00	EX	2,0511	0,6096	0,0000	0,99
STORY 23	D23	4,00	EX	2,0204	0,6005	0,0000	0,99
STORY 22	D22	4,00	EX	1,9860	0,5904	0,0000	0,98
STORY 21	D21	4,00	EX	1,9476	0,5791	0,0000	0,98
STORY 20	D20	4,00	EX	1,9053	0,5666	0,0000	0,98
STORY 19	D19	4,00	EX	1,8588	0,5528	0,0000	0,98
STORY 18	D18	4,00	EX	1,8081	0,5379	0,0000	0,97
STORY 17	D17	4,00	EX	1,7529	0,5215	0,0000	0,97
STORY 16	D16	4,00	EX	1,6932	0,5039	0,0000	0,97
STORY 15	D15	4,00	EX	1,6287	0,4848	0,0000	0,96
STORY 14	D14	4,00	EX	1,5594	0,4642	0,0000	0,96
STORY 13	D13	4,00	EX	1,4850	0,4422	0,0000	0,95
STORY 12	D12	4,00	EX	1,4053	0,4186	0,0000	0,95
STORY 11	D11	4,00	EX	1,3201	0,3933	0,0000	0,93
STORY 10	D10	4,00	EX	1,2289	0,3662	0,0000	0,93
STORY 9	D9	4,00	EX	1,1313	0,3373	0,0000	0,92
STORY 8	D8	4,00	EX	1,0267	0,3061	0,0000	0,91
STORY 7	D7	4,00	EX	0,9134	0,2726	0,0000	0,89
STORY 6	D6	4,00	EX	0,7907	0,2360	0,0000	0,87

Çizelge 3.6 : X Yönü % ± 5 Dışmerkezlik Etkili Deprem İçin Yumuşak Kat Kontrolü

				Görelî kat deplasmanları			η_{ki}
Kat	Diyafram	Kat yük (m)	YUKL.	$\Delta_{ort,x}$ (cm)	$\Delta_{ort,y}$ (cm)	θ (rad)	$\Delta_{(i)ort}/\Delta_{(i+1)ort}$
STORY 45	D45	6,00	EX2	3,1525	0,0077	0,0000	
STORY 44	D44	4,00	EX2	2,1105	0,0054	0,0000	0,67
STORY 43	D43	4,00	EX2	2,1190	0,0054	0,0000	1,00
STORY 42	D42	4,00	EX2	2,1281	0,0054	0,0000	1,00
STORY 41	D41	4,00	EX2	2,1372	0,0054	0,0000	1,00
STORY 40	D40	4,00	EX2	2,1460	0,0054	0,0000	1,00
STORY 39	D39	4,00	EX2	2,1542	0,0054	0,0000	1,00
STORY 38	D38	4,00	EX2	2,1613	0,0055	0,0000	1,00
STORY 37	D37	4,00	EX2	2,1673	0,0055	0,0000	1,00
STORY 36	D36	4,00	EX2	2,1719	0,0055	0,0000	1,00
STORY 35	D35	4,00	EX2	2,1747	0,0055	0,0000	1,00
STORY 34	D34	4,00	EX2	2,1758	0,0056	0,0000	1,00
STORY 33	D33	4,00	EX2	2,1748	0,0055	0,0000	1,00
STORY 32	D32	4,00	EX2	2,1715	0,0057	0,0000	1,00
STORY 31	D31	4,00	EX2	2,1658	0,0056	0,0000	1,00
STORY 30	D30	4,00	EX2	2,1575	0,0057	0,0000	1,00
STORY 29	D29	4,00	EX2	2,1466	0,0056	0,0000	0,99
STORY 28	D28	4,00	EX2	2,1326	0,0057	0,0000	0,99
STORY 27	D27	4,00	EX2	2,1156	0,0057	0,0000	0,99
STORY 26	D26	4,00	EX2	2,0954	0,0057	0,0000	0,99
STORY 25	D25	4,00	EX2	2,0719	0,0057	0,0000	0,99
STORY 24	D24	4,00	EX2	2,0448	0,0056	0,0000	0,99
STORY 23	D23	4,00	EX2	2,0142	0,0057	0,0000	0,99
STORY 22	D22	4,00	EX2	1,9799	0,0056	0,0000	0,98
STORY 21	D21	4,00	EX2	1,9415	0,0055	0,0000	0,98
STORY 20	D20	4,00	EX2	1,8992	0,0055	0,0000	0,98
STORY 19	D19	4,00	EX2	1,8528	0,0054	0,0000	0,98
STORY 18	D18	4,00	EX2	1,8021	0,0054	0,0000	0,97
STORY 17	D17	4,00	EX2	1,7470	0,0052	0,0000	0,97
STORY 16	D16	4,00	EX2	1,6872	0,0051	0,0000	0,97
STORY 15	D15	4,00	EX2	1,6228	0,0050	0,0000	0,96
STORY 14	D14	4,00	EX2	1,5534	0,0049	0,0000	0,96
STORY 13	D13	4,00	EX2	1,4791	0,0047	0,0000	0,95
STORY 12	D12	4,00	EX2	1,3993	0,0045	0,0000	0,95
STORY 11	D11	4,00	EX2	1,3140	0,0043	0,0000	0,94
STORY 10	D10	4,00	EX2	1,2228	0,0040	0,0000	0,93
STORY 9	D9	4,00	EX2	1,1250	0,0039	0,0000	0,92
STORY 8	D8	4,00	EX2	1,0201	0,0035	0,0000	0,91
STORY 7	D7	4,00	EX2	0,9063	0,0032	0,0000	0,89
STORY 6	D6	4,00	EX2	0,7829	0,0030	0,0000	0,86

2007 Deprem yönetmeliğinde belirtilen depremli yükleme durumlarından Y yönlü deprem kuvvetleri dikkate alınarak bulunan sonuçlardan en elverişsiz olanlarına ait yumuşak kat düzensizliği kontrolleri aşağıda Çizelge 3.7 ve Çizelge 3.8 de verilmiştir. 2007 yönetmeliğine göre yapıda Y yönünde B2 düzensizliği görülmemiştir.

Çizelge 3.7 : Y Yönü % 0 Dışmerkezlik Etkili Deprem İçin Yumuşak Kat Kontrolü

Kat	Diyafram	Kat yük (m)	YUKL.	Görelî kat deplasmanları			η_{ki}
				$\Delta_{ort,x}$ (cm)	$\Delta_{ort,y}$ (cm)	θ (rad)	$\Delta_{(i)ort}/\Delta_{(i+1)ort}$
STORY 45	D45	6,00	EY	0,0119	3,0950	0,0000	
STORY 44	D44	4,00	EY	0,0081	2,0725	0,0000	0,67
STORY 43	D43	4,00	EY	0,0081	2,0807	0,0000	1,00
STORY 42	D42	4,00	EY	0,0081	2,0898	0,0000	1,00
STORY 41	D41	4,00	EY	0,0081	2,0988	0,0000	1,00
STORY 40	D40	4,00	EY	0,0081	2,1075	0,0000	1,00
STORY 39	D39	4,00	EY	0,0080	2,1155	0,0000	1,00
STORY 38	D38	4,00	EY	0,0080	2,1227	0,0000	1,00
STORY 37	D37	4,00	EY	0,0079	2,1286	0,0000	1,00
STORY 36	D36	4,00	EY	0,0079	2,1331	0,0000	1,00
STORY 35	D35	4,00	EY	0,0079	2,1360	0,0000	1,00
STORY 34	D34	4,00	EY	0,0078	2,1370	0,0000	1,00
STORY 33	D33	4,00	EY	0,0077	2,1361	0,0000	1,00
STORY 32	D32	4,00	EY	0,0076	2,1330	0,0000	1,00
STORY 31	D31	4,00	EY	0,0075	2,1274	0,0000	1,00
STORY 30	D30	4,00	EY	0,0074	2,1194	0,0000	1,00
STORY 29	D29	4,00	EY	0,0073	2,1085	0,0000	0,99
STORY 28	D28	4,00	EY	0,0072	2,0949	0,0000	0,99
STORY 27	D27	4,00	EY	0,0071	2,0783	0,0000	0,99
STORY 26	D26	4,00	EY	0,0068	2,0585	0,0000	0,99
STORY 25	D25	4,00	EY	0,0068	2,0354	0,0000	0,99
STORY 24	D24	4,00	EY	0,0065	2,0089	0,0000	0,99
STORY 23	D23	4,00	EY	0,0063	1,9789	0,0000	0,99
STORY 22	D22	4,00	EY	0,0061	1,9451	0,0000	0,98
STORY 21	D21	4,00	EY	0,0059	1,9075	0,0000	0,98
STORY 20	D20	4,00	EY	0,0057	1,8661	0,0000	0,98
STORY 19	D19	4,00	EY	0,0054	1,8205	0,0000	0,98
STORY 18	D18	4,00	EY	0,0051	1,7707	0,0000	0,97
STORY 17	D17	4,00	EY	0,0048	1,7165	0,0000	0,97
STORY 16	D16	4,00	EY	0,0045	1,6580	0,0000	0,97
STORY 15	D15	4,00	EY	0,0042	1,5947	0,0000	0,96
STORY 14	D14	4,00	EY	0,0038	1,5267	0,0000	0,96
STORY 13	D13	4,00	EY	0,0035	1,4536	0,0000	0,95
STORY 12	D12	4,00	EY	0,0031	1,3753	0,0000	0,95
STORY 11	D11	4,00	EY	0,0027	1,2915	0,0000	0,94
STORY 10	D10	4,00	EY	0,0024	1,2018	0,0000	0,93
STORY 9	D9	4,00	EY	0,0020	1,1059	0,0000	0,92
STORY 8	D8	4,00	EY	0,0016	1,0029	0,0000	0,91
STORY 7	D7	4,00	EY	0,0012	0,8912	0,0000	0,89
STORY 6	D6	4,00	EY	0,0011	0,7698	0,0000	0,86

Çizelge 3.8 : Y Yönü % ± 5 Dışmerkezlik Etkili Deprem İçin Yumuşak Kat Kontrolü

				Görelî kat deplasmanları			η_{ki}
Kat	Diyafram	Kat yük (m)	YUKL.	$\Delta_{ort,x}$ (cm)	$\Delta_{ort,y}$ (cm)	θ (rad)	$\Delta_{(i)ort}/\Delta_{(i+1)ort}$
STORY 45	D45	6,00	EY2	0,0125	3,0951	0,0000	
STORY 44	D44	4,00	EY2	0,0081	2,0725	0,0000	0,67
STORY 43	D43	4,00	EY2	0,0083	2,0807	0,0000	1,00
STORY 42	D42	4,00	EY2	0,0084	2,0898	0,0000	1,00
STORY 41	D41	4,00	EY2	0,0083	2,0989	0,0000	1,00
STORY 40	D40	4,00	EY2	0,0083	2,1075	0,0000	1,00
STORY 39	D39	4,00	EY2	0,0083	2,1155	0,0000	1,00
STORY 38	D38	4,00	EY2	0,0082	2,1227	0,0000	1,00
STORY 37	D37	4,00	EY2	0,0082	2,1286	0,0000	1,00
STORY 36	D36	4,00	EY2	0,0082	2,1331	0,0000	1,00
STORY 35	D35	4,00	EY2	0,0081	2,1360	0,0000	1,00
STORY 34	D34	4,00	EY2	0,0081	2,1371	0,0000	1,00
STORY 33	D33	4,00	EY2	0,0080	2,1361	0,0000	1,00
STORY 32	D32	4,00	EY2	0,0079	2,1330	0,0000	1,00
STORY 31	D31	4,00	EY2	0,0079	2,1275	0,0000	1,00
STORY 30	D30	4,00	EY2	0,0077	2,1193	0,0000	1,00
STORY 29	D29	4,00	EY2	0,0077	2,1086	0,0000	0,99
STORY 28	D28	4,00	EY2	0,0075	2,0949	0,0000	0,99
STORY 27	D27	4,00	EY2	0,0073	2,0783	0,0000	0,99
STORY 26	D26	4,00	EY2	0,0073	2,0585	0,0000	0,99
STORY 25	D25	4,00	EY2	0,0070	2,0355	0,0000	0,99
STORY 24	D24	4,00	EY2	0,0069	2,0089	0,0000	0,99
STORY 23	D23	4,00	EY2	0,0067	1,9788	0,0000	0,99
STORY 22	D22	4,00	EY2	0,0065	1,9452	0,0000	0,98
STORY 21	D21	4,00	EY2	0,0063	1,9075	0,0000	0,98
STORY 20	D20	4,00	EY2	0,0060	1,8661	0,0000	0,98
STORY 19	D19	4,00	EY2	0,0058	1,8205	0,0000	0,98
STORY 18	D18	4,00	EY2	0,0055	1,7707	0,0000	0,97
STORY 17	D17	4,00	EY2	0,0052	1,7166	0,0000	0,97
STORY 16	D16	4,00	EY2	0,0049	1,6579	0,0000	0,97
STORY 15	D15	4,00	EY2	0,0046	1,5948	0,0000	0,96
STORY 14	D14	4,00	EY2	0,0043	1,5266	0,0000	0,96
STORY 13	D13	4,00	EY2	0,0039	1,4536	0,0000	0,95
STORY 12	D12	4,00	EY2	0,0035	1,3754	0,0000	0,95
STORY 11	D11	4,00	EY2	0,0032	1,2915	0,0000	0,94
STORY 10	D10	4,00	EY2	0,0028	1,2018	0,0000	0,93
STORY 9	D9	4,00	EY2	0,0024	1,1059	0,0000	0,92
STORY 8	D8	4,00	EY2	0,0020	1,0029	0,0000	0,91
STORY 7	D7	4,00	EY2	0,0017	0,8912	0,0000	0,89
STORY 6	D6	4,00	EY2	0,0016	0,7698	0,0000	0,86

3.2.3 (B3) Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği

Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının (kolon veya perdelerin) bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin veya guseli kolonların üstüne veya ucuna oturtulması ya da üst kattaki perdelerin altta kolonlara oturtulması durumu, [3].

Yapıda bu tür düzensizlik mevcut değildir.

4. YAPININ ÖN BOYUTLANDIRILMASI

Döşeme için kullanılan tali kirişlerin daha ekonomik çıkabilmesi için döşeme sistemi olarak kompozit döşeme sistemi kullanılmış, dolayısıyla tali kirişler kompozit kiriş olarak boyutlandırılmıştır. Döşeme betonu dökülene kadar yapıda bulunan konsol kirişlere yanal stabilite sağlamak için kirişlerin uçlarından korniyer elemanlarla yatay makaslar oluşturulmuştur. Ayrıca, bu çelik makaslar cephe kaplaması elemanları içinde stabilite sağlayacaktır ve döşemenin rijit diyafram davranışı göstermesinde yardımcı olacaktır.

Yapı üzerindeki kolon ve kirişler geniş başlıklı jumbo profillerden seçilmiştir. Taşıyıcı elemanların kesitleri gerilme, stabilite ve deformasyon tahkiklerine göre belirlenmiştir

Yapının ön boyutlandırmasında temel zemin etkileşimleri ihmal edilmiş ve yapının alt bağlantılar rijit bağlantı olarak alınmıştır.

Yapıda kolon – kiriş ve kiriş – kiriş birleşimlerinde 10.9 kalitesinde yüksek mukavemetli bulon, ankraj için ise 5.6 kalitesinde ankraj bulonu kullanılmıştır. Rijit kolon kiriş birleşimlerinde şartnamenin belirttiği miktarda öngerme verilmiş SLP tipi bulonlar tali kirişlerin bağlantılarında ise SL tipi bulonlar kullanılmıştır. Bulon için emniyet gerilmeleri Çizelge 4.1’de, kaynak emniyet gerilmeleri de Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 : Bulon Emniyet Gerilmeleri

Bulon Kalitesi	τ_{sem} kN/cm ²		σ_{lem} kN/cm ²		σ_{zem} kN/cm ²	
	H	HZ	H	HZ	H	HZ
10.9	28	32	32	36	36	41
5.6	14	16	28	32	11.2	11.2

Çizelge 4.2 : Kaynak Emniyet Gerilmeleri

Kaynak Türü	Gerilme Durumu		Röntgen Kontrolü	Emniyet Gerilmeleri	
				H (kN/cm ²)	HZ (kN/cm ²)
Küt	Basınç, Eğilmede Basınç	σ_k	Yapılmış veya Yapılmamış	14	16
			Yapılmış, ayrıca profilin ortalama başlık kalınlığı $t \leq 11\text{mm}$	11	12.5
			Yapılmamış ve $t > 11\text{mm}$	7.0	8.0
	Çekme, Eğilmede Çekme	σ_k	Yapılmış	14	16
			Yapılmamış	11	12.5
	Çekme, Eğilmede Çekme	σ_k	Yapılmış	14	16
Köşe	Basınç, Çekme, Eğilmede Basınç ve Çekme	σ_k	Yapılmış	11	12.5
	Kıyaslama	σ_v	Yapılmış veya Yapılmamış	11	12.5
	Sınır	σ_s	Yapılmış veya Yapılmamış	7.5	7.5
Genel	Kayma	τ_k	Yapılmış veya Yapılmamış	11	12.5

4.1 Kompozit Döşeme Ön Boyutlaması

Kompozit çalışmanın gerçekleşebilmesi için, katlanmış çelik sac ile betonun beraber çalışması gerekir. Sac ile beton arasındaki aderans, bu beraber çalışma için yeterli olmadığı için, beton dökülmeden evvel saca çelik kamalar kaynaklanır. Bu kamalar ve çelik sac ile beton eğilirken oluşan içsel kuvvetler iki malzeme arasında güvenle dağıtılır ve elemanlar beraber çalışmış olur.

Betonarme plağa minimum oranda hasır donatı konulmuştur. Hasır donatı konulmasının sebebi yükün beton içinde homojen dağıtımını sağlamaktır. Korozyona dayanıklı olması açısından galvanize sac kullanılmıştır.

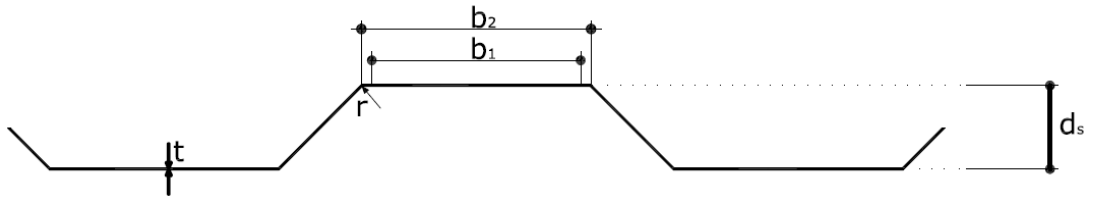
Beraber çalışma öncesi katlanmış çelik sac hesabı için yük olarak çelik sacın kendi ağırlığı, beton plak ağırlığı ve 100 kg/m² inşaat süreci hareketli yükü alınmıştır. Ayrıca katlanmış sactaki kesit zorları sürekli kiriş hesabına göre belirlenmiştir.

Beraber çalışma başladıktan sonra kompozit plak bütün işletme yüklerini (sabit, hareketli) taşıyacak şekilde dizayn edilmiştir. Kesit zorları, sürekli olarak ard arda konmuş basit kirişler dizisi kabulü ile belirlenmiştir.

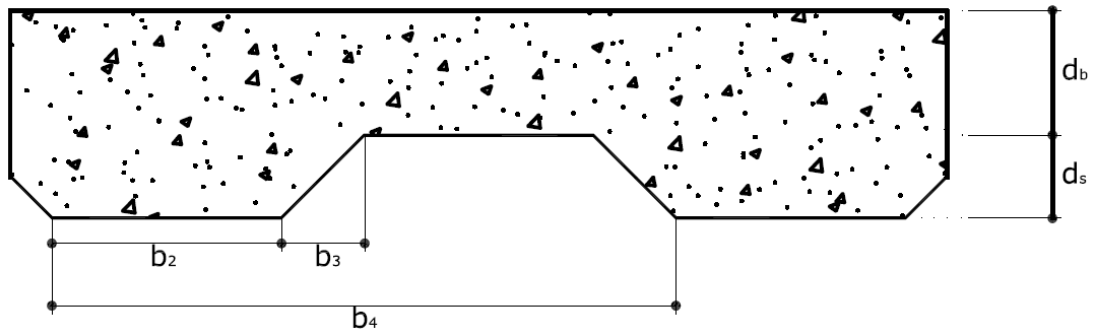
4.1.1 Trapez sacın boyutlandırılması

4.1.1.1 Kompozit çalışma öncesi (1 metre genişlik için)

Trapez sac kesit ince cidarlı bir yapıya sahip olduğundan yerel buruşma yapabileceği öngörülmüş ve bu sebepten mukavemet hesaplarında elastik hesap yöntemi kullanılmıştır. Trapez kesite ait kesit özellikleri aşağıda listelenmiştir. Trapez sac eleman için maksimum mesnet açıklığı (l') 160 cm olarak alınmış ve izin verilen deplasman sınır değeri olarak $160 \div 150 = 1.07$ cm kabul edilmiştir.



Şekil 4.1 : Trapez Eleman Kesit Özellikleri



Şekil 4.2 : Kompozit Sistem Kesit Özellikleri

$$t = 1 \text{ mm}$$

$$d_s = 40 \text{ mm}$$

$$d_b = 60 \text{ mm}$$

$$r = 5 \text{ mm}$$

$$b_1 = 100 \text{ mm}$$

$$b_2 = 110 \text{ mm}$$

$$b_3 = 40 \text{ mm}$$

$$b_4 = 300 \text{ mm}$$

Trapez sac alanı

$$A_s = 2 \times (11 + \sqrt{4^2 + 4^2}) \times \frac{100}{30} \times 0.1 = 11.10 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Trapez sac ağırlığı

$$g_s = 0.00111 \times 1 \times 7.85 = 0.0087 \text{ ton/m}^2$$

Trapez sac atalet momenti

$$I_s = \frac{100}{30} \times 2 \times \left(\frac{0.1 \times 4^3}{12} + 0.1 \times 11 \times 1.95^2 \right) = 31.44 \text{ cm}^4$$

$$\frac{b_2}{t} = \frac{11}{0.1} = 110 > 45 \sqrt{\frac{2.35}{2.2}} = 46.5$$

Kalın cidarlı hesap yapılamaz

$$\frac{b_1}{t} = \frac{10}{0.1} = 100 < 500, \quad d'_g = \sqrt{4^2 + 4^2} - 2 \times 0.5 = 4.65 \text{ cm}$$

$$\frac{d'_g}{t} = \frac{4.65}{0.1} = 46.5 < 150$$

İnce cidarlı hesap yapılabilir

$$b_e = 1.64 \times 0.1 \times \sqrt{\frac{2100}{13.2}} = 6.54 \text{ cm}, \quad b_2 - b_e = 11 - 6.54 = 4.46 \text{ cm}$$

$$y' = \frac{-4.46 \times 0.1 \times 4 \times 1.95}{11.10 - 4.46 \times 0.1 \times 4} = -0.373 \text{ cm}$$

$$I_e = 31.44 - 4 \times 4.46 \times 0.1 \times 1.95^2 - (11.10 - 4 \times 4.46 \times 0.1) \times 0.373^2 = 23.35 \text{ cm}^4$$

$$W_e = \frac{23.35}{2.373} = 9.84 \text{ cm}^3$$

Kompozit davranış başlamadan trapez sac elemana ait kesit zorları hesaplanırken eleman üzerinde oluşan yükleme eleman öz ağırlığı, beton plak ağırlığı ve 100 kg/m^2 inşaat süreci hareketli yükü kullanılarak bulunmuştur.

$$g_b = (1 \times 0.06 + \frac{1}{0.3} \times \frac{0.11 + 0.19}{2} \times 0.04) \times 1 \times 2.5 = 0.200 \text{ ton/m}^2$$

$$g_t = 0.200 + 0.0087 = 0.2087 \text{ ton} / m^2, \quad p_i = .0100 \text{ ton} / m^2$$

$$\max |M| = (0.08 \times 0.2087 + 0.117 \times 0.100) \times 1 \times 1.6^2 = 0.073 \text{ tm}$$

$$\max |Q| = (0.60 \times 0.2087 + 0.617 \times 0.100) \times 1 \times 1.6 = 0.30 \text{ t}$$

Gerilme Kontrolü:

$$\sigma = \frac{7.3}{9.84} = 0.74 \text{ t} / cm^2 < \sigma_{em} = 2.2 \times 0.6 = 1.32 \text{ t} / cm^2$$

$$\tau = \frac{0.3}{2 \times (4 - 2 \times 0.1) \times 0.1 \times 4} = 0.099 \text{ t} / cm^2$$

$$\sigma_v = \sqrt{1.32^2 + 3 \times 0.099^2} = 1.33 \text{ t} / cm^2 < \sigma_{em} = 2.2 \times 0.75 = 1.65 \text{ t} / cm^2$$

Sehim Kontrolü:

$$\max f = (0.00677 \times 2.087 + 0.00990 \times 1) \times 160^4 \times \frac{1}{2.1 \times 10^6 \times 31.44} = 0.24 \text{ cm} < \frac{160}{150} = 1.07 \text{ cm}$$

4.1.1.2 Kompozit çalışma sırasında (1 metre genişlik için)

Beton ve trapez sacın kompozit çalışması sırasında oluşan kesit zorları hesabı ve deplasman kontrolü yapılırken sistem iki ucu mafsallı basit kiriş olarak alınmış ve maksimum izin verilen deplasman limiti $160 \div 300 = 0.53 \text{ cm}$ olarak kabul edilmiştir. Eleman üzerinde oluşan yükleme eleman öz ağırlığı, beton plak ağırlığı, şap ve kaplama ağırlığı ve $500 \text{ kg} / m^2$ hareketli yük kullanılarak bulunmuştur.

$$Sap + Kaplama = 0.154 \text{ ton} / m^2$$

Gerilme Kontrolü:

$$g_t = 0.2087 + 0.154 + 0.500 = 0.8627 \text{ ton} / m^2$$

$$g_t^* = 0.8627 \times 1.7 = 1.47 \text{ ton} / m^2$$

$$\max |M| = \frac{1.47 \times 1 \times 1.6^2}{8} = 0.47 \text{ tm}$$

$$\max |Q| = \frac{1.47 \times 1 \times 1.6}{2} = 1.18 \text{ t}$$

$$Z = 1 \times 2.2 \times 11.10 = 24.42 \text{ t}$$

$$y = \frac{244.2}{0.7 \times 2.5 \times 100} = 1.39 \text{ cm} < \left\{ \begin{array}{l} d_0 = 7 \text{ cm} \\ \frac{d_s}{2} = \frac{9.5}{2} = 4.75 \text{ cm} \end{array} \right\}$$

$$M_u = 24.42 \times \left(7 - \frac{1.39}{2} \right) = 153.97 \text{ tcm}$$

$$\max |M| = 0.47 \text{ tm} < M_u = 1.54 \text{ tm}$$

Sehim Kontrolü:

$$n = \frac{E_b}{E_a} = \frac{21000}{3180} = 6.604$$

$$Eşdeğer kesit = \frac{100}{2 \times 6.604} = 7.57 \text{ cm}$$

$$F_b = 6 \times 7.57 = 45.42 \text{ cm}^2, \quad F_a = 11.10 \text{ cm}^2$$

$$y_0 = \frac{45.42 \times 3 + 11.10 \times 8}{45.42 + 11.10} = 3.98 \text{ cm}$$

$$y_u = 6 + 4 - 3.98 = 6.02 \text{ cm}$$

$$I_x = \frac{7.57 \times 6^3}{12} + 45.42 \times (3.98 - 3)^2 + 31.44 + 11.10 \times (6.02 - 2)^2 = 390.70 \text{ cm}^4$$

$$f = \frac{5}{384} \times \frac{0.051 \times 160^4}{2.1 \times 10^4 \times 390.70} = 0.053 \text{ cm} < \frac{160}{300} = 0.53 \text{ cm}$$

4.1.2 Kompozit kirişin boyutlandırılması

Çelik kirişler üzerine beton plak dökülerek oluşturulan döşeme sistemlerinde sadece ölü yük olarak duran betonarme plak yüzünden taşıyıcı konumdaki çelik kirişlerin profilleri çok büyük çıkmaktadır. Ancak betonarme plak ile çelik kirişlerin beraber çalışması sağlanıp kompozit döşeme sistem oluşturulabilirse hem ekonomik hem de mühendisçe bir çözüm elde edilmiş olunur. Bu tip sistemlerde eğilmeden ileri gelen çekme ve basınç kuvvet çiftinin çekme bileşeni çelik profil ile, basınç bileşeni ise ya yalnız betonarme plak ile ya da hem betonarme plak hem de çelik profil ile taşınmaktadır. Sonuç olarak basınç kuvvetlerinin ya tümünden ya da büyük bir

kısından kurtulmuş olan elik profil ebatları küçülmektedir. Bunun yanında betonarmenin l yük olmaktan çıkartılıp elik ve betonarme arasında kompozit çalışmanın sağlanması momentin bölüneceği manivela kolunun büyümesine ve kuvvet çiftinin değerlerinin azalmasına neden olacağından ilave bir tasarruf sağlanmış olunur. Kompozit kirişlerin hesabı elastik yöntem kullanılarak kesit etkileri dağıtımı yöntemine göre yapılmıştır. Karma kiriş enkesitine etki eden eğilme momenti, kesiti oluşturan elik profil ve betonarme plağa atalet momentlerinin ideal kesitin atalet momentine oranları lsnde paylaştırılır. Binanın genelini kapsayan konut ve otel odalarında kullanılacak olan kompozit sistem elemanlarına ait kontroller aşağıda yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, ETABS programından elde edilen sonuçlar ile benzerlik gösterdiğinden diğer katlar için tekrar elle kontrol yapılmamış program ıktıları kullanılmıştır. Normal katlar için seçilen IPE 330 elik profil, şekil 4.4 de gösterilen kesit özelliklerine sahip kompozit sistem içerisinde kullanılmıştır. Etkili tabla genişliği b_{eff} 160cm olarak alınmıştır. Bu değer I_x kiriş açıklığı, d tabla kalınlığı ve b_{a0} elik profil st başlık genişliği olmak üzere, $I_x/4$ ve $16d + b_{a0}$ sınır değerlerinden küçüktür. Seçilen ST52 kalitesindeki IPE 330 profile ait kesit özellikleri aşağıdaki gibidir.

$$\text{Kesit alanı } (F_a) = 62.6 \text{ cm}^2$$

$$\text{Atalet Momenti } (I_a) = 11770 \text{ cm}^4$$

$$\text{Mukavemet Momenti } (W_a) = 713.33 \text{ cm}^3$$

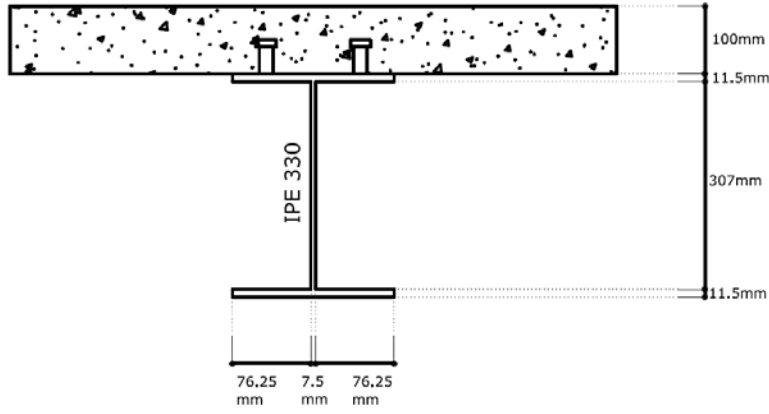
$$\text{Emniyet Gerilmesi } (\sigma_{em}) = 21.0 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Elastisite Modülü } (E_a) = 21000 \text{ kN/cm}^2$$

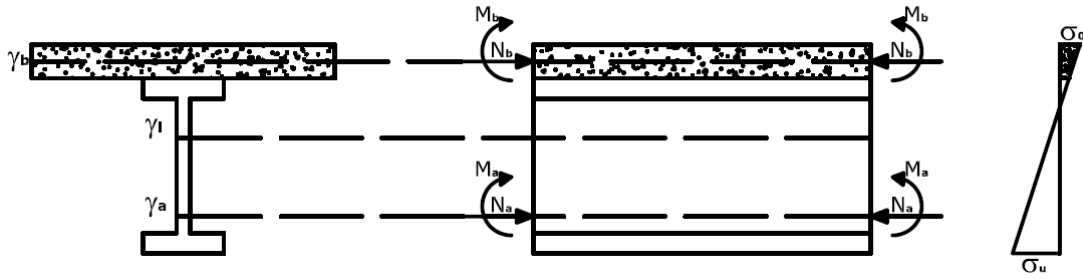
Kompozit sistem içerisinde kullanılan BS30 kalitesindeki betonun teknik özellikleri ise aşağıdaki gibidir.

$$\text{Emniyet Gerilmesi } (\sigma_{em}) = 0.77 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{Elastisite Modülü } (E_b) = 3180 \text{ kN/cm}^2$$



Şekil 4.3 : Kompozit Sistem Genel Kesiti



Şekil 4.4 : Kesit Etkileri Dağıtım Yöntemi

4.1.2.1 Kompozit döşeme hesabı için yük analizi ve kontroller

Şap + Kaplama (7 cm)..... $0.07 \times 2.2 = 0.154 \text{ t/m}^2$

Asma Tavan..... $= 0.050 \text{ t/m}^2$

İzolasyon..... $= 0.010 \text{ t/m}^2$

Betonarme Plak (ortalama 8cm)..... $= 0.200 \text{ t/m}^2$

$G = 0.414 \text{ t/m}^2$

$P = 0.200 \text{ t/m}^2$

Çelik Profil Ağırlığı (IPE330)..... $= 0.049 \text{ t/m}$

Kompozit kesit üzerine etkiyen toplam yük miktarı :

$$1.6 \times (0.414 + 0.200) + 0.049 = 1.0314 \text{ t/m}$$

$$F_b = 10 \times 160 = 1600 \text{ cm}^2$$

Beton enkesit alanı

$$I_b = \frac{10^3 \times 160}{12} = 13333.33 \text{ cm}^4$$

Beton kesit atalet momenti

$$n = \frac{21000}{3180} = 6.604$$

$$F'_b = \frac{1600}{6.604} = 242.29 \text{ cm}^2$$

Etkili beton enkesit alanı

$$F_i = 242.29 + 62.6 = 304.89 \text{ cm}^2$$

Kompozit sistem enkesit alanı

Kompozit sistem ağırlık merkezi hesabı:

$$X = \frac{242.29 \times (10 \div 2) + 62.6 \times (10 + (33 \div 2))}{304.89} = 9.41 \text{ cm}$$

Bulunan ağırlık merkezi mesafesi beton plak kalınlığından az olduğu için sisteme ait ağırlık merkezi hesabı Denklem 4.1'e göre tekrarlanacak bulunan sonuçlar içerisinde beton plak kalınlığından küçük olan ağırlık merkezi mesafesi olarak alınacaktır.

$$\frac{b}{2n} x^2 + F_a \times h_s = F_i \times x \quad (4.1)$$

Denklem 4.1'e göre yapılan hesapta $X_1=17.21 \text{ cm}$, $X_2=7.96 \text{ cm}$ olarak bulunmuştur. Bu sonuçlardan beton plak kalınlığı 10 cm 'den küçük olan X_2 ağırlık merkezi mesafesi olarak alınıp işlemlere devam edilmiştir.

$$L_a = (33 \div 2) + 10 - 7.96 = 18.54 \text{ cm} \quad \text{Çelik profilin ağırlık merkezine uzaklığı}$$

$$I_i = 11770 + (62.6 \times 18.54^2) + \frac{13333.33}{6.604} + \frac{1600}{6.604} \times (7.96 - 5)^2 = 37432.7 \text{ cm}^4$$

Kompozit sistem üzerinde oluşan kesit zorları:

$$M_0 = \frac{1.0314 \times 8^2}{8} = 8.25 \text{ tm}$$

$$M_a = \frac{11770}{37432.7} \times 8.25 = 2.59 \text{ tm}$$

$$M_b = \frac{13333.33}{6.604 \times 37432.7} \times 8.25 = 0.45tm$$

$$N = N_a = N_b = \frac{62.6 \times 18.54}{37432.7} \times 8.25 = 81.38t$$

Gerilme Kontrolü:

$$\sigma_b = \frac{81.38}{1600} + \frac{(0.45 \times 100) \times 10}{2 \times 13333.33} = 0.067t/cm^2 < \sigma_{bem} = 0.077t/cm^2$$

$$\sigma_a = \frac{81.38}{62.6} + \frac{(2.59 \times 100) \times (33 \div 2)}{11770} = 1.66t/cm^2 < \sigma_{aem} = 2.10t/cm^2$$

Sehim Kontrolü:

$$b^* = \frac{160}{2 \times 6.604} = 12.11cm$$

$$X = \frac{12.11 \times 10 \times (10 \div 2) + 62.6 \times (33 \div 2 + 10)}{12.11 \times 10 \times 62.6} = 12.32cm$$

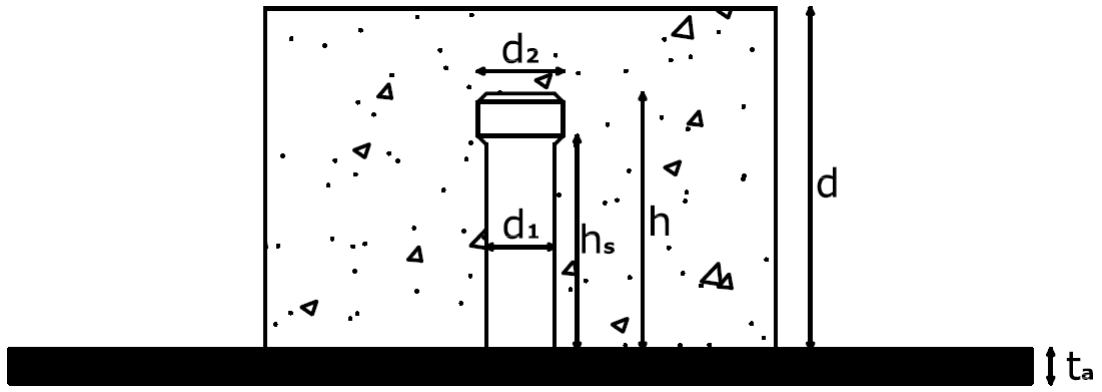
$$I_x = \frac{12.11 \times 10^3}{12} + 12.11 \times 10 \times (12.32 - 5)^2 + 62.6 \times (33 \div 2 + 10 - 12.32)^2 + 11770 = 31857cm^4$$

$$f = \frac{5}{384} \times \frac{1.034 \times 8^4}{2.1 \times 31857 \times 10^{-1}} = 0.008m = 0.8cm < \frac{800}{360} = 2.22cm$$

4.1.2.2 Kayma elemanları için kontroller

Kompozit sistemlerde betonarme plak ile çelik profilin bir bütün olarak çalışabilmeleri ancak yeterli dayanım ve adette kayma elemanının sistem içerisinde kullanılması ile mümkündür. Kayma elemanlarının uyması gereken kesit özellikleri aşağıda sıralanmıştır.

$h_s \geq 5cm$, $d_1 \leq 2 ta$, $d_1 \leq 2.3cm$, $d_2 \geq 1.5 d_1$, enine doğrultuda başlık saplamalarının birbirine olan uzaklıkları $e \geq 4 d1$, boyuna doğrultuda başlık saplamalarının birbirine olan uzaklıkları $e_b \geq 5 d1$ ve $e_b \leq 4 d \leq 60cm$ olmalıdır. Kayma elemanı olarak akma sınırı $3.56 t/cm^2$ ($35 kN/cm^2$), boyu $8 cm$, kalınlığı $2.2 cm$ olan kamalar seçilmiştir.



Şekil 4.5 : Kesit Etkileri Dağıtımı Yöntemi

$$\alpha_{br} = \begin{cases} \frac{h}{d_1} = 3, \alpha_{br} = 0.85 \\ \frac{h}{d_1} \geq 4, \alpha_{br} = 1.00 \end{cases}, \frac{h}{d_1} = \frac{8}{2.2} = 3.64 \Rightarrow \alpha_{br} = 0.975$$

$$H_{lu} = \min \begin{cases} 0.32 \times 0.975 \times 2.2^2 \times \sqrt{2.5 \times 3180} = 134.64 kN = 13.73 \text{ ton} \\ 0.55 \times 2.2^2 \times 35 = 93.17 kN = 9.50 \text{ ton} \end{cases}$$

$$H = \min \begin{cases} Z = 1 \times 24 \times 62.60 = 1502.40 kN = 153.20 \text{ ton} \\ D = 0.74 \times 2.5 \times 160 \times 10 = 2960 kN = 301.80 \text{ ton} \end{cases}$$

$$n_h = \frac{153.20}{0.85 \times 9.50} = 18.97 \Rightarrow 19 \text{ adet}$$

$$e_b = \begin{cases} \geq 5 \times 2.2 = 11 \text{ cm} \\ \leq 3 \times 10 = 30 \text{ cm} \\ \leq 60 \text{ cm} \end{cases}$$

Kayma kamaları 30cm ara ile çakılacaktır.

5. YAPININ ETABS MODELİNDE KULLANILAN PARAMETRELER

5.1 Yük Tanımları

Etabs programında yükleme kombinasyonları “Eşdeğer Deprem Yüğü” ve “Modal Analiz” yöntemleri için ayrı ayrı oluşturulmuştur. Yükleme kombinasyonlarında

Ölü Yüğü için	“G”	İnşa safhası ölü yüğü	“CG”
Hareketli yüğü için	“P”	İnşa safhası hareketli yüğü	“CP”
Deprem yüklemesi için	“E”	Balo salonu hareketli yüğü	“DP”
Rüzgar yüğü için	“W”		
Toprak yüğü için	“H”		

Kısaltmaları kullanılmıştır.

Eşdeğer Deprem Yüğü yöntemi için oluşturulan yükleme kombinasyonlarında:

EX : X yönünde eksantrisitesiz

EX1: X yönünde +0.05 eksantrisiteli

EX2: X yönünde -0.05 eksantrisiteli

EY: Y yönünde eksantrisitesiz

EY1: Y yönünde +0.05 eksantrisiteli

EY2: Y yönünde -0.05 eksantrisiteli

Yükleme durumlarını göstermektedir.

Modal Analiz yöntemine göre oluşturulan kombinasyonlarda ise:

SPECX: X Yönünde 0.05 eksantrisiteli

SPECY: Y Yönünde 0.05 eksantrisiteli

Yükleme durumlarını göstermektedir.

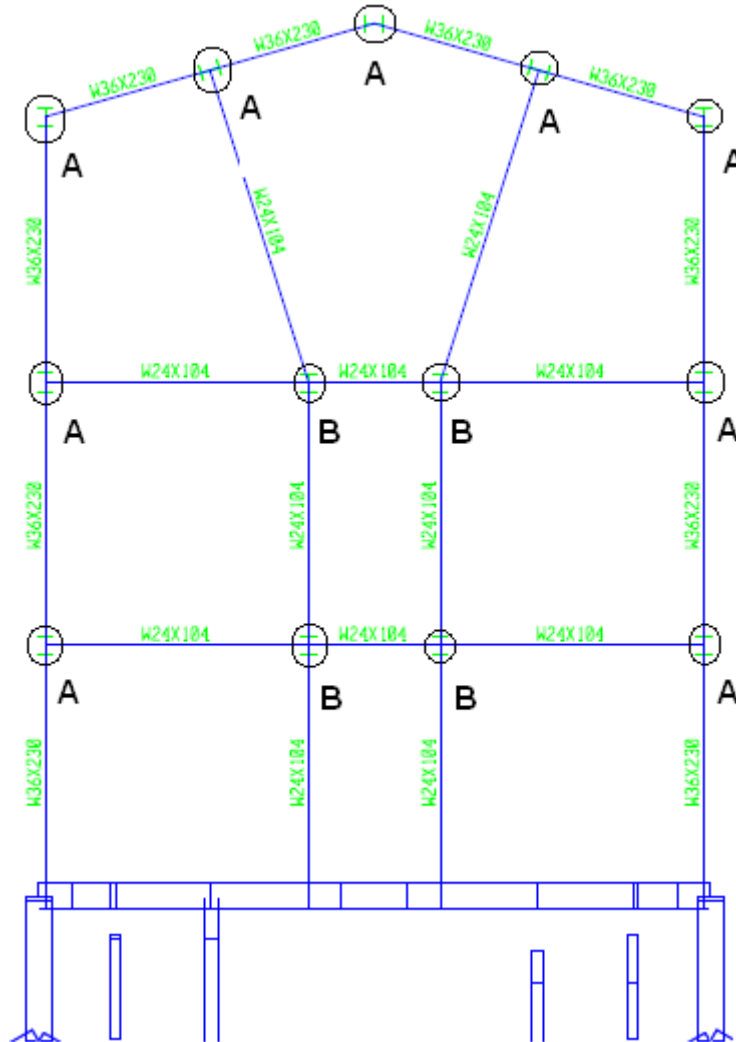
Bu yükleme durumlarına göre oluşturulan kombinasyonlar ve kombinasyon numaraları Çizelge 5.1 de gösterilmiştir.

Çizelge 5.1 : 2007 Yönetmeliğine Göre Yükleme Kombinasyonları

Kombinasyon Numarası	Ölü Yükleme	Hareketli Yükleme	Deprem Yükleme		Diğer Yükleme
Comb 1	1.4G	1.6P			
Comb 2	1G	1P	1EX	0.3EY	
Comb 3	1G	1P	1EX1	0.3EY	
Comb 4	1G	1P	1EX2	0.3EY	
Comb 5	1G	1P	-1EX	-0.3EY	
Comb 6	1G	1P	-1EX1	-0.3EY	
Comb 7	1G	1P	-1EX2	-0.3EY	
Comb 8	1G	1P	1EY	0.3EX	
Comb 9	1G	1P	1EY1	0.3EX	
Comb 10	1G	1P	1EY2	0.3EX	
Comb 11	1G	1P	-1EY	-0.3EX	
Comb 12	1G	1P	-1EY1	-0.3EX	
Comb 13	1G	1P	-1EY2	-0.3EX	
Comb 14	0.9G		1EX	0.3EY	
Comb 15	0.9G		1EX1	0.3EY	
Comb 16	0.9G		1EX2	0.3EY	
Comb 17	0.9G		-1EX	-0.3EY	
Comb 18	0.9G		-1EX1	-0.3EY	
Comb 19	0.9G		-1EX2	-0.3EY	
Comb 20	0.9G		1EY	0.3EX	
Comb 21	0.9G		1EY1	0.3EX	
Comb 22	0.9G		1EY2	0.3EX	
Comb 23	0.9G		-1EY	-0.3EX	
Comb 24	0.9G		-1EY1	-0.3EX	
Comb 25	0.9G		-1EY2	-0.3EX	
Comb 26	1G	1P			
Comb 27	0.9G				1.6H
Comb 28	1.4G	1.6P			1.6H
Comb 29	1G	1P	1EX	0.3EY	1H
Comb 30	1G	1P	-1EX	-0.3EY	1H
Comb 31	1G	1P	1EY	0.3EX	1H
Comb 32	1G	1P	-1EY	-0.3EX	1H
Comb 33	1G	1P	2.5EX		
Comb 34	1G	1P	2.5EY		
Comb 35	0.9G		2.5EX		
Comb 36	0.9G		2.5EY		
Comb 37	1G	1P	1SPECX	0.3SPECY	
Comb 38	1G	1P	1SPECY	0.3SPECX	
Comb 39	0.9G		1SPECX	0.3SPECY	
Comb 40	0.9G		1SPECY	0.3SPECX	
Comb 41	1G	1P	2.5SPECX		
Comb 42	1G	1P	2.5SPECY		
Comb 43	1G	1P			1W
Comb 44	1G	1P			-1W
Comb 45	0.9G				1W
Comb 46	0.9G				-1W
Comb 47	1CG	1CP			
Comb 48	1G	1.25DP			

5.2 Taşıyıcı Sistem Eleman Tanımları

Çelik elemanlardan oluşan katlarda kullanılan çelik profil kesitleri belirlenirken düşey yüklere göre bir ön hesap yapmış ve uygun olabilecek ilk kesikler belirlenmiştir. Daha sonra bu profiller kullanılarak ETABS programında yapının statik hesap modeli oluşturulmuş ve tüm düşey ve yatay yükler altında oluşan kesit tesirlerine göre elemanlar yeniden boyutlandırılmıştır. Yapıya ait oluşturulan son hesap modelinde kullanılan eleman kesitleri Şekil 5.1’de gösterilmiştir. Şekil 5.1 üzerinde A harfi ile işaretlenmiş dış cephedeki çerçevelerde kullanılan çelik kolon profilleri W14X730, B harfi ile işaretlenmiş iç çerçevelerde kullanılan çelik kolon profilleri W14X665 olarak belirlenmiştir.



Şekil 5.1 : Çelik Eleman Kesitleri

5.3 Deprem Yükünün Hesabı

2007 Deprem yönetmeliğine göre; yapının hesabında dikkate alınacak deprem yükünün nasıl bulunacağı bölüm 2.4 te anlatılmıştır. Mevcut yapı ETABS programı kullanılarak çözümlenirken, “Eşdeğer Deprem Yüğü” ve “Modal Analiz” çözüm yöntemleri uygulanmıştır. Taban kesme kuvveti arasında istenen oran şartı sağlandıktan sonra ise “Modal Analiz” yöntemi ile çözüme devam edilmiştir. Eşdeğer deprem yükü yöntemine göre Bölüm 2, Denklem (2.7) kullanılarak taban kesme kuvveti el ile hesaplanmıştır ve programdaki değerler kontrol edilmiştir. Denklem (2.7) de hesap esnasında kullanılan, “Bina birinci doğal titreşim periyodu” 2007 yönetmeliğinde tariflenen formülizasyon ile bulunmaktadır. Bu değer ETABS dan alınmıştır.

$$T_1 = 2\pi \left(\frac{\sum_{i=1}^N m_i d_{fi}^2}{\sum_{i=1}^N F_{fi} d_{fi}} \right)^{1/2} \quad (5.1)$$

Mevcut yapıda Denklem (5.1) ile bulunan yapı birinci doğal titreşim periyodu;

$$T_1 = 2.8446 \text{ s}$$

$T > T_B$ için Denklem (2.5c) kullanılarak hesaplanan spektrum katsayısı:

$$S(T) = 2.5 \times (0.3/2.8672)^{0.8} = 0.413$$

Yapı ağırlığı kat diyaframlarına göre Çizelge 5.1 de verilmiştir.

Çizelge 5.2 : Kat Ağırlıkları

Kat Numarası	Diyafram Numarası	Kütle	Ağırlık (ton)
Kat 45	D45	212,69	2086,49
Kat 44	D44	276,12	2708,78
Kat 43	D43	227,13	2228,17
Kat 42	D42	227,13	2228,17
Kat 41	D41	227,13	2228,17
Kat 40	D40	227,13	2228,17
Kat 39	D39	227,13	2228,17
Kat 38	D38	227,13	2228,17
Kat 37	D37	227,13	2228,17
Kat 36	D36	227,13	2228,17
Kat 35	D35	227,13	2228,17
Kat 34	D34	227,13	2228,17
Kat 33	D33	227,13	2228,17
Kat 32	D32	227,13	2228,17
Kat 31	D31	227,13	2228,17
Kat 30	D30	227,13	2228,17
Kat 29	D29	227,13	2228,17
Kat 28	D28	227,13	2228,17
Kat 27	D27	227,13	2228,17
Kat 26	D26	227,13	2228,17
Kat 25	D25	227,13	2228,17
Kat 24	D24	227,13	2228,17
Kat 23	D23	227,13	2228,17
Kat 22	D22	227,13	2228,17
Kat 21	D21	227,13	2228,17
Kat 20	D20	227,13	2228,17
Kat 19	D19	227,13	2228,17
Kat 18	D18	227,13	2228,17
Kat 17	D17	227,13	2228,17
Kat 16	D16	227,13	2228,17
Kat 15	D15	227,13	2228,17
Kat 14	D14	227,13	2228,17
Kat 13	D13	227,13	2228,17
Kat 12	D12	227,13	2228,17
Kat 11	D11	227,13	2228,17
Kat 10	D10	227,13	2228,17
Kat 9	D9	227,13	2228,17
Kat 8	D8	227,13	2228,17
Kat 7	D7	227,13	2228,17
Kat 6	D6	227,13	2228,17
Kat 5	D5	247,07	2423,77
Kat 4	D4	985,40	9666,76

Toplam 10352,30 101556,08

Denklem (2.7) taban kesme kuvveti formülünde ilgili değerler yerine konulursa

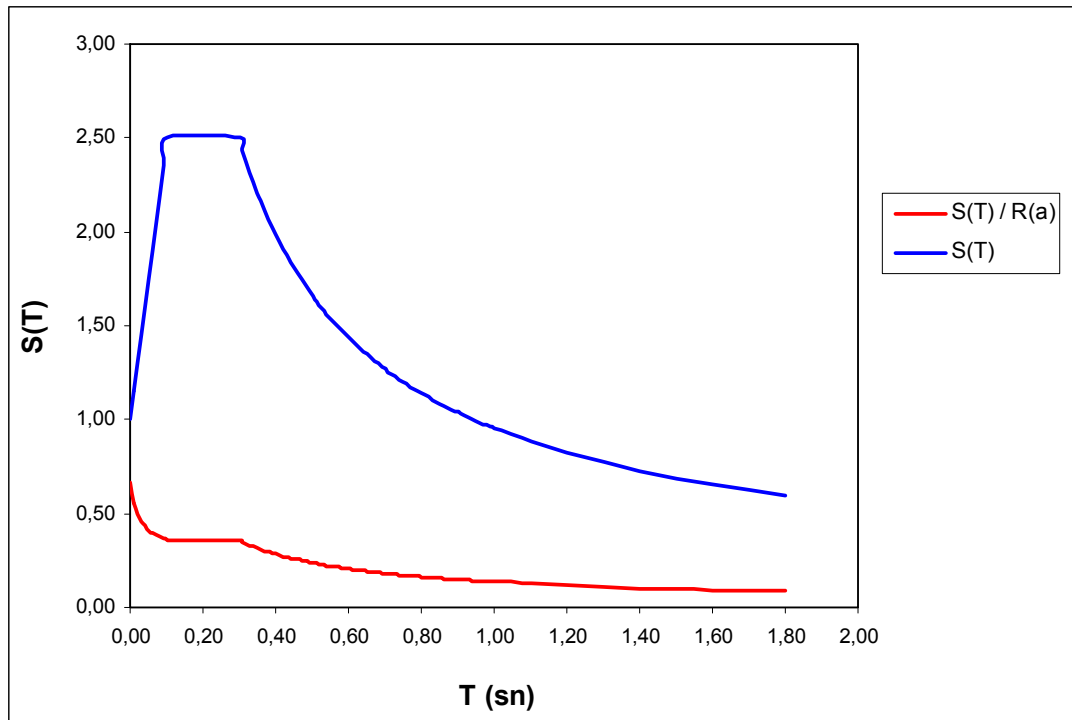
$$V_t = \frac{W A(T_1)}{R_a(T_1)} \geq 0.10 A_o I W$$

$$V_t = \frac{101556.08 \times 0.4 \times 1.0 \times 0.413}{7} = 2396.72 \text{ ton}$$

Modal analizde kullanılacak taban kesme kuvvetleri hesabı için β katsayısı yapıda A1, B2 ve B3 düzensizliklerinden hiçbirini bulunmadığından 0.8 olarak alınmaktadır. Buna göre modal analiz sonucunda bulunacak yapıya etkiyen taban kesme kuvvetinin minimum değeri

$$V_t = 2396.72 \times 0.8 \text{ ton} \\ = 1917.4 \text{ ton}$$

olarak bulunmuştur. Ayrıca modal analiz hesabı için zemin sınıfı Z1 ve taşıyıcı sistem davranış katsayısı $R=7$ için hazırlanan ve Şekil 5.2’de gösterilen grafik kullanılmıştır. Hesaba katılacak yeterli titreşim modunun belirlenmesinde 2007 deprem yönetmeliğine göre bina kütlelerinin en az %90’ının yapı doğal titreşim periyotlarına katılmış olması gerekmektedir. Değerlendirilen yapı için 60 moda göre hesap yapılmış ve her iki yön için de bina kütlelerinin %90’ından fazlasının bu 60 mod içerisine dahil olduğu Çizelge 5.4’de gösterilmiştir.



Şekil 5.2 : Z1, R=7 Değerleri için S(T) – T Grafiği

Yapılan modal analiz sonucunda elde edilen taban kesme kuvvetleri 1927.4 tonun üzerinde olduğundan yapı üzerinde kontroller yapılırken modal analiz sonuçları kullanılmıştır.

Çizelge 5.3 : Modal Analiz Sonucu Elde Edilen Taban Kesme Kuvvetleri

Kat	Yük	Kat Kesme Kuvveti	Yük	Kat Kesme Kuvveti
STORY 45	SPECX	422,06	SPECY	433,19
STORY 44	SPECX	699,74	SPECY	711,86
STORY 43	SPECX	872,94	SPECY	879,05
STORY 42	SPECX	990,78	SPECY	989,26
STORY 41	SPECX	1065,14	SPECY	1060,69
STORY 40	SPECX	1117,78	SPECY	1117,1
STORY 39	SPECX	1168,97	SPECY	1175,43
STORY 38	SPECX	1221,47	SPECY	1234,01
STORY 37	SPECX	1269,64	SPECY	1284,93
STORY 36	SPECX	1311,08	SPECY	1324,82
STORY 35	SPECX	1343,65	SPECY	1352,16
STORY 34	SPECX	1364,91	SPECY	1368,58
STORY 33	SPECX	1378,26	SPECY	1381,41
STORY 32	SPECX	1391,98	SPECY	1397,58
STORY 31	SPECX	1411,1	SPECY	1419,07
STORY 30	SPECX	1435,74	SPECY	1445,81
STORY 29	SPECX	1465,65	SPECY	1476,38
STORY 28	SPECX	1499,61	SPECY	1507,83
STORY 27	SPECX	1533,26	SPECY	1538,6
STORY 26	SPECX	1564,11	SPECY	1569,18
STORY 25	SPECX	1594,91	SPECY	1600,14
STORY 24	SPECX	1627,88	SPECY	1631,88
STORY 23	SPECX	1661,49	SPECY	1664,83
STORY 22	SPECX	1694,31	SPECY	1698,63
STORY 21	SPECX	1726,69	SPECY	1732,83
STORY 20	SPECX	1759,47	SPECY	1767,6
STORY 19	SPECX	1794,17	SPECY	1803,42
STORY 18	SPECX	1832,06	SPECY	1841,21
STORY 17	SPECX	1873,14	SPECY	1882,25
STORY 16	SPECX	1917,74	SPECY	1927,26
STORY 15	SPECX	1966,56	SPECY	1976,57
STORY 14	SPECX	2019,29	SPECY	2030,22
STORY 13	SPECX	2075,78	SPECY	2087,55
STORY 12	SPECX	2136,49	SPECY	2147,9
STORY 11	SPECX	2200,73	SPECY	2211,09
STORY 10	SPECX	2266,96	SPECY	2276,35
STORY 9	SPECX	2333,98	SPECY	2342,58
STORY 8	SPECX	2400,34	SPECY	2408,52
STORY 7	SPECX	2463,53	SPECY	2471,47
STORY 6	SPECX	2520,58	SPECY	2527,69
STORY 5	SPECX	2571,49	SPECY	2577,96
STORY 4	SPECX	2807,79	SPECY	2772,13

Çizelge 5.4 : Sistemin Doğal Titreşim Periyodları İçerisindeki Kütle Katılım Oranları

Mod	Periyod	X Yönünde Katılan Kütle Oranı	Y Yönünde Katılan Kütle Oranı
1	2,8446	49,74	1,03
2	2,8227	1,03	49,70
3	1,1831	0,00	0,00
4	0,6227	14,73	0,16
5	0,6173	0,16	14,61
6	0,3929	0,00	0,00
7	0,2757	5,86	0,02
8	0,2733	0,02	5,68
9	0,2341	0,00	0,00
10	0,1704	4,55	0,00
11	0,1686	0,01	4,36
12	0,1662	0,09	0,00
13	0,1288	0,04	0,00
14	0,1224	5,44	0,00
15	0,1208	0,00	5,05
16	0,1050	0,01	0,00
17	0,0973	6,22	0,00
18	0,0955	0,00	6,45
19	0,0886	0,02	0,00
20	0,0809	3,61	0,00
21	0,0797	0,00	4,70
22	0,0767	0,12	0,00
23	0,0683	0,13	0,00
24	0,0677	1,40	0,01
25	0,0673	0,01	1,98
26	0,0628	0,28	0,00
27	0,0588	0,03	0,00
28	0,0577	0,82	0,01
29	0,0574	0,01	0,88
30	0,0538	0,01	0,00
31	0,0513	0,01	0,01
32	0,0513	0,01	0,00
33	0,0501	0,33	0,00
34	0,0497	0,00	0,51
35	0,0495	0,15	0,00
36	0,0493	0,00	0,00
37	0,0455	0,00	0,00
38	0,0440	0,41	0,01
39	0,0438	0,01	0,40
40	0,0423	0,00	0,00
41	0,0395	0,23	0,01
42	0,0394	0,27	0,01
43	0,0392	0,01	0,41
44	0,0370	0,00	0,00
45	0,0360	0,81	0,01
46	0,0357	0,01	0,53
47	0,0349	0,00	0,00
48	0,0335	0,90	0,00
49	0,0330	0,02	0,01
50	0,0329	0,01	0,66
51	0,0314	0,18	0,00
52	0,0312	0,25	0,00
53	0,0307	0,00	0,45
54	0,0306	0,00	0,08
55	0,0303	0,00	0,02
56	0,0302	0,00	0,00
57	0,0298	0,00	0,00
58	0,0291	0,15	0,00
59	0,0288	0,00	0,00
60	0,0288	0,00	0,00
Toplam		98,12	97,77

6. YAPININ 2007 DEPREM YÖNETMELİĞİNE GÖRE KONTROLLERİ

6.1 Göreli Kat Ötelemesi Kontrolü

2007 deprem yönetmeliğine göre: Herhangi bir kolon veya perde için, ardışık iki kat arasındaki yer değiştirme farkını veren ifade, göreli kat ötelemesi olarak tanımlanmış olup, bu değer Denklem (6.1) ile hesaplanır, [3].

$$\Delta_i = d_i - d_{i-1} \quad (6.1)$$

Binanın her bir katının bir alt katına göre deplasman farkını ifade eden bu değer her bir deprem doğrultusu için binanın herhangi bir i'inci katındaki kolon veya perdelerde Denklem (6.1) e göre hesaplanan değerlerden maksimum olanların, Denklem (6.2) de verilen sınırı aşmaması istenmektedir. Bu koşulun binanın herhangi bir katında sağlanmaması durumunda, taşıyıcı sistemin rijitliği arttırılarak deprem hesabı tekrarlanacaktır.

Bu sınır değerlerin kontrolü Çizelge 6.1 de verilmiştir. Her iki yönde de limit değerin aşılması gibi bir sorun görülmemiştir.

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02 / R \quad (6.2)$$

Çizelge 6.1 : Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

DEPLASMAN KONTROLÜ						
	KAT YÜKSEKLİĞİ (m)	X Yönü		Y Yönü		SINIR DEĞERLER max (Δ_{ix} / h_i)
		KAT DEPLAS. (cm)		KAT DEPLAS. (cm)		
KAT		$\Delta_{ix,max}$	$\Delta_{ix,max} / h_i$	$\Delta_{ix,max}$	$\Delta_{ix,max} / h_i$	0.02 / R
STORY 45	6,00	14,68	0,0010	14,47	0,0010	0,00286
STORY 44	4,00	14,06	0,0010	13,85	0,0010	0,00286
STORY 43	4,00	13,64	0,0010	13,44	0,0010	0,00286
STORY 42	4,00	13,22	0,0010	13,03	0,0010	0,00286
STORY 41	4,00	12,80	0,0010	12,62	0,0010	0,00286
STORY 40	4,00	12,38	0,0011	12,20	0,0010	0,00286
STORY 39	4,00	11,96	0,0011	11,79	0,0010	0,00286
STORY 38	4,00	11,54	0,0011	11,37	0,0010	0,00286
STORY 37	4,00	11,12	0,0011	10,96	0,0010	0,00286
STORY 36	4,00	10,70	0,0011	10,54	0,0010	0,00286
STORY 35	4,00	10,28	0,0011	10,13	0,0010	0,00286
STORY 34	4,00	9,86	0,0011	9,71	0,0010	0,00286
STORY 33	4,00	9,43	0,0010	9,30	0,0010	0,00286
STORY 32	4,00	9,02	0,0010	8,88	0,0010	0,00286
STORY 31	4,00	8,60	0,0010	8,47	0,0010	0,00286
STORY 30	4,00	8,18	0,0010	8,06	0,0010	0,00286
STORY 29	4,00	7,77	0,0010	7,65	0,0010	0,00286
STORY 28	4,00	7,36	0,0010	7,25	0,0010	0,00286
STORY 27	4,00	6,95	0,0010	6,85	0,0010	0,00286
STORY 26	4,00	6,55	0,0010	6,45	0,0010	0,00286
STORY 25	4,00	6,15	0,0010	6,06	0,0010	0,00286
STORY 24	4,00	5,76	0,0010	5,67	0,0010	0,00286
STORY 23	4,00	5,37	0,0010	5,29	0,0009	0,00286
STORY 22	4,00	4,99	0,0009	4,92	0,0009	0,00286
STORY 21	4,00	4,62	0,0009	4,55	0,0009	0,00286
STORY 20	4,00	4,25	0,0009	4,19	0,0009	0,00286
STORY 19	4,00	3,90	0,0009	3,84	0,0009	0,00286
STORY 18	4,00	3,55	0,0008	3,49	0,0008	0,00286
STORY 17	4,00	3,21	0,0008	3,16	0,0008	0,00286
STORY 16	4,00	2,88	0,0008	2,84	0,0008	0,00286
STORY 15	4,00	2,57	0,0008	2,53	0,0007	0,00286
STORY 14	4,00	2,26	0,0007	2,23	0,0007	0,00286
STORY 13	4,00	1,97	0,0007	1,94	0,0007	0,00286
STORY 12	4,00	1,70	0,0007	1,67	0,0006	0,00286
STORY 11	4,00	1,43	0,0006	1,41	0,0006	0,00286
STORY 10	4,00	1,19	0,0006	1,17	0,0006	0,00286
STORY 9	4,00	0,96	0,0005	0,94	0,0005	0,00286
STORY 8	4,00	0,75	0,0005	0,73	0,0005	0,00286
STORY 7	4,00	0,56	0,0004	0,54	0,0004	0,00286
STORY 6	4,00	0,39	0,0004	0,38	0,0004	0,00286
STORY 5	4,00	0,24	0,0003	0,23	0,0003	0,00286
STORY 4	4,00	0,12	0,0001	0,11	0,0001	0,00286
STORY 3	4,00	0,07	0,0001	0,06	0,0001	0,00286
STORY 2	4,00	0,03	0,0000	0,03	0,0000	0,00286
STORY 1	4,00	0,01	0,0000	0,01	0,0000	0,00286

6.2 İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü

2007 deprem yönetmeliğine göre; taşıyıcı sistem elemanlarının doğrusal elastik olmayan davranışını esas alan daha kesin bir hesap yapılmadığı sürece ikinci mertebe etkileri yaklaşık olarak aşağıdaki şekilde dikkate alınır.

Göz önüne alınan deprem doğrultusunda her bir katta, ikinci mertebe göstergesi değeri olarak belirtilen θ_i nin Denklem (6.3) te göre hesaplanması ve bu değerlerin verilen sınır değer olan 0.12'yi aşmaması gerekmektedir. Bu şartın sağlanması durumunda, oluşturulan model aynen kullanılabilir. Sınır durumun aşılması durumunda ise taşıyıcı sistem rijitliği artırılarak deprem hesabının tekrarlanması gerekmektedir, [3].

$$\theta_i = \frac{(\Delta_i)_{\text{ort}} \sum_{j=1}^N w_j}{V_i h_i} \leq 0.12 \quad (6.3)$$

İncelenen yapı üzerinde her iki deprem yönü ve her kat için yapının ikinci mertebe gösterge değerleri hesaplanmıştır. Yapılan kontrol sonucu yapı üzerinde oluşan tüm ikinci mertebe gösterge değerlerinin verilen sınır değer olan 0.12 değerini aşmadığı görülmüştür.

Çizelge 6.2 incelenen yapıya ait ikinci mertebe etkileri kontrolünü içermektedir.

Çizelge 6.2 : İkinci Mertebe Etkileri Kontrolü

Kat No	Kesme Kuvveti		Kat Yüksekliği (m)	Kat Ağırlığı (ton)	Ortalama Görelî Kat Ötelenmesi		İkinci Mertebe Gösterge Değeri	
	Vx (ton)	Vy (ton)			$\Delta_{iort} (x)$	$\Delta_{iort} (y)$	Qx	Qy
STORY 45	422,06	433,19	6,00	2086,49	0,15	0,14	0,01	0,00
STORY 44	699,74	711,86	4,00	2708,78	0,14	0,14	0,01	0,01
STORY 43	872,94	879,05	4,00	2228,17	0,14	0,13	0,01	0,01
STORY 42	990,78	989,26	4,00	2228,17	0,13	0,13	0,01	0,01
STORY 41	1065,14	1060,69	4,00	2228,17	0,13	0,13	0,01	0,01
STORY 40	1117,78	1117,1	4,00	2228,17	0,12	0,12	0,01	0,01
STORY 39	1168,97	1175,43	4,00	2228,17	0,12	0,12	0,01	0,01
STORY 38	1221,47	1234,01	4,00	2228,17	0,12	0,11	0,02	0,02
STORY 37	1269,64	1284,93	4,00	2228,17	0,11	0,11	0,02	0,02
STORY 36	1311,08	1324,82	4,00	2228,17	0,11	0,11	0,02	0,02
STORY 35	1343,65	1352,16	4,00	2228,17	0,10	0,10	0,02	0,02
STORY 34	1364,91	1368,58	4,00	2228,17	0,10	0,10	0,02	0,02
STORY 33	1378,26	1381,41	4,00	2228,17	0,09	0,09	0,02	0,02
STORY 32	1391,98	1397,58	4,00	2228,17	0,09	0,09	0,02	0,02
STORY 31	1411,1	1419,07	4,00	2228,17	0,09	0,08	0,02	0,02
STORY 30	1435,74	1445,81	4,00	2228,17	0,08	0,08	0,03	0,03
STORY 29	1465,65	1476,38	4,00	2228,17	0,08	0,08	0,03	0,03
STORY 28	1499,61	1507,83	4,00	2228,17	0,07	0,07	0,03	0,03
STORY 27	1533,26	1538,6	4,00	2228,17	0,07	0,07	0,03	0,03
STORY 26	1564,11	1569,18	4,00	2228,17	0,07	0,06	0,03	0,03
STORY 25	1594,91	1600,14	4,00	2228,17	0,06	0,06	0,03	0,03
STORY 24	1627,88	1631,88	4,00	2228,17	0,06	0,06	0,03	0,03
STORY 23	1661,49	1664,83	4,00	2228,17	0,05	0,05	0,03	0,03
STORY 22	1694,31	1698,63	4,00	2228,17	0,05	0,05	0,03	0,03
STORY 21	1726,69	1732,83	4,00	2228,17	0,05	0,05	0,03	0,03
STORY 20	1759,47	1767,6	4,00	2228,17	0,04	0,04	0,03	0,03
STORY 19	1794,17	1803,42	4,00	2228,17	0,04	0,04	0,03	0,03
STORY 18	1832,06	1841,21	4,00	2228,17	0,04	0,03	0,03	0,03
STORY 17	1873,14	1882,25	4,00	2228,17	0,03	0,03	0,03	0,03
STORY 16	1917,74	1927,26	4,00	2228,17	0,03	0,03	0,03	0,03
STORY 15	1966,56	1976,57	4,00	2228,17	0,03	0,03	0,03	0,03
STORY 14	2019,29	2030,22	4,00	2228,17	0,02	0,02	0,03	0,03
STORY 13	2075,78	2087,55	4,00	2228,17	0,02	0,02	0,02	0,02
STORY 12	2136,49	2147,9	4,00	2228,17	0,02	0,02	0,02	0,02
STORY 11	2200,73	2211,09	4,00	2228,17	0,01	0,01	0,02	0,02
STORY 10	2266,96	2276,35	4,00	2228,17	0,01	0,01	0,02	0,02
STORY 9	2333,98	2342,58	4,00	2228,17	0,01	0,01	0,02	0,02
STORY 8	2400,34	2408,52	4,00	2228,17	0,01	0,01	0,02	0,02
STORY 7	2463,53	2471,47	4,00	2228,17	0,01	0,01	0,02	0,01
STORY 6	2520,58	2527,69	4,00	2228,17	0,00	0,00	0,01	0,01
STORY 5	2571,49	2577,96	4,00	2423,77	0,00	0,00	0,01	0,01
STORY 4	2807,79	2772,13	4,00	9666,76	0,00	0,00	0,01	0,01

6.3 Süneklik Düzeyi Yüksek Çelik Çerçevelere Ait Kontroller

2007 tarihli deprem bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelikte süneklik düzeyi yüksek çelik çerçevelerin sağlaması gerekli koşullar 4.3 başlıklı bölümde incelenmiştir. Şartnamenin bu bölümünde; enkesit koşulları (başlık genişliği/başlık kalınlığı, kesit yüksekliği/gövde kalınlığı), kolonların kirişlerden güçlü olması durumu, kiriş kolon birleşim bölgeleri, kolon kiriş ekleri, kiriş başlıklarının yanal doğrultuda mesnetlenmesi koşulları için bazı kontroller yapılması istenmiş ve her bir kontrol için sağlanması gereken sınır değerler verilmiştir.

6.3.1 Enkesit koşulları

2007 Deprem yönetmeliğinde çelik eleman enkesit özelliklerinin sağlaması gereken şartlar elemanların belirli bir kompaktlık özelliğine sahip olmalarını sağlamak amacıyla belirtilmiştir. Kesitlerde başlık genişliği/başlık kalınlığı gövde genişliği/gövde kalınlığı oranları sınırlandırılarak burkulmadan dolayı meydana gelebilecek erken göçmelerin engellenmesi amaçlanmıştır.

Tasarlanan bir bina içerisindeki her yapı elmanı akma dayanımına kadar emniyetle yük taşıdığı kabul edilerek boyutlandırılır. Ancak malzeme kalitesinden bağımsız olarak enkesit özelliklerine göre mevcut bir kesit, üzerine gelen eksenel basınç etkisinde, akma gerilmesinden önce burkularak taşıma kapasitesini yitirir ise göz önüne alınan emniyet gerilmesinin altında bir yerlerde taşıyıcılığını kaybeder. Bunun sonucu olarak yapıda öngörülmemiş bir göçme riski meydana gelir. Bunu engellemek için 2007 Deprem yönetmeliğinde yapı elemanlarının enkesit boyutları arasındaki oranlar sınırlandırılmıştır.

Bununla beraber 2007 deprem yönetmeliğinde arttırılmış deprem yükleri altında kolonlarda basınç ve çekme kapasitesi kontrollerinde yapılması gerektiği belirtilmiştir. Buna göre, Çizelge 6.3 de taşıyıcı sistem türüne bağlı olarak verilen büyütme katsayıları kullanılarak, denklem (6.4a) ve denklem (6.4b) ye göre her bir deprem yönü için ayrı ayrı, arttırılmış deprem kuvvetleri yapıya etkitilecek ve bunlardan en elverişsiz olanı göz önüne alınacaktır. Yapı üzerinde süneklik düzeyi yüksek çerçevelerden oluşan bir sistem kullanıldığından en elverişsiz kuvvetleri verecek olan “Süneklik düzeyi yüksek çerçeveler” e karşılık verilen $\Omega_0 = 2.5$ değeri kullanılmıştır.

Çizelge 6.3 : Ω_0 Büyütme Katsayıları [3]

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

$$1.0 G + 1.0 P \pm \Omega_0 E \quad (6.4a)$$

$$0.9 G \pm \Omega_0 E \quad (6.4b)$$

6.3.1.1 Başlık genişliği/kalınlığı ve gövde genişliği/kalınlığı kontrolleri

Deprem Yönetmeliğinde belirtilen başlık genişliği/kalınlığı ve gövde genişliği/kalınlığı oranlarına ilişkin koşullar, Çizelge 6.4 de verilmiştir. Başlık genişliği/kalınlığı oranlarına ait sınır değerler hesaplanırken kullanılacak St52 kalite yapı çeliğine ait malzeme karakteristik değerleri şöyledir.

$$\text{Akma gerilmesi} \quad \sigma_a = 36000 \text{ N / cm}^2$$

$$\text{Elastisite modülü} \quad E_s = 21000000 \text{ N/cm}^2$$

$$\text{Kayma modülü} \quad G_k = 8100000 \text{ N/cm}^2$$

$$\text{Lineer sıcaklık geçirgenlik katsayısı} \quad \alpha_t = 1.2 \times 10^{-5} \text{ cm/C}^\circ$$

$$\text{Poisson oranı} \quad \nu = 0.3$$

Mevcut yapının çözümünden elde edilen deprem yükleri ve düşey yüklerin ortak etkisinden oluşan kolon normal kuvvet (N_d) değerleri alınarak, kesitlere ait sınır değerler Denklem (6.5) ile hesaplanmıştır. Sonuçlar, hesap kolaylığı açısından, Microsoft Excel programı yardımı ile oluşturulan çizelgeler ile sunulmuştur.

Çizelge 6.4 : Enkesit Koşulları [3]

Eleman Tanımı	Narinlik Oranları	Sınır Değerler	
		Süneklik Düzeyi Yüksek Sistem	Süneklik Düzeyi Normal Sistem
Eğilme ve Eksenel basınç etkisindeki I Kesitlerinde U Kesitlerinde	$b/2t$ b/t	$0.3\sqrt{E_s/\sigma_a}$	$0.5\sqrt{E_s/\sigma_a}$
Eğilme etkisindeki I Kesitleri U Kesitleri	h/t_w	$3.2\sqrt{E_s/\sigma_a}$	$5.0\sqrt{E_s/\sigma_a}$
Basınç etkisindeki T Kesitleri L Kesitleri	h/t_w	$0.3\sqrt{E_s/\sigma_a}$	$0.5\sqrt{E_s/\sigma_a}$
Eğilme ve eksenel basınç etkisindeki I Kesitleri U Kesitleri	h/t_w	$ N_d/\sigma_a A \leq 0.10$ için $3.2\sqrt{E_s/\sigma_a} \left(1 - 1.7 \left \frac{N_d}{\sigma_a A} \right \right)$	$ N_d/\sigma_a A \leq 0.10$ için $5.0\sqrt{E_s/\sigma_a} \left(1 - 1.7 \left \frac{N_d}{\sigma_a A} \right \right)$
		$ N_d/\sigma_a A > 0.10$ için $1.33\sqrt{E_s/\sigma_a} \left(2.1 - \left \frac{N_d}{\sigma_a A} \right \right)$	$ N_d/\sigma_a A > 0.10$ için $2.08\sqrt{E_s/\sigma_a} \left(2.1 - \left \frac{N_d}{\sigma_a A} \right \right)$
Eğilme veya eksenel basınç etkisindeki dairesel halka kesitler (borular)	D/t	$0.05 \frac{E_s}{\sigma_a}$	$0.08 \frac{E_s}{\sigma_a}$
Eğilme veya eksenel basınç etkisindeki dikdörtgen kutu kesitler	b/t veya h/t_w	$0.7\sqrt{E_s/\sigma_a}$	$1.2\sqrt{E_s/\sigma_a}$
Tanımlar b : I, U kesitleri ve dikdörtgen kutu kesitlerde başlık genişliği h : I, U, T kesitleri ve dikdörtgen kutu kesitlerde gövde yüksekliği L kesitlerinde büyük kenar uzunluğu D : dairesel halka kesitlerde (borularda) dış çap t : I, U, T kesitleri ve dikdörtgen kutu kesitlerde başlık kalınlığı halka kesitlerde (borularda) kalınlık t_w : I, U, T, L kesitleri ve dikdörtgen kutu kesitlerde gövde kalınlığı			

Eğilme ve eksenel basınç etkisindeki I kesitlerde $b/2t$ oranı

$$0.3\sqrt{E_s/\sigma_a} \quad (6.5)$$

Gövde genişliği/kalınlığı sınır değerleri Çizelge 6.4 dan ilgili kesitlere ve kesitlerin çalışma biçimine karşı gelen değerlerin hesabı ile bulunmuştur. Bu hesap sırasında Denklem (6.6) Denklem (6.7) ve Denklem (6.8) kullanılmıştır.

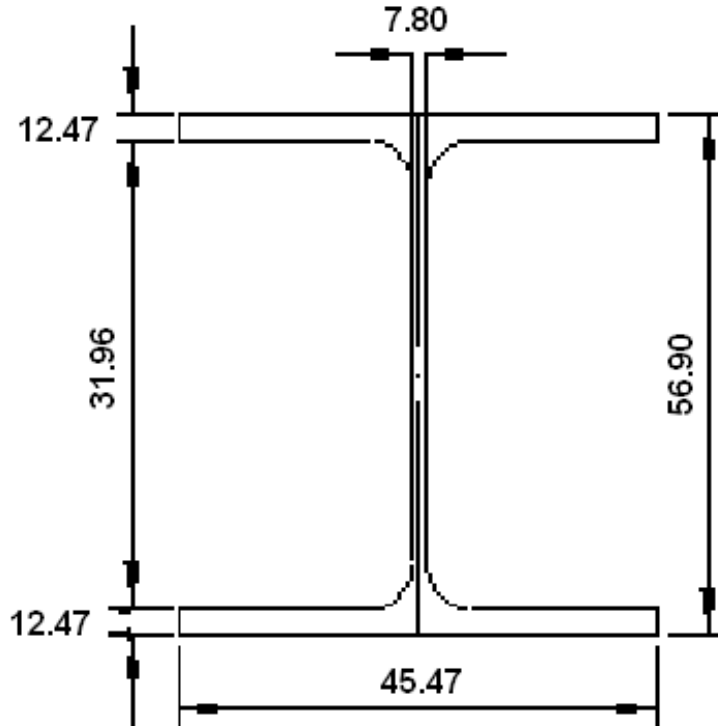
$$\begin{aligned} &|N_d / \sigma_a x A| \leq 0.1 \text{ için} \\ &3.2\sqrt{E_s / \sigma_a} \left(1 - 1.7 \left| \frac{N_d}{\sigma_a x A} \right| \right) \end{aligned} \quad (6.6)$$

$$\begin{aligned} &|N_d / \sigma_a x A| > 0.1 \text{ için} \\ &1.33\sqrt{E_s / \sigma_a} \left(2.1 - \left| \frac{N_d}{\sigma_a x A} \right| \right) \end{aligned} \quad (6.7)$$

$$\begin{aligned} &\text{Eğilme Etkisindeki I kesitlerde} \\ &3.2\sqrt{E_s / \sigma_a} \end{aligned} \quad (6.8)$$

6.3.1.1.1 “W14x730” kesitli kolonlar için kontroller

W14x730 kesitindeki kolonlara ait kesit özellikleri ve bu kesit özelliklerinin 2007 deprem yönetmeliğine göre kompaktlık kontrolleri aşağıda listelenmiştir.



Şekil 6.1 : W14x730 Kesit Özellikleri

Profil yüksekliği (h): 56.90 cm

Başlık genişliği (b): 45.47 cm

Başlık kalınlığı (t): 12.47 cm

Gövde kalınlığı (t_w): 7.80 cm

Kesit alanı (A): 1387 cm²

Malzeme özelliği: St 52

Çizelge 6.4 de belirtilen kontroller:

$$b/2t < 0.3\sqrt{E_s / \sigma_a}$$

$$45.47 / (2 \times 12.47) = 1.82 < 0.3\sqrt{21000000 / 36000} = 7.245 \quad \checkmark$$

Eksenel kuvvet ve eğilme altındaki bu elemanlarda gövde genişliği/kalınlığı sınır değerlerinin hesaplanması için Denklem (6.6) veya (6.7) den ilgili olan kullanılacaktır. W14x730 kesitli kolonlara ait normal kuvvetler için X ve Y yönleri için spektral analiz kombinasyonlarından en elverişsiz değerleri veren sonuçlar ve sınır değeri en küçük çıkartacak olan katlara (normal kuvvetin en fazla olduğu en alt çelik kat ve $(MaksN_d)/\sigma_a \times A$ değerinin %10'undan küçük olma en büyük normal kuvvete ait kat) ait değerler kullanılmıştır. Alınan normal kuvvet değerleri ve yapılan kontroller Çizelge 6.5 de verilmiştir. Bu kuvvetler ile $(MaksN_d)/\sigma_a \times A$ değeri hesaplanmış ve bulunan değer 0.1 den büyük ya da küçük olmasına bakılarak denklem (6.6) veya denklem (6.7) den ilgili olan ile sınır değeri hesaplanmıştır.

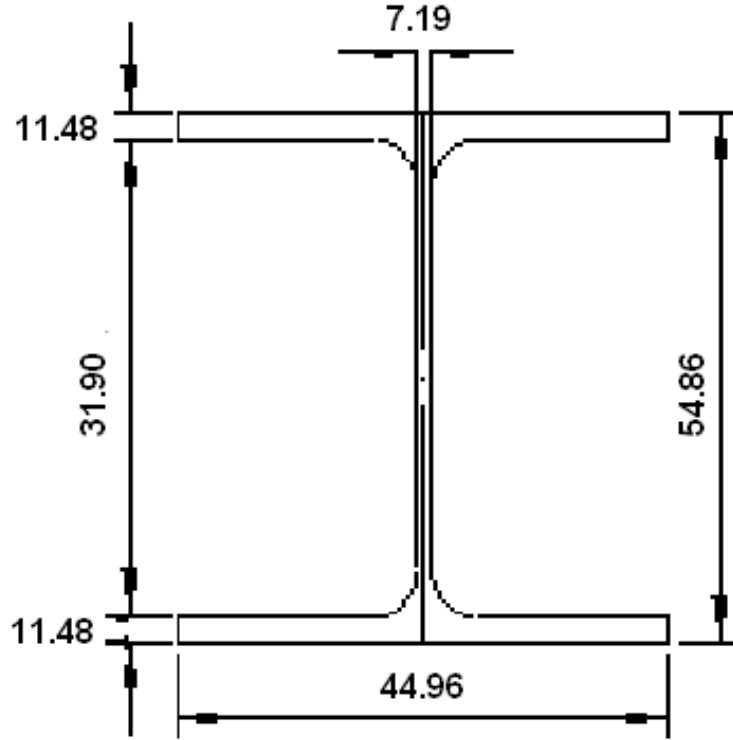
$$h / t_w = 56.90 / 7.80 = 7.29$$

Çizelge 6.5 : W14x730 Kesitli Kolonlar İçin Kompaklık Kontrolü

	Kolon No	Normal Kuvvet (ton)	$\sigma_a \times A$	$(Maks N_d) / \sigma_a \times A$	Sınır Değer	h/t_w
Nd/ $\sigma_{axA} > 0.1$ İÇİN KONTROLLER	C43	1373,8	5091,0	0,27	59	7,29
	C44	1377,3	5091,0	0,27	59	7,29
	C45	1256,8	5091,0	0,25	60	7,29
	C46	1251,5	5091,0	0,25	60	7,29
	C47	1198,9	5091,0	0,24	60	7,29
	C51	1200,4	5091,0	0,24	60	7,29
	C53	1050,2	5091,0	0,21	61	7,29
	C54	1059,4	5091,0	0,21	61	7,29
	C56	1099,3	5091,0	0,22	61	7,29
	C58	1102,0	5091,0	0,22	61	7,29
	C61	1257,4	5091,0	0,25	60	7,29
	C62	1255,4	5091,0	0,25	60	7,29
	C68	1371,6	5091,0	0,27	59	7,29
	C69	1364,7	5091,0	0,27	59	7,29
	C73	1200,0	5091,0	0,24	60	7,29
	C74	1194,6	5091,0	0,23	60	7,29
	C78	1083,7	5091,0	0,21	61	7,29
	C79	1080,5	5091,0	0,21	61	7,29
	C95	1061,8	5091,0	0,21	61	7,29
	C98	1066,0	5091,0	0,21	61	7,29
	C107	1150,9	5091,0	0,23	60	7,29
	C110	1147,1	5091,0	0,23	60	7,29
	C119	1402,8	5091,0	0,28	59	7,29
	C120	1408,4	5091,0	0,28	59	7,29
	C125	1255,0	5091,0	0,25	60	7,29
	C126	1262,7	5091,0	0,25	59	7,29
	C127	1055,3	5091,0	0,21	61	7,29
Nd/ $\sigma_{axA} < 0.1$ İÇİN KONTROLLER	C43	318,5	5091,0	0,06	65	7,29
	C44	320,0	5091,0	0,06	65	7,29
	C45	499,2	5091,0	0,10	64	7,29
	C46	508,1	5091,0	0,10	64	7,29
	C47	450,1	5091,0	0,09	65	7,29
	C51	449,6	5091,0	0,09	65	7,29
	C53	494,6	5091,0	0,10	64	7,29
	C54	486,7	5091,0	0,10	64	7,29
	C56	424,7	5091,0	0,08	65	7,29
	C58	420,8	5091,0	0,08	65	7,29
	C61	495,3	5091,0	0,10	64	7,29
	C62	497,7	5091,0	0,10	64	7,29
	C68	330,6	5091,0	0,06	65	7,29
	C69	332,2	5091,0	0,07	65	7,29
	C73	455,8	5091,0	0,09	65	7,29
	C74	459,0	5091,0	0,09	65	7,29
	C78	410,6	5091,0	0,08	65	7,29
	C79	414,8	5091,0	0,08	65	7,29
	C95	422,7	5091,0	0,08	65	7,29
	C98	419,9	5091,0	0,08	65	7,29
	C107	450,7	5091,0	0,09	65	7,29
	C110	454,5	5091,0	0,09	65	7,29
	C119	318,1	5091,0	0,06	65	7,29
	C120	314,1	5091,0	0,06	65	7,29
	C125	500,3	5091,0	0,10	64	7,29
	C126	494,0	5091,0	0,10	64	7,29
	C127	487,3	5091,0	0,10	64	7,29

6.3.1.1.2 “W14x665” kesitli kolonlar için kontroller

W14x665 kesitindeki kolonlara ait kesit özellikleri ve bu kesit özelliklerinin 2007 deprem yönetmeliğine göre kompaktlık kontrolleri aşağıda listelenmiştir.



Şekil 6.2 : W14x665 Kesit Özellikleri

Profil yüksekliği (h): 54.86 cm

Başlık genişliği (b): 44.96 cm

Başlık kalınlığı (t): 11.48 cm

Gövde kalınlığı (t_w): 7.19 cm

Kesit alanı (A): 1264 cm²

Malzeme özelliği: St 52

Çizelge 6.4 de belirtilen kontroller:

$$b/2t < 0.3\sqrt{E_s / \sigma_a}$$

$$44.96 / (2 \times 11.48) = 1.96 < 0.3\sqrt{21000000 / 36000} = 7.245 \quad \checkmark$$

$$h / t_w = 54.86 / 7.19 = 7.63$$

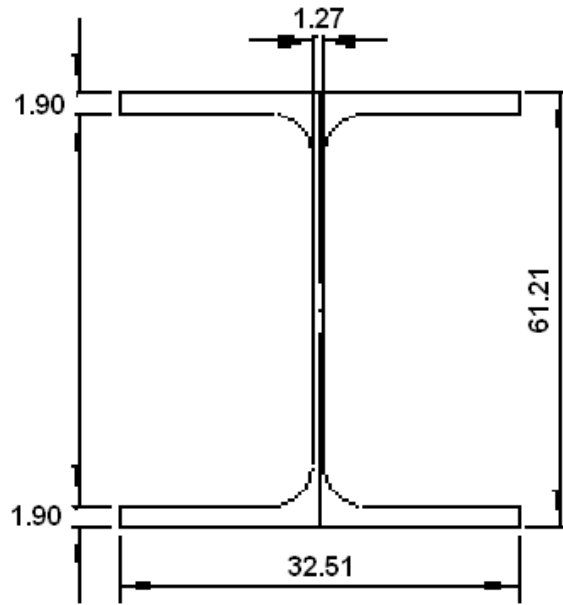
Alınan normal kuvvet değerleri ve yapılan kontroller Çizelge 6.6 de verilmiştir.

Çizelge 6.6 : W14x665 Kesitli Kolonlar İçin Kompaklık Kontrolü

	Kolon No	Normal Kuvvet (ton)	$\sigma_a x A$	(Maks N_d) / $\sigma_a x A$	Sınır Değer	h/t_w
$N_d/\sigma_a x A > 0.1$ İÇİN KONTROLLER	C59	1479,6	4640,0	0,32	57	7,63
	C60	1475,9	4640,0	0,32	57	7,63
	C63	1480,1	4640,0	0,32	57	7,63
	C64	1478,2	4640,0	0,32	57	7,63
	C65	1287,4	4640,0	0,28	59	7,63
	C66	1285,5	4640,0	0,28	59	7,63
	C71	1294,0	4640,0	0,28	58	7,63
	C72	1290,4	4640,0	0,28	59	7,63
	C96	1279,8	4640,0	0,28	59	7,63
	C97	1285,1	4640,0	0,28	59	7,63
	C108	1476,5	4640,0	0,32	57	7,63
	C109	1479,3	4640,0	0,32	57	7,63
$N_d/\sigma_a x A < 0.1$ İÇİN KONTROLLER	C59	457,5	4640,0	0,10	64	7,63
	C60	459,3	4640,0	0,10	64	7,63
	C63	454,9	4640,0	0,10	64	7,63
	C64	456,1	4640,0	0,10	64	7,63
	C65	391,6	4640,0	0,08	66	7,63
	C66	392,4	4640,0	0,08	66	7,63
	C71	387,3	4640,0	0,08	66	7,63
	C72	389,9	4640,0	0,08	66	7,63
	C96	385,6	4640,0	0,08	66	7,63
	C97	383,0	4640,0	0,08	66	7,63
	C108	455,2	4640,0	0,10	64	7,63
	C109	453,8	4640,0	0,10	64	7,63

6.3.1.1.3 “W24x104” kesitli kirişler için kontroller

Kiriş kesit gövde yüksekliği/gövde kalınlığı oranı Denklem (6.8) den hesaplanan değer ve kesit özelliklerinin karşılaştırılması ile kontrol edilmiştir. Kirişler için, denklemden hesaplanan sınır değer, kesit özelliklerine bağlı olarak bulunan h/t_w değeri ve yapılan kontroller aşağıda verilmiştir. Sonuç olarak; kiriş enkesitlerinde başlık genişliği/kalınlığı gövde yüksekliği/kalınlığı oranlarında sınır değeri aşan görülmemiştir.



Şekil 6.3 : W24x104 Kesit Özellikleri

Profil yüksekliği (h): 61.21 cm

Başlık genişliği (b): 32.51 cm

Başlık kalınlığı (t): 1.90 cm

Gövde kalınlığı (t_w): 1.27 cm

Kesit alanı (A): 197 cm²

Malzeme özelliği: St 52

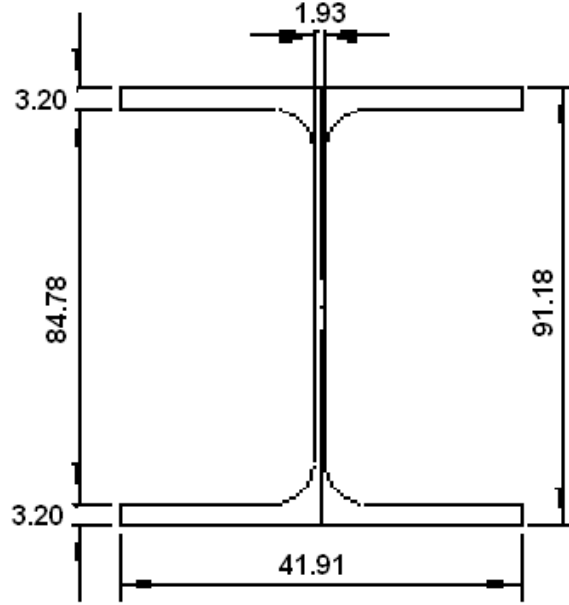
Çizelge 6.4 de belirtilen kontroller:

$$h/t_w < 3.2\sqrt{E_s / \sigma_a}$$

$$61.21/1.27 = 48.19 < 3.2\sqrt{21000000 / 36000} = 77.29 \checkmark$$

6.3.1.1.4 “W36x230” kesitli kirişler için kontroller

Kiriş kesit gövde yüksekliği/gövde kalınlığı oranı Denklem (6.8) den hesaplanan değer ve kesit özelliklerinin karşılaştırılması ile kontrol edilmiştir. Kirişler için, denklemden hesaplanan sınır değer, kesit özelliklerine bağlı olarak bulunan h/t_w değeri ve yapılan kontroller aşağıda verilmiştir. Sonuç olarak; kiriş enkesitlerinde başlık genişliği/kalınlığı gövde yüksekliği/kalınlığı oranlarında sınır değeri aşan görülmemiştir.



Şekil 6.4 : W36x230 Kesit Özellikleri

Profil yüksekliği (h): 91.18 cm

Başlık genişliği (b): 41.91 cm

Başlık kalınlığı (t): 3.20 cm

Gövde kalınlığı (t_w): 1.93 cm

Kesit alanı (A): 436 cm²

Malzeme özelliği: St 52

Çizelge 6.4 de belirtilen kontroller:

$$h/t_w < 3.2\sqrt{E_s / \sigma_a}$$

$$91.18/1.93 = 47.24 < 3.2\sqrt{21000000 / 36000} = 77.29 \quad \checkmark$$

6.3.1.1.5 Arttırılmış deprem kuvvetlerine göre kontrol

2007 Deprem yönetmeliğinde süneklik düzeyi yüksek sistemlerin sağlaması gereken enkesit koşulları arasında, eksenel basınç ve çekmeye çalışan elemanların arttırılmış deprem yükleri altında, arttırılmış çekme ve basınç emniyet gerilmelerine göre kontrol edilmesi gerektiği belirtilmiştir. Birinci ve ikinci deprem bölgelerinde, arttırılmış deprem yükleri altında denklem (6.4a) ve denklem (6.4b) ye göre hesaplanan arttırılmış basınç ve çekme değerleri altında kolonların emniyetle yük taşıdığı kontrol edilmektedir. Bu şartın kontrolünde Denklem (6.9a) ve Denklem (6.9b) de verilen arttırılmış emniyet gerilmeleri kullanılmaktadır.

$$\text{Eksenel basınç kapasitesi } N_{bp} = 1.7\sigma_{bem} A \quad (6.9a)$$

$$\text{Eksenel çekme kapasitesi } N_{cp} = \sigma_a A_n \quad (6.9b)$$

Basınç emniyet gerilmesi TS-648 Çelik Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları isimli Türk Standardında belirtildiği gibi hesaplanmıştır. Basınç emniyet gerilmesi, farklı çelik sınıfları için hazırlanmış çizelgelerden ya da Denklem (6.10a), Denklem (6.10b) Denklem (6.10c) ve Denklem (6.10d) den hesaplanarak bulunabilmektedir, [5]. Verilen çizelgeler arasında, St52 kalitesinde yapı çeliği için emniyet gerilmesi değerleri denklemler kullanılarak her elemanın X ve Y yönleri depremlerinde ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Eksenel basınca çalışan çubuğun narinliği λ_p den az ise ($\lambda < \lambda_p$);

$$\sigma_{bem} = \frac{\left[1 - \frac{1}{2} \left(\frac{\lambda}{\lambda_p} \right)^2 \right] \sigma_a}{n} \quad (6.10a)$$

Eksenel basınca çalışan çubuğun narinliği λ_p den fazla ise ($\lambda \geq \lambda_p$);

$$\sigma_{bem} = \frac{2}{5} x \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} \text{ veya } \sigma_{bem} = \frac{8290000}{\lambda^2} \quad (6.10b)$$

$n = \text{Emniyet katsayısı} \geq 1.67$

$n = 1.67, \lambda < 20$

$$n = 1.5 + 1.2 \left(\frac{\lambda}{\lambda_p} \right) - 0.2 \left(\frac{\lambda}{\lambda_p} \right)^3 \quad 20 \leq \lambda_p \leq \lambda \quad (6.10c)$$

$n = 2.5, \lambda \geq \lambda_p$

E = Elastisite modulu

λ_p = Plastik narinlik sınırı

σ_a = Çeliğin akma sınırı

σ_{bem} = Basınç emniyet gerilmesi

$$\lambda_p = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{\sigma_a}} = \frac{6438,4}{\sqrt{\sigma_a}} \quad (6.10d)$$

Kolonlara gelen arttırılmış deprem yüklemeleri altında oluşan en elverişsiz normal kuvvetler ETABS programında hesaplanarak Çizelge 6.7 ve Çizelge 6.8 da verilmiştir. W14x665 ve W14x730 kesitli kolonlarda emniyet gerilmeleri ve gerilme kontrolleri, ayrı ayrı yapılarak ilgili çizelgelerde verilmiştir. Tüm kontroller binanın betonarme çekirdeğinden çıkan çelik taşıyıcı sisteme sahip kollardan sadece biri için yapılmıştır. Yapının geometrisinin simetrik olmasından dolayı diğer kollarda da benzer reaksiyonlar oluşmaktadır. Bu yüzden bir kol için yapılan kontroller diğer kollarda da geçerlidir.

Çizelge 6.7 : W14x730 Kesitli Kolonlarda Oluşan Normal Kuvvetler

Kolon No	Arttırılmış Deprem Yüklemelerinden Bulunan Normal Kuvvetler	
	X Yönü	Y Yönü
	ton	ton
C95	-1235,0	-1158,0
C98	-1167,0	-1243,0
C107	-1336,0	-1255,0
C110	-1293,0	-1315,0
C119	-1764,0	-1691,0
C120	-1693,0	-1777,0
C125	-1377,0	-1441,0
C126	-1314,0	-1479,0
C127	-994,0	-1215,0

Çizelge 6.8 : W14x665 Kesitli Kolonlarda Oluşan Normal Kuvvetler

Kolon No	Arttırılmış Deprem Yüklemelerinden Bulunan Normal Kuvvetler	
	X Yönü	Y Yönü
	ton	ton
C96	-1308,0	-1389,0
C97	-1272,0	-1413,0
C108	-1521,0	-1575,0
C109	-1489,0	-1592,0

Arttırılmış deprem kuvvetleri altında bulunan kolon normal kuvvetleri, yukarıda verilen ilgili çizelgelerden alınarak, Denklem (6.9a) dan hesaplanan arttırılmış emniyet gerilmesi değerleri ile kıyaslanmış ve kolonların gerekli şartı sağladığı doğrulanmıştır. Çizelge 6.9 da W14x730 kesitli kolonların, Çizelge 6.10 da ise W14x665 kesitli kolonların, 2007 Deprem yönetmeliğinde istenen; arttırılmış deprem yüklemeleri altında oluşan, en elverişsiz normal kuvvetlerde, gerekli basınç gerilmelerini sağladığı gösterilmektedir.

Çizelgede; ETABS programından alınan normal kuvvetlerin, en kesit alanlarına bölünmesi sonucu, mevcut gerilmeler bulunmuş ve bunlar arttırılmış gerilmelerle kıyaslanmıştır.

Bu çizelgelerden de anlaşılacağı gibi; kolon kesitlerinin, X ve Y yönleri için, denklem (6.9a) veya (6.9b) arttırılmış depremli yükleme kombinasyonlarından bulunan en elverişsiz normal kuvvetler altında arttırılmış basınç emniyet gerilmelerini sağladığı görülmüştür.

Çizelge 6.9 : W14x730 Kesitli Kolonlar İçin Gerilme Kontrolü

Kolon No	Profil Kesiti	Profil Kesit Alanı (cm ²)	Normal Kuvvet		Eleman Üzerinde Oluşan Gerilme		Arttırılmış Deprem Yükleri Altında σ_{bem}	
			X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
			ton	ton	ton/cm ²	ton/cm ²	ton/cm ²	ton/cm ²
C95	W14x730	1387	-1235,0	-1158,0	0,89	0,83	2,05	2,22
C98	W14x730	1387	-1167,0	-1243,0	0,84	0,90	2,05	2,22
C107	W14x730	1387	-1336,0	-1255,0	0,96	0,90	2,05	2,22
C110	W14x730	1387	-1293,0	-1315,0	0,93	0,95	2,05	2,22
C119	W14x730	1387	-1764,0	-1691,0	1,27	1,22	2,05	2,22
C120	W14x730	1387	-1693,0	-1777,0	1,22	1,28	2,05	2,22
C125	W14x730	1387	-1377,0	-1441,0	0,99	1,04	2,05	2,22
C126	W14x730	1387	-1314,0	-1479,0	0,95	1,07	2,05	2,22
C127	W14x730	1387	-994,0	-1215,0	0,72	0,88	2,05	2,22

Çizelge 6.10 : W14x665 Kesitli Kolonlar İçin Gerilme Kontrolü

Kolon No	Profil Kesiti	Profil Kesit Alanı (cm ²)	Normal Kuvvet		Eleman Üzerinde Oluşan Gerilme		Arttırılmış Deprem Yükleri Altında σ_{bem}	
			X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
			ton	ton	ton/cm ²	ton/cm ²	ton/cm ²	ton/cm ²
C96	W14x665	1265	-1308,0	-1389,0	1,03	1,10	1,92	2,12
C97	W14x665	1265	-1272,0	-1413,0	1,01	1,12	1,92	2,12
C108	W14x665	1265	-1521,0	-1575,0	1,20	1,25	1,92	2,12
C109	W14x665	1265	-1489,0	-1592,0	1,18	1,26	1,92	2,12

6.3.2 Güçlü kolon zayıf kiriş kontrolü

Yapılarda göçme ve göçmenin hangi şekilde gerçekleşeceği, yapı tasarımı sırasında inşaat mühendislerinin en önem konulardan birisidir. Kesit hesapları ne kadar hassas ve ne kadar güvenli tarafta kalınarak yapılırsa yapılsın, göçme şeklinin öngörülmesi, yapılacak yapıda yaşayacak insanların, can ve mal güvenliği açısından çok önemlidir.

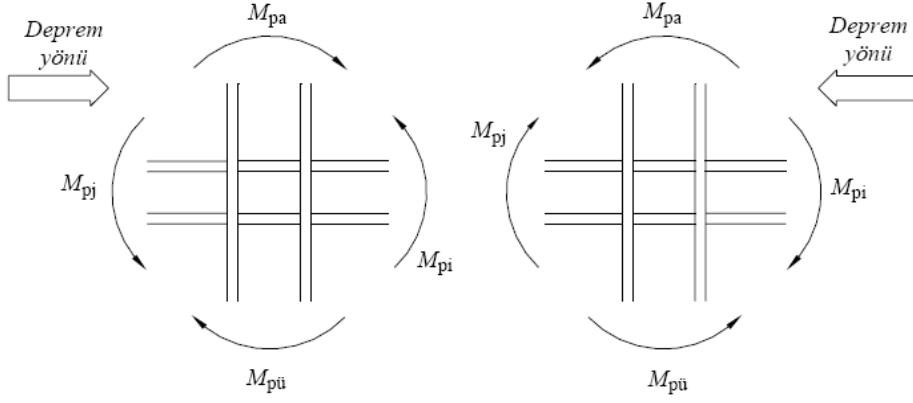
Yapıya gelen deprem kuvvetleri altında; kirişlerden, birleşimlerden yada kolonlardan göçme olabilir. Kirişleri kolonların taşıdığı ve kirişlerde göçmeler olsa dahi yapının ayakta kalabileceği göz önüne alındığında, göçmenin kolonlardan değil, kirişlerden başlaması tasarım sırasında tercih edilmektedir.

Ayrıca göçmenin, plastik mafsalların kirişlerde oluşması sonucu meydana gelmesi için yapı üzerinde oluşacak plastik mafsal sayısı kolonlarda oluşan mafsalların yarattığı göçmede oluşan mafsal sayısından çok daha fazladır. Yapı labil hale gelip göçme gerçekleşinceye kadar bina üzerinde ne kadar çok plastik mafsal olursa o kadar çok enerjinin bu mafsallar tarafında yutulması sağlanır. Sonuç olarak plastik mafsalların kirişlerde oluşmasını sağlamak yapıyı daha dayanıklı hale getirmektedir.

Deprem yönetmeliğinde istenen; güçlü kolon zayıf kiriş kontrolleri ile yapının göçme biçimi, boyutlandırma aşamasında tasarımcıya dikte ettirilmiş ve göçme şekli bilinen bir yapı boyutlandırması sağlanmıştır. Bu kontrollere göre; çerçeve veya perde-çerçeve sistemlerin çerçevelerinde, göz önüne alınan deprem doğrultusunda her bir kolon – kiriş düğüm noktasına birleşen kolonların eğilme momenti kapasitelerinin toplamı, o düğüm noktasına birleşen kirişlerin kolon yüzündeki eğilme momenti kapasiteleri toplamının $1.1D_a$ katından daha büyük olacaktır şartı istenmiştir, [4]. Şekil 6.5 de deprem doğrultusu ve bunun sonucu düğüm noktasında oluşan eğilme kapasiteleri verilmiş ve kesitte oluşacak bu değerlerin Denklem (6.11) u sağlaması istenmiştir.

$$(M_{pa} + M_{pü}) \geq 1.1 D_a (M_{pi} + M_{vi} + M_{pj} + M_{vj}) \quad (6.11)$$

D_a yapı çeliği sınıfı ve eleman türüne bağlı olarak verilen arttırma değeri olup Çizelge 6.11 den uygun değer olan 1.1 olarak alınarak hesaplara katılmıştır.



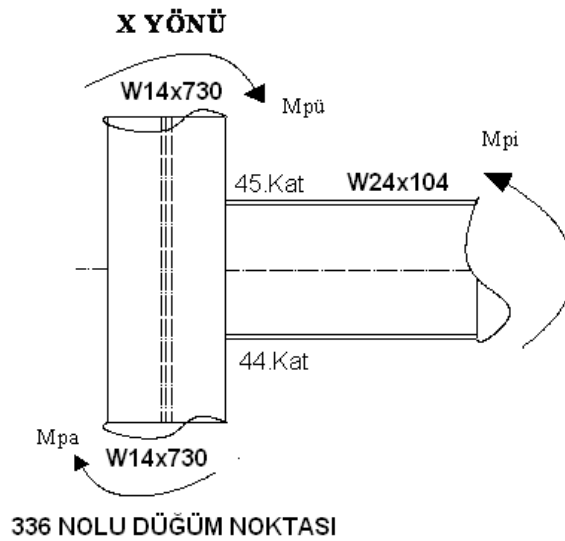
Şekil 6.5 : Deprem doğrultusuna göre düğüm noktasındaki eğilme kapasiteleri [4]

Çizelge 6.11 : D_a Arttırma Katsayıları [4]

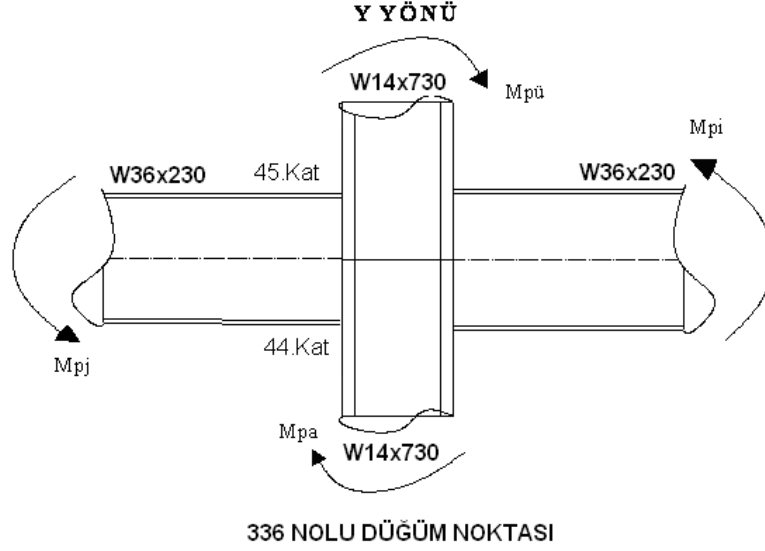
Yapı Çeliği Sınıfı ve Eleman Türü	D_a
Fe 37 çeliğinden imal edilen hadde profilleri	1.2
Diğer yapı çeliklerinden imal edilen hadde profilleri	1.1
Tüm yapı çeliklerinden imal edilen levhalar	1.1

Mevcut yapıda 44. Kat 336 nolu düğüm noktası için, güçlü kolon zayıf kiriş kontrolleri adım adım verilmiştir. Tüm düğüm noktalarının kontrolleri aynı şekilde yapılarak EXCEL programı yardımı ile oluşturulan kontrol çizelgelerinde gösterilmiştir. Şekil 6.6 de 44. kat 336 nolu düğüm noktasının X yönü birleşimini göstermektedir.

Şekil 6.7 de ise 44. kat, 336 nolu düğüm noktasının, Y yönü şematik birleşimini göstermektedir.



Şekil 6.6 : 44. Kat 336 Nolu Düğüm Noktası X yönü Şematik Birleşimi



Şekil 6.7 : 44. Kat 336 Nolu Düğüm Noktası Y yönü Şematik Birleşimi

336 nolu düğüm noktası için hesap aşamaları aşağıda adım adım verilmiştir. Yukarıdaki şekillere bakıldığında, düğüm noktasında, kırk dördüncü ve kırk beşinci kat kolonlarının W14x730 kesitli olduğu görülmektedir. X yönü için sağdan kolona birleşen kirişin kesitinin W24x104 olduğu görülmektedir.

Güçlü kolon zayıf kiriş kontrolü için, kesitlerin taşıma kapasiteleri bulunarak kolonlara sol ve sağdan bağlanan kirişlerin kapasiteleri toplamı üst ve alt katlardaki kolonların kapasiteleri toplamı ile karşılaştırılmıştır.

W14x730 kolon enkesiti kapasitesi için aşağıda verilen enkesit değerleri kullanılmıştır.

Enkesit Alanı : $A = 1387 \text{ cm}^2$

Plastik mukavemet momenti : $W_{px} = 13371 \text{ cm}^3$

Çelik Akma gerilmesi : $\sigma_a = 3.6 \text{ t / cm}^2$

Kolonlar için plastik moment taşıma kapasitesi Denklem (6.12) de verilmiştir.

$$M_p = \left(\sigma_a - \frac{N_d}{A} \right) W_p \quad (6.12)$$

Kolonların taşıma gücü momentlerinin hesabında, depremin yönü ile uyumlu olarak bu momentleri en küçük yapan eksenel kuvvetler kullanılmıştır. X yönü deprem yüklemesi için kurulan kombinasyonlardan 45. kattan 336 nolu düğüm noktası kolonuna gelen normal kuvvet ETABS programından 26.56 ton olarak bulunmuştur. Bu kuvvet Denklem (6.12) de yerine konulduğu zaman, üst kolon eğilme momenti kapasitesi $M_{pü}$

$$M_{pü} = \left(3.6 - \frac{26.56}{1387} \right) 13371 = 47879 \text{ tcm} \text{ olarak bulunur.}$$

Aynı şekilde X yönü deprem yüklemesinden 44. kattan 336 nolu düğüm noktasına gelen normal kuvvet 41.36 ton olarak bulunmuştur. Denklem (6.12) de yerine konulan bu kuvvet sonucu, alt kolon eğilme momenti kapasitesi M_{pa}

$$M_{pa} = \left(3.6 - \frac{41.36}{1387} \right) 13371 = 47736 \text{ tcm} \text{ olarak bulunur.}$$

Kirişlere ait eğilme moment kapasiteleri için ise Denklem (6.13) kullanılmıştır. 44. kat 336 nolu düğüm noktası X yönü için, kullanılan kiriş W24x104 kesitlidir. W24x104 kiriş enkesiti kapasitesi için aşağıda verilen enkesit değerleri kullanılmıştır.

Enkesit Alanı :	$A = 197 \text{ cm}^2$
Plastik mukavemet momenti :	$W_{px} = 4735 \text{ cm}^3$
Çelik Akma gerilmesi :	$\sigma_a = 3.6 \text{ t / cm}^2$

$$M_p = \sigma_a W_p \quad (6.13)$$

W24x104 kesiti için gerekli enkesit değerlerinin denklemde yerine konması sonucu

$$M_p = 3.6 \times 4735 = 17046 \text{ tcm} \text{ olarak bulunmuştur.}$$

Bulunan kapasite değerleri Denklem (6.11) de yerine konularak, 44. kat 336 nolu düğüm noktası X yönü için, deprem yönetmeliğinde istenen; kolonların taşıma gücü momentleri toplamının kirişlerin taşıma gücü momentleri toplamının 1.1 D_a katından daha fazla olması koşulu kontrol edilmiştir.

Denklem (6.11) de yerine konulan değerlerin toplanması ile

$$(47879 + 47736) \geq 1.1 \times 1.1 \times 17046$$

95615 > 20625 olarak bulunmuştur.

336 nolu düğüm noktasına Y yönünden için sağdan ve soldan bağlanan kirişin kesitlerinin W36x230 olduğu görölmektedir. Aynı düğüm noktasına Y yönü için yapılan kontrol hesapları aşığıda gösterilmiştir.

W36x230 kiriş enkesiti kapasitesi için aşığıda verilen enkesit değerleri kullanılmıştır.

$$\text{Enkesit Alanı :} \quad A = 436 \text{ cm}^2$$

$$\text{Plastik mukavemet momenti :} \quad W_{px} = 15453 \text{ cm}^3$$

$$\text{Çelik Akma gerilmesi :} \quad \sigma_a = 3.6 \text{ t / cm}^2$$

W36x230 kesiti için gerekli enkesit değerlerini Denklem (6.13) de yerine koyarsak;

$$M_p = 3.6 \times 15453 = 55630 \text{ tcm} \text{ olarak bulunur.}$$

W14x730 kesitli kolonların Y yönündeki kesit özellikleri ve taşıma gücü kapasiteleri ise aşığıdaki gibidir.

$$\text{Plastik mukavemet momenti :} \quad W_{py} = 27202 \text{ cm}^3$$

$$M_{pi} = \left(3.6 - \frac{26.56}{1387} \right) 27202 = 97405 \text{ tcm}$$

$$M_{pa} = \left(3.6 - \frac{41.36}{1387} \right) 27202 = 97114 \text{ tcm}$$

$$(97405 + 97114) \geq 1.1 \times 1.1 \times 2 \times 55630$$

194519 > 134625 olarak bulunmuştur.

Benzer şekilde tüm kolon kiriş bağlantı noktalarına ait kontroller yapılmış ve kuvvetli kolon zayıf kiriş şartını sağlamayan hiçbir bağlantı noktasının olmadığı görölmüştür. Son çelik kat olan kırk dördüncü kat ve ilk çelik kat olan beşinci kata ait kuvvetli kolon zayıf kiriş kontrollerini içeren Çizelge 6.12 ve Çizelge 6.13 aşığıda verilmiştir.

Çizelge 6.12 : 44. Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

Kat No	Düğüm No	Kolon		Kolon		Kolon		Kolon		Kiriş		Kiriş		Kiriş		Kontrol	
		Kesit		Enkesit Alanı (cm2)		Eksenel Kuvvet (ton)		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)		X Yönü Kesit		Y Yönü Kesit		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)			
		Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	X Yönü	Y Yönü	Sağ	Sol	Sağ	Sol	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
44. Normal Kat	336	W14x730	W14x730	1387	1387	41,36	26,56	95616	194522	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,61	1,75
	337	W14x665	W14x665	1264	1264	44,62	29,91	85421	173184	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,51	5,08
	338	W14x665	W14x665	1264	1264	44,34	29,93	85424	173189	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,51	5,08
	339	W14x730	W14x730	1387	1387	40,35	25,97	95632	194554	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	5,61	1,75
	364	W14x730	W14x730	1387	1387	50,23	31,77	95481	194246	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,60	1,75
	365	W14x665	W14x665	1264	1264	54,97	37,22	85254	172846	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,50	5,07
	366	W14x665	W14x665	1264	1264	54,73	37,35	85255	172848	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,50	5,07
	367	W14x730	W14x730	1387	1387	49,60	31,57	95489	194262	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	5,60	1,75
	392	W14x730	W14x730	1387	1387	55,31	28,95	95459	194202	W36x230	-	W36x230	-	55631	55631	1,72	3,49
	397	W14x730	W14x730	1387	1387	54,50	28,64	95470	194224	-	W36x230	W36x230	-	55631	55631	1,72	3,49
	402	W14x730	W14x730	1387	1387	50,47	30,66	194263	95489	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,75	5,60
	403	W14x730	W14x730	1387	1387	50,69	30,77	194257	95486	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,75	5,60
	407	W14x730	W14x730	1387	1387	49,08	25,10	194400	95556	W36x230	W36x230	-	-	111262	0	1,75	-

Çizelge 6.13 : 5. Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

Kat No	Düğüm No	Kolon		Kolon		Kolon		Kolon		Kiriş		Kiriş		Kiriş		Kontrol	
		Kesit		Enkesit Alanı (cm2)		Eksenel Kuvvet (ton)		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)		X Yönü Kesit		Y Yönü Kesit		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)			
		Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	X Yönü	Y Yönü	Sağ	Sol	Sağ	Sol	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
5. Normal Kat	336	W14x730	W14x730	1387	1387	1036,80	1002,29	76614	155864	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	4,49	1,40
	337	W14x665	W14x665	1264	1264	1276,48	1225,08	62453	126618	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,83	3,71
	338	W14x665	W14x665	1264	1264	1281,70	1229,98	62357	126424	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,83	3,71
	339	W14x730	W14x730	1387	1387	1062,67	1027,60	76121	154860	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	4,47	1,39
	364	W14x730	W14x730	1387	1387	1124,69	1094,13	74881	152339	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	4,39	1,37
	365	W14x665	W14x665	1264	1264	1473,11	1413,37	58810	119232	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,73	3,50
	366	W14x665	W14x665	1264	1264	1475,95	1416,09	58757	119126	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,72	3,49
	367	W14x730	W14x730	1387	1387	1143,78	1113,11	74514	151592	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	4,37	1,36
	392	W14x730	W14x730	1387	1387	1378,99	1330,34	70153	142719	W36x230	-	W36x230	-	55631	55631	1,26	2,57
	397	W14x730	W14x730	1387	1387	1405,05	1355,63	69658	141712	-	W36x230	W36x230	-	55631	55631	1,25	2,55
	402	W14x730	W14x730	1387	1387	1251,61	1208,40	147608	72556	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,33	4,26
	403	W14x730	W14x730	1387	1387	1259,34	1216,02	147307	72408	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,32	4,25
	407	W14x730	W14x730	1387	1387	1051,85	1040,65	154816	76099	W36x230	W36x230	-	-	111262	0	1,39	-

Diğer katlar için oluşturulan kontrol çizelgeleri EK-A' da verilmiş olup diğer katlarda sınır değerini aşılmadığı görülmüştür.

6.4 Çelik Kolonlarda Gerilme Tahkikleri

2007 Deprem yönetmeliğine göre kolonlarda gerilme tahkiki yapılırken, TS-648 de verilen hesap yöntemi kullanılmıştır. 2007 deprem yönetmeliğine göre çözüm yapılırken yapının süneklik düzeyi yüksek sistem kriterlerine uyup uymadığı irdelenmiştir. Süneklik düzeyi yüksek sistemde yapı davranış katsayısı hem X hem de Y yönü için 7 alınmıştır. ETABS programının kolonların otomatik olarak gerilme kontrollerini sağlayacağı görülse de doğrulama amacıyla yapı üzerinde kullanılan iki kesite ait birer kolon için gerilme kontrolleri elle yapılmış ve hesaplar aşağıda verilmiştir.

Kolonların hesabında dikkate alınacak iç kuvvetler düşey yükler ve deprem yüklemelerinden en elverişsiz iç kuvvet oluşturan yüklemeden alınmıştır. Basınç ve eğilme etkisindeki bu elemanlarda gerilme tahkikleri TS-648 de istendiği şekilde yapılmıştır. Mevcut kolonlar Denklem (6.14), Denklem (6.15), Denklem (6.16a) ve Denklem (6.16b) kullanılarak kontrol edilmiştir, [5].

$$\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} \leq 0.15 \quad (6.14)$$

Denklem (6.14) şartı sağlanırsa Denklem (6.15), sağlanmazsa (6.16) kullanılmıştır.

$$\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} + \frac{\sigma_{bx}}{\sigma_{Bx}} + \frac{\sigma_{by}}{\sigma_{By}} \leq 1 \quad (6.15)$$

$$\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} + \frac{C_{mx} \times \sigma_{bx}}{\left(1 - \frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{ex}}\right) \times \sigma_{Bx}} + \frac{C_{my} \times \sigma_{by}}{\left(1 - \frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{ey}}\right) \times \sigma_{By}} \leq 1 \quad (6.16a)$$

$$\frac{\sigma_{eb}}{0.6 \times \sigma_a} + \frac{\sigma_{bx}}{\sigma_{Bx}} + \frac{\sigma_{by}}{\sigma_{By}} \leq 1 \quad (6.16b)$$

Denklem (6.15) ve (6.16)'de verilen σ_{Bx} , λ_{yb} 'nin değerine göre Denklem (6.17a) veya (6.17b) ile hesaplanır. Enkesitte; basınç başlığı dolu kesit, dikdörtgene yakın formda ve alanı da çekme başlığı alanından küçük değil ve aynı zamanda Denklem (6.18) verilen şartı da sağlıyorsa, σ_{Bx} Denklem (6.17c) ile hesaplanır. Bu iki değerden büyük olanı Denklem (6.18) şartı da gözetilerek hesaplanır, [5].

$$\lambda_{yb} \leq \sqrt{\frac{3 \times 10^7 \times C_b}{\sigma_a}} \text{ ise } \sigma_{Bx} = \left[\frac{2}{3} - \frac{\sigma_a \times \lambda_{yb}^2}{9 \times 10^7 \times C_b} \right] \times \sigma_a \quad (6.17a)$$

$$\lambda_{yb} > \sqrt{\frac{3 \times 10^7 \times C_b}{\sigma_a}} \text{ ise } \sigma_{Bx} = \frac{10^7 \times C_b}{\lambda_{yb}^2} \quad (6.17b)$$

$$\sigma_{Bx} = \frac{84 \times 10^4 \times C_b}{s_{Ky} \times \frac{d}{F_b}} \quad (6.17c)$$

$$\sigma_{Bx} \leq 0.6 \times \sigma_a \quad (6.18)$$

Denklem (6.16a)'da verilen σ'_{ey} Denklem (6.19)'a göre hesaplanır.

$$\sigma'_{ey} = \frac{829 \times 10^4}{\lambda_x^2} \quad (6.19)$$

W14x730 Kesitli Kolonlar

$$b = 45.47 \text{ cm}, \quad t_b = 12.47 \text{ cm}$$

$$h = 56.90 \text{ cm}, \quad t_w = 7.79 \text{ cm}$$

$$A = 1387 \text{ cm}^2$$

$$I_y = 595210 \text{ cm}^4, \quad W_y = 20923 \text{ cm}^3, \quad i_y = 20.71 \text{ cm}$$

$$I_x = 196461 \text{ cm}^4, \quad W_x = 8642 \text{ cm}^3, \quad i_x = 11.90 \text{ cm}$$

Kolon Üzerine Gelen Kuvvetler

$$N = 1254.97 \text{ t}$$

$$M_{x-x} = 19.83 \text{ tm} , \quad M_{y-y} = 111.89 \text{ tm}$$

$$V_x = 12.53 \text{ t}, \quad V_y = 49.64 \text{ t}$$

Malzeme St 52

$$\sigma_a = 3.60 \text{ t} / \text{cm}^2$$

$$E_s = 2100 \text{ t} / \text{cm}^2$$

$$\begin{aligned} F_b &= 45.47 \times 12.47 + \frac{1}{3} \left(\frac{56.90 - 2 \times 12.47}{2} \right) 7.79 \\ &= 608.50 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$S_{kx} = 390 \text{ cm}, S_{ky} = 390 \text{ cm}$$

$$\lambda_x = \frac{390}{11.90} = 32.77, \lambda_y = \frac{390}{20.71} = 18.83$$

σ_{eb} : Yalnız Normal Kuvvet Etkisinde Hesaplanan Gerilme

$$\sigma_{eb} = \frac{1254.97}{1387} = 0.90 \text{ t} / \text{cm}^2$$

σ_{bem} Normal kuvvet etkisinde emniyet gerilmesi

$$\sigma_{bem} = 1.37 \text{ t} / \text{cm}^2$$

$\sigma_{bx} / \sigma_{by}$ Yalnız eğilme momenti etkisinde hesaplanan basınç başlığı gerilmeleri

$$\sigma_{bx} = \frac{1983}{8642} = 0.23 \text{ t} / \text{cm}^2$$

$$\sigma_{by} = \frac{11189}{20923} = 0.53 \text{ t} / \text{cm}^2$$

$\sigma_{Bx} / \sigma_{By} (M_x / M_y)$ Eğilme momenti etkisinde hesaplanan basınç başlığı emniyet gerilmeleri

Denklem (6.17a) dan

$$\sigma_{Bx} = \left[\frac{2}{3} - \frac{1.33 \times 3600 \times 18.83^2}{9 \times 10^7 \times 1.75} \right] \times 3600 = 2361 \text{ kg} / \text{cm}^2 = 2.36 \text{ t} / \text{cm}^2$$

Denklem (6.17c) den

$$\sigma_{Bx} = \frac{84 \times 10^4 \times 1.75}{390 \times 57 \times 1000} 608.50 = 40.24 \text{ t / cm}^2 > 0.6 \times 3.60 = 2.16 \text{ t / cm}^2$$

Dolayısıyla $\sigma_{Bx} = 2.16 \text{ t / cm}^2$

$$\sigma_{By} = \left[\frac{2}{3} - \frac{1.33 \times 3600 \times 32.77^2}{9 \times 10^7 \times 1.75} \right] \times 3600 = 2282 \text{ kg / cm}^2 = 2.28 \text{ t / cm}^2$$

$$\sigma_{By} = \frac{84 \times 10^4 \times 1.75}{390 \times 57 \times 1000} 608.50 = 40.24 \text{ t / cm}^2 > 0.6 \times 3.60 = 2.16 \text{ t / cm}^2$$

Dolayısıyla $\sigma_{By} = 2.16 \text{ t / cm}^2$

$\sigma_{ex}' / \sigma_{ey}'$ (x-x/y-y eksenı için) Euler gerilmesinden türetilen gerilme

$$\sigma_{ex}' = \frac{\pi^2 E}{2.5 \lambda_x^2} = \frac{\pi^2 2100000}{2.5 \times 18.83^2} = 23381 \text{ kg / cm}^2$$

$$\sigma_{ey}' = \frac{\pi^2 E}{2.5 \lambda_y^2} = \frac{\pi^2 2100000}{2.5 \times 32.77^2} = 7720 \text{ kg / cm}^2$$

Hesap düzlemine dik doğrultuda çubuğun tutulması ile ilgili katsayı

$$C_{m,x} = C_{m,y} = 0.65$$

$$\frac{\sigma_{ebx}}{\sigma_{bemx}} = \frac{0.90}{1.37} = 0.66 > 0.15$$

$$\frac{900}{1370} + \frac{0.65 \times 230}{\left(1 - \frac{900}{23381}\right) \times 2160} + \frac{0.65 \times 530}{\left(1 - \frac{900}{7720}\right) \times 2160} \leq 1$$

$$0.66 + 0.07 + 0.18 = 0.91 \leq 1$$

$$\frac{900}{0.6 \times 3600 \times 1.33} + \frac{230}{2160} + \frac{530}{2160} = 0.67 \leq 1$$

W14x665 Kesitli Kolonlar

$$b = 44.95 \text{ cm}, \quad t_b = 11.48 \text{ cm}$$

$$h = 54.86 \text{ cm}, \quad t_w = 7.18 \text{ cm}$$

$$A = 1264 \text{ cm}^2$$

$$I_y = 516126 \text{ cm}^4, \quad W_y = 18814 \text{ cm}^3, \quad i_y = 20.20 \text{ cm}$$

$$I_x = 173568 \text{ cm}^4, \quad W_x = 7721 \text{ cm}^3, \quad i_x = 11.71 \text{ cm}$$

Kolon Üzerine Gelen Kuvvetler

$$N = 1476.47 \text{ t}$$

$$M_{x-x} = 13.70 \text{ tm}, \quad M_{y-y} = 35.61 \text{ tm}$$

$$V_x = 5.75 \text{ t}, \quad V_y = 15.49 \text{ t}$$

Malzeme St 52

$$\sigma_a = 3.60 \text{ t/cm}^2$$

$$E_s = 2100 \text{ t/cm}^2$$

$$F_b = 44.95 \times 11.48 + \frac{1}{3} \left(\frac{54.86 - 2 \times 11.48}{2} \right) 7.18 \\ = 554.20 \text{ cm}^2$$

$$S_{kx} = 390 \text{ cm}, \quad S_{ky} = 390 \text{ cm}$$

$$\lambda_x = \frac{390}{11.71} = 33.30, \quad \lambda_y = \frac{390}{20.20} = 19.30$$

σ_{eb} : Yalnız Normal Kuvvet Etkisinde Hesaplanan Gerilme

$$\sigma_{eb} = \frac{1476.47}{1264} = 1.16 \text{ t/cm}^2$$

σ_{bem} Normal kuvvet etkisinde emniyet gerilmesi

$$\sigma_{bem} = 1.37 \text{ t/cm}^2$$

$\sigma_{bx} / \sigma_{by}$ Yalnız eğilme momenti etkisinde hesaplanan basınç başlığı gerilmeleri

$$\sigma_{bx} = \frac{1370}{7721} = 0.18 \text{ t / cm}^2$$

$$\sigma_{by} = \frac{3561}{18814} = 0.19 \text{ t / cm}^2$$

$\sigma_{Bx} / \sigma_{By} (M_x / M_y)$ Eğilme momenti etkisinde hesaplanan basınç başlığı emniyet gerilmeleri
Denklem (6.17a) dan

$$\sigma_{Bx} = \left[\frac{2}{3} - \frac{1.33 \times 3600 \times 33.30^2}{9 \times 10^7 \times 1.75} \right] \times 3600 = 2278 \text{ kg / cm}^2 = 2.28 \text{ t / cm}^2$$

Denklem (6.17c) den

$$\sigma_{Bx} = \frac{84 \times 10^4 \times 1.75}{390 \times 55 \times 1000} 554.20 = 37.98 \text{ t / cm}^2 > 0.6 \times 3.60 = 2.16 \text{ t / cm}^2$$

Dolayısıyla $\sigma_{Bx} = 2.16 \text{ t / cm}^2$

$$\sigma_{By} = \left[\frac{2}{3} - \frac{1.33 \times 3600 \times 19.30^2}{9 \times 10^7 \times 1.75} \right] \times 3600 = 2359 \text{ kg / cm}^2 = 2.36 \text{ t / cm}^2$$

$$\sigma_{By} = \frac{84 \times 10^4 \times 1.75}{390 \times 55 \times 1000} 554.20 = 37.98 \text{ t / cm}^2 > 0.6 \times 3.60 = 2.16 \text{ t / cm}^2$$

Dolayısıyla $\sigma_{By} = 2.16 \text{ t / cm}^2$

$\sigma_{ex} ' / \sigma_{ey} '$ (x-x/y-y eksenı için) euler gerilmesinden türetilen gerilme

$$\sigma_{ex} ' = \frac{\pi^2 E}{2.5 \lambda_x^2} = \frac{\pi^2 2100000}{2.5 \times 33.30^2} = 7476 \text{ kg / cm}^2$$

$$\sigma_{ey} ' = \frac{\pi^2 E}{2.5 \lambda_y^2} = \frac{\pi^2 2100000}{2.5 \times 19.30^2} = 22256 \text{ kg / cm}^2$$

Hesap düzlemine dik doğrultuda çubuğun tutulması ile ilgili katsayı

$$C_{m,x} = C_{m,y} = 0.65$$

$$\frac{\sigma_{ebx}}{\sigma_{bemx}} = \frac{1.16}{1.37} = 0.85 > 0.15$$

$$\frac{1160}{1370} + \frac{0.65 \times 180}{\left(1 - \frac{1160}{22256}\right) \times 2160} + \frac{0.65 \times 190}{\left(1 - \frac{1160}{7476}\right) \times 2160} \leq 1$$

$$0.85 + 0.06 + 0.06 = 0.97 \leq 1$$

$$\frac{1160}{0.6 \times 3600 \times 1.33} + \frac{180}{2160} + \frac{190}{2160} = 0.58 \leq 1$$

6.5 Çelik Kirişlerde Gerilme Ve Sehim Tahkikleri

Kirişlerde normal kuvvet etkisi göz ardı edildiği için gerilme, makaslama ve kıyaslama tahkikleri Denklem (6.20), (6.21) ve (6.22)'e göre yapılmıştır. İç kuvvetler ETABS programında oluşturulan modelden alınmıştır. Deprem yüklemesi durumunda emniyet gerilmelerinin %33 arttırılmış değeri kullanılmıştır, [4].

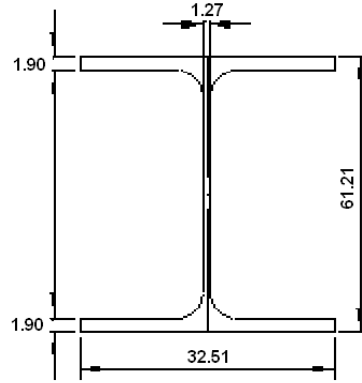
$$\sigma = \frac{M}{W} \leq \sigma_{\text{çem}} \quad (6.20)$$

$$\tau_0 = \frac{Q_{\text{max}}}{F_{\text{gövde}}} \leq \tau_{\text{em}} \left(\frac{\sigma_{\text{çem}}}{\sqrt{3}} \right) \quad (6.21)$$

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma^2 + 3 \times \tau^2} \leq \begin{cases} 0.75 \sigma_a \text{ (H) Yükleme} \\ 0.80 \sigma_a \text{ (HZ) Yükleme} \end{cases} \quad (6.22)$$

Deformasyon tahkikinde, ölü yük + hareketli yük (G+P) yüklemesinden oluşan deplasman değerleri ETABS programından alınarak konsol kirişlerde 1/250, diğer kirişlerde 1/300 üst sınır değeri ile karşılaştırılmıştır. Çelik elemanların gerilme ve sehim kontrolleri ETABS programı tarafından otomatik olarak yapılmaktadır. Ancak programın çıktılarının genel bir kontrolü açısından yapı üzerinde kiriş olarak kullanılan her iki çelik profil için de birer adet eleman seçilip gerilme kontrolleri el ile hesaplanmış ve program çıktıları ile karşılaştırılmıştır. Bulunan sonuçlar benzer olduğundan diğer kiriş elemanların gerilme ve sehim tahkikleri için program çıktıları doğru olarak kabul edilmiştir.

W24x104 Kesitli Kirişler



Şekil 6.8 : W24x104 Kesit Özellikleri

- Kesit özellikleri:

Profil yüksekliği (h): 61.21 cm

Başlık genişliği (b): 32.51 cm

Başlık kalınlığı (t): 1.90 cm

Gövde kalınlığı (t_w): 1.27 cm

Kesit alanı (A): 197 cm²

Gövde alanı (A_g): $(61.21 - 2 \times 1.90) \times 1.27 = 72.91 \text{ cm}^2$

Mukavemet momenti (W): 4215 cm³

- Malzeme özelliği: ST 52

$$\sigma_a = 3.60 \text{ t / cm}^2$$

$$E_s = 2100 \text{ t / cm}^2$$

- İç kuvvetler:

$$M = 85.628 \text{ tm}$$

$$V = 36.464 \text{ t}$$

$$N = 0$$

- Gerilme Kontrolü :

$$\sigma = \frac{8562.8}{4215} = 2.03 \leq 0.6 \times 3.60 = 2.16 \text{ t/cm}^2 \quad \checkmark \text{ (H Yüklemesi)}$$

$$\tau_0 = \frac{36.464}{72.91} = 0.50 \leq \frac{0.6 \times 3.60}{\sqrt{3}} = 1.25 \text{ t/cm}^2 \checkmark \text{ (H Yüklemesi)}$$

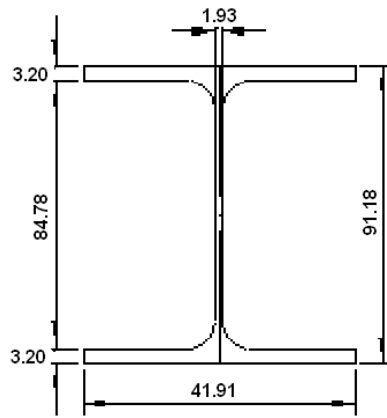
$$\sigma_v = \sqrt{2.03^2 + 3 \times 0.50^2} \leq 0.75 \times 3.60 \text{ (H) Yüklemesi} \checkmark$$

$$2.21 \leq 2.70 \text{ t/cm}^2$$

- Sehim Kontrolü :

$$\text{Deplasman } 0.072 \text{ cm} < 765/300 = 2.55 \text{ cm} \checkmark$$

W36x230 Kesitli Kirişler



Şekil 6.9 : W36x230 Kesit Özellikleri

- Kesit özellikleri:

Profil yüksekliği (h): 91.18 cm

Başlık genişliği (b): 41.91 cm

Başlık kalınlığı (t): 3.20 cm

Gövde kalınlığı (t_w): 1.93 cm

Kesit alanı (A): 436 cm²

Gövde alanı (A_g): $(91.18 - 2 \times 3.20) \times 1.93 = 163.62 \text{ cm}^2$

Mukavemet momenti (W): 13693 cm³

- Malzeme özelliği: ST 52

$$\sigma_a = 3.60 \text{ t/cm}^2$$

$$E_s = 2100 \text{ t/cm}^2$$

- İç kuvvetler:

$$M = 200.688 \text{ tm}$$

$$V = 57.049 \text{ t}$$

$$N = 0$$

- Gerilme Kontrolü :

$$\sigma = \frac{20068.8}{13693} = 1.47 \leq 0.6 \times 3.60 = 2.16 \text{ t/cm}^2 \quad \checkmark \text{ (H Yüklemesi)}$$

$$\tau_0 = \frac{57.049}{72.91} = 0.35 \leq \frac{0.6 \times 3.60}{\sqrt{3}} = 1.25 \text{ t/cm}^2 \quad \checkmark \text{ (H Yüklemesi)}$$

$$\sigma_v = \sqrt{1.47^2 + 3 \times 0.35^2} \leq 0.75 \times 3.60 \text{ (H) Yüklemesi} \quad \checkmark$$

$$1.59 \leq 2.70 \text{ t/cm}^2$$

- Sehim Kontrolü:

$$\text{Deplasman } 0.045 \text{ cm} < 765/300 = 2.55 \text{ cm} \quad \checkmark$$

Hesaplarda verilen iç kuvvet ve deplasman değerleri, 2007 Deprem Yönetmeliğine göre oluşturulan modelden elde edilen maksimum değerlerdir. Buna dayanarak, bulunan gerilme ve sehim kontrolünde herhangi bir problem olmadığı görülmüştür.

6.6 2007 Deprem Yönetmeliğine Göre Tasarlanmış Birleşim Detayları

2007 deprem yönetmeliğinde verilen birleşimlerden öncelikle “Alın levhalı bulonlu birleşim” detayı denenmiş ve gerekli tahkikleri sağlamadığı görülerek “Takviyeli alın levhalı bulonlu birleşim” detayı kullanılmasına karar verilmiştir. Deprem yönetmeliğinde istenen kolon kiriş birleşimleri için gerekli şartlar ve tasarlanan birleşimlerin bu şartlara göre kontrolleri aşağıda sırasıyla incelenmiştir.

6.6.1 Kiriş kolon birleşimlerinin sağlaması gereken şartlar

2007 deprem yönetmeliğine göre süneklik düzeyi yüksek çerçevelerin moment aktaran kiriş-kolon birleşimlerinin aşağıdaki üç koşulu bir arada sağlanması gerektiği belirtilmiştir.

(a) Birleşim en az 0.04 radyan Görelî Kat Ötelemesi Açısı'nı (görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği) sağlayabilecek kapasitede olacaktır. Bunun için, deneysel ve/veya analitik yöntemlerle geçerliliği kanıtlanmış olan detaylar kullanılacaktır, [3].

(b) Birleşimin kolon yüzündeki gerekli eğilme dayanımı;

- Birleşen kirişin kolon yüzündeki eğilme momenti kapasitesinin $0.80 \times 1.1D_a$ katından daha az olmayacaktır, [3].
- Düşüm noktasına birleşen kolonlar tarafından birleşime aktarılan en büyük eğilme momenti ile uyumlu olacaktır, [3].
- Ayrıca düşey yükler ve deprem yükü azaltma katsayısının $R_a = 1.5$ değeri için hesaplanan deprem yüklerinin ortak etkisi altında meydana gelen eğilme momentini aşmayacaktır, [3].
- Zayıflatılmış kiriş enkesitleri kullanılması veya kiriş uçlarında güseler oluşturulması halinde, kolon yüzündeki eğilme momenti kapasitesi, kiriş plastik momenti ile kiriş ucundaki olası plastik mafsaldaki kesme kuvvetinden dolayı kolon yüzünde meydana gelen ek eğilme momenti toplanarak hesaplanacaktır, [3].

Kirişin ve kolonun kolon yüzündeki eğilme momenti kapasitesi Denklem (6.23) ile hesaplanacaktır.

$$M_{pr} = W_p x \sigma_a \quad (6.23)$$

(c) Birleşimin boyutlandırılmasında esas alınacak V_e kesme kuvveti Denklem (6.24) ile hesaplanacaktır, [3].

$$V_e = V_{dy} \pm 1.1D_a \frac{(M_{pi} + M_{pj})}{l_n} \quad (6.24)$$

Burada;

V_{dy} : Kirişin kolona birleşen yüzünde düşey yüklerden meydana gelen basit kiriş kesme kuvveti

M_{pi} : Kirişin sol ucu i' de hesaplanan pozitif veya negatif moment kapasitesi

M_{pj} : Kirişin sağ ucu j' de hesaplanan pozitif veya negatif moment kapasitesi

D_a : Malzeme kalitesine göre arttırma katsayısı

l_n : Kiriş uçlarında olası plastik mafsalları arasındaki uzaklık

6.6.2 Gerilme sınır değerleri:

Birleşim tasarımında kullanılacak gerilme sınır değerleri aşağıda verildiği gibi kullanılacaktır.

Tam penetrasyonlu kaynak : σ_a

Kısmi penetrasyonlu küt kaynak

veya köşe kaynağı : $1.7 \sigma_{em}$

Bulonlu birleşimler : $1.7 \sigma_{em}$

(σ_{em} : ilgili birleşim elemanın Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2 verilen emniyet gerilme değeri)

6.6.3 Kayma bölgesinin sağlaması gereken koşullar:

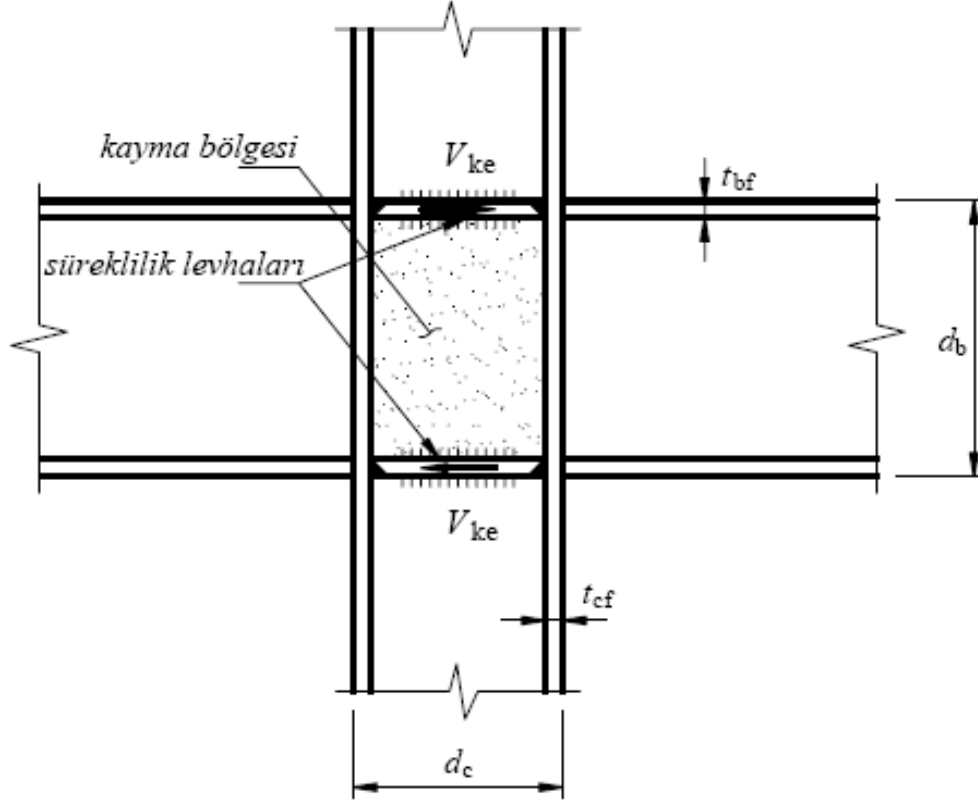
Kiriş kolon birleşim detayında, kiriş ve kolon başlıklarının sınırladığı kayma bölgesi aşağıda verilen koşulları sağlayacak şekilde teşkil edilmiş olmalıdır.

(a) Kayma bölgesinin gerekli V_{ke} kesme kuvveti dayanımı, Denklem (6.25) de verildiği gibi; düğüm noktasına birleşen kirişlerin kolon yüzündeki eğilme momenti kapasiteleri toplamının 0.80 katından meydana gelen kesme kuvvetine eşit olarak alınacaktır. Kayma bölgesi gösterimi Şekil 6.10 de verilmiştir.

$$V_{ke} = 0.8 \sum M_p \left(\frac{1}{d_b} - \frac{1}{H_{ort}} \right) \quad (6.25)$$

(b) Kayma bölgesinin V_p kesme kuvveti kapasitesi Denklem (6.26) a göre hesaplanacaktır.

$$V_p = 0.6\sigma_a d_c t_p \left[1 + \frac{3b_{cf} t_{cf}^2}{d_b d_c t_p} \right] \quad (6.26)$$

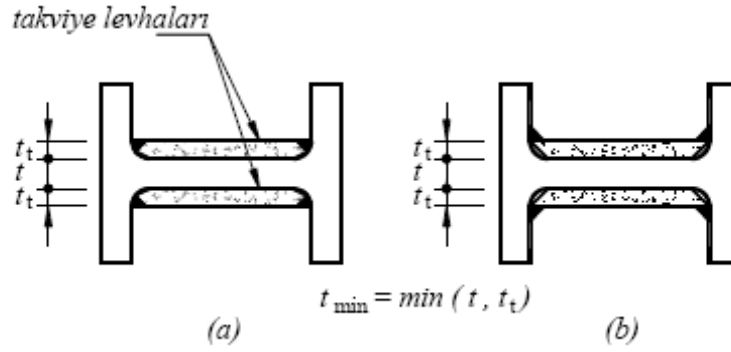


Şekil 6.10 : Kayma Bölgesi [3]

(c) 2007 deprem yönetmeliğinde belirtilen süneklik düzeyi yüksek çerçevelerde kolon kiriş birleşimlerinin sağlaması gereken koşullar arasında yukarıda verilen kesme kuvvetinin sağlaması gereken şartla beraber kolon gövde levhalarının ve kullanılan takviye levhalarının da sağlaması gereken en küçük et kalınlığı, Denklem (6.27) de verilen minimum levha kalınlığı sınır değerinin altında olmaması istenmiştir. Bu koşulun sağlanmadığı durumlarda ise takviye levhaları ve kolon gövde levhası birbirlerine kaynakla bağlanıp Denklem (6.27) yi sağlayıp sağlamadığı tekrar kontrol edilecektir.

$$t_{\min} \geq u/180 \quad (6.27)$$

(d) Kayma bölgesinde takviye levhası kullanılması halinde bu levhalar 2007 deprem yönetmeliğinde verildiği şekilde kolon başlıklarına tam penetrasyonlu küt kaynak veya köşe kaynağı ile bağlanmalı ve bu kaynaklar takviye levhası tarafından karşılanan kesme kuvvetini güvenle aktaracak şekilde dizayn edilmelidir. Takviye levhaları gösterimi Şekil 6.11 de verilmiştir.



Şekil 6.11 : Kolon Gövde Takviye Levhaları [3]

6.6.4 Süreklilik levhaları

2007 deprem yönetmeliğine göre moment aktaran kiriş kolon birleşim detaylarında kolon gövdesinin her iki tarafına kiriş başlıkları seviyesinde süreklilik levhası konularak kiriş başlıklarındaki çekme ve basınç kuvvetlerinin kolona (ve iki taraflı kolon kiriş birleşimlerinde komşu kirişe) güvenle aktarılması sağlamalıdır. Bunun yanında süreklilik levhalarının kalınlıkları tek taraflı kiriş birleşimlerinde birleşen kirişin başlık kalınlığından, kolona iki taraftan kiriş birleşmesi durumunda ise birleşen kirişlerin başlık kalınlıklarının büyüğünden küçük olmayacaktır şartı getirilmiştir. Kolon başlık kalınlığının Denklem (6.28a) ve Denklem (6.28b) de verilen şartların her ikisini de sağlaması durumunda ise süreklilik levhası konulmayabilir, [3].

$$t_{cf} \geq 0.4 \sqrt{1.8 b_{bf} t_{bf}} \quad (6.28a)$$

$$t_{cf} \geq \frac{b_{bf}}{6} \quad (6.28b)$$

6.6.5 Deprem yükü aktaran kolon kiriş birleşimleri

Moment aktaran deprem birleşimleri, deprem yönetmeliğinde verilen “Takviyeli alın levhalı bulonlu birleşim” olarak, yönetmelikteki şartlara uyularak tasarlanmıştır. Tasarım esnasında dikkate alınan kriterler aşağıda verilmiştir.

Bulon çapları arasındaki mesafe: $g > 3.5d$

Kolon başlığından bulon eksenine olan uzaklık: $p_f < 3a$

Alın levhası genişliği $b_p > b_{kiriş} + 3a$.

6.6.5.1 Bulon çapının belirlenmesi

Kolon ve alın levhasında açılacak maksimum bulon deliği çapı Denklem (6.29) ile bulunmuştur.

$$\sqrt{5t_{\min}} - 0.2 \quad (6.29)$$

Birleşim tasarımında dikkate alınan eğilme momenti Denklem (6.30a) şartını sağlamalıdır. T_{ub} bir bulonun dış dibi ile taşıyabileceği maksimum çekme kuvveti olup Denklem (6.30b) e göre hesaplanır. Denklemde verilen diğer parametreler Şekil 6.14 de gösterilmiştir.

$$M_{pr} < 2xT_{ub}x(d_0 + d_1) \quad (6.30a)$$

$$T_{ub} = \sigma_x \frac{\pi x (0.86x d_{bt})^2}{4} \quad (6.30b)$$

Bulon çapının belirlenmesinde ise Denklem (6.31a) kullanılacaktır. P_v , bulona uygulanacak öngerme kuvveti olup bulon çapına göre çizelgede verilmiştir. d_{bt} bulon çapıdır, F_{tu} değeri Denklem (6.31b) ile hesaplanacaktır. Diğer parametreler Şekil 6.13 de gösterilmiştir.

$$T_{ub} \geq \frac{0.00218529 p_f^{0.591} F_{fu}^{2.583}}{t_p^{0.895} d_{bt}^{1.909} t_s^{0.327} b_p^{0.965}} + P_v \quad (6.31a)$$

$$F_{fu} = \frac{M_f}{d_b - t_{bf}} \quad (6.31b)$$

Denklem (6.31a) nın yanında Denklem (6.31c) nin kontrolünün A_b bulon enkesiti tarafından sağlanması durumunda seçilen bulon uygundur.

$$A_b \geq \frac{\frac{2M_{pr}}{L-h} + V_g}{n \cdot \tau_{sem}} \quad (6.31c)$$

A_b : Bulon gövde enkesit alanı

L : Kolon eksenleri arasındaki mesafe

V_g : Kolon başlık yüzeyinde gravitasyonel yüklerden dolayı oluşan kesme kuvveti

h : Kolon kesit yüksekliği

τ_{sem} : Bulona ait kayma emniyet gerilmesi

n : Birleşimdeki bulon sayısı

6.6.5.2 Alın levhası et kalınlığı hesabı

Alın levhasında eğilmeden kaynaklanan akmaları önlemek için gerekli t_p minimum alın levhası kalınlığı Denklem (6.32a) ve Denklem (6.32b) yardımı ile hesaplanır. Şekil 6.13 de gerekli parametreler verilmiştir.

$$t_p \geq \frac{0.0386428 \cdot p_f^{0.9} \cdot g^{0.6} \cdot F_{fu}}{d_{bt}^{0.9} \cdot t_s^{0.1} \cdot b_p^{0.7}} \quad (6.32a)$$

$$t_p \geq \frac{0.047451 \cdot p_f^{0.25} \cdot g^{0.15} \cdot F_{fu}}{d_{bt}^{0.7} \cdot t_s^{0.15} \cdot b_p^{0.3}} \quad (6.32b)$$

6.6.5.3 Kayma bölgesi kesme kuvveti kontrolü

Kiriş başlığı çekme kuvvetine dayanacak minimum kolon başlık kalınlığı Denklem (6.23) de verilen momenti taşıyacak şekilde hesaplanacaktır.

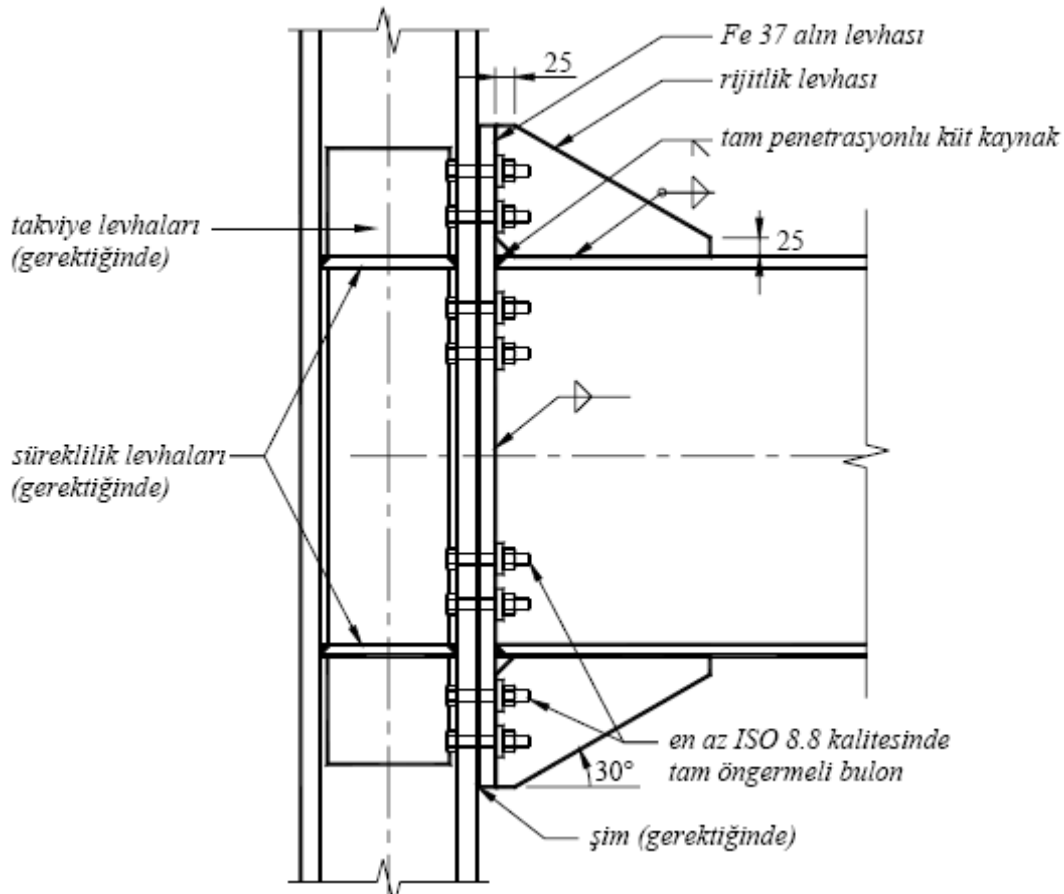
Kayma bölgesinin yeterli kesme dayanımına sahip olması için Denklem (6.25) ile bulunan kesme kuvvetinin Denklem (6.26) ile bulunan kesme kuvveti kapasitesinden küçük olması istenmektedir.

6.6.5.4 Kayma bölgesinde levha kalınlığı kontrolleri

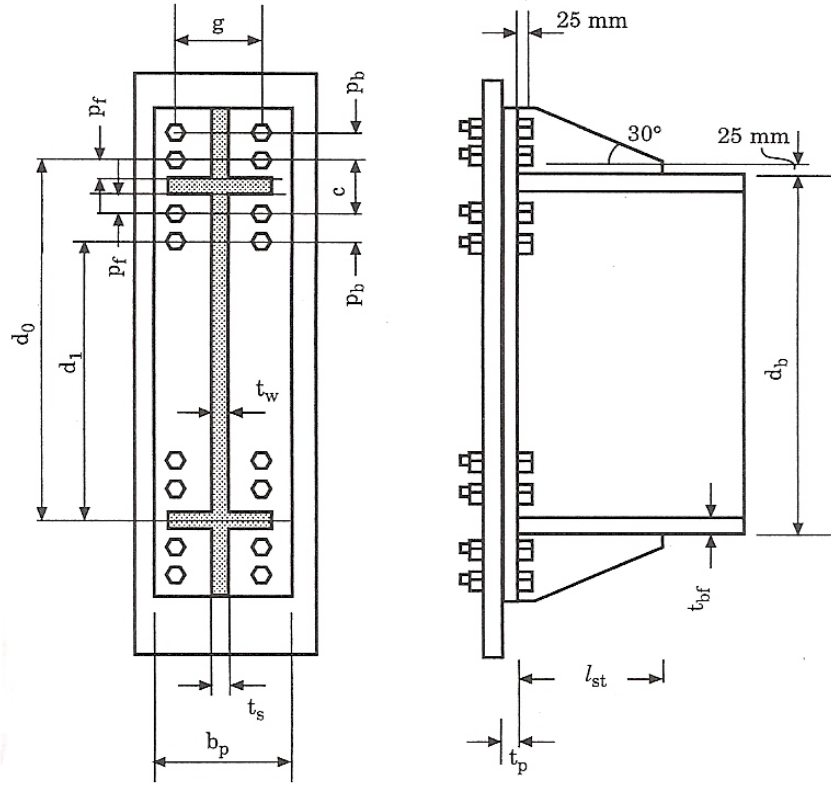
Kolon gövde levhası kalınlığının Denklem (6.27) de istenen şartı sağlamalıdır.

6.6.5.5 Süreklilik levhası kontrolleri

Birleşimde süreklilik levhası gerekip gerekmediği; denklem (6.28a) ve (6.28b) deki kontroller sonucunda belirlenir.



Şekil 6.12 : Takviyeli Alın Levhalı Birleşim [3]



Şekil 6.13 : Takviyeli Alın Levhalı Birleşimi Tasarım Parametreleri [6]

6.6.6 W14x730 kolonu – W36x230 kirişi birleşim kontrolleri

Tip birleşim detayının minimum 0.04 radyan plastik dönme kapasitesine sahip olabilmesi için kolon kiriş profilleri ve bağlantı elemanlarının özelliklerinin birtakım sınır değerler içerisinde olması gerekmektedir. Birleşim tasarımı için sınır değerler Çizelge 6.14 de verilmiştir.

Çizelge 6.14 : W14x730 – W36x230 birleşim detayları sınır değerleri

Birleşim Detay Parametreleri	Uygulama Sınırı	Birleşim Değerleri
Kiriş ve kolon için izin verilen malzeme sınıfı	St 52 (Fe 52), eşdeğeri ve üzeri	St 52
Kiriş enkesit yüksekliği	≤ 1000 mm	911 mm < 1000 mm
Kiriş açıklığı /enkesit yüksekliği oranı	≥ 7	8000/911=8.8 > 7
Kiriş başlık kalınlığı	≤ 25 mm	22mm < 25mm
Kolon enkesit yüksekliği	≤ 600 mm	569 mm < 600 mm
Bulon sınıfı	8.8 veya 10.9	10.9
Bulon öngerme koşulları	Tam öngerme	Tam öngerme
Alın ve rijitlik levhası malzeme sınıfı	St 52 (Fe 37)	Fe 37
Başlık levhası kalınlığı	Tam penetrasyonlu küt kaynak	Tam penetrasyonlu küt kaynak
Plastik mafsalın kolon enkesitinden uzaklığı	$d_c/2 + t_{PL} + L_{st}$	714 mm

W14x730 Kesitli Kolonlar

$$b = 45.47 \text{ cm}, \quad t_b = 12.47 \text{ cm}$$

$$h = 56.90 \text{ cm}, \quad t_w = 7.79 \text{ cm}$$

$$A = 1387 \text{ cm}^2$$

$$I_y = 595210 \text{ cm}^4, \quad W_y = 20923 \text{ cm}^3, \quad i_y = 20.71 \text{ cm}$$

$$I_x = 196461 \text{ cm}^4, \quad W_x = 8642 \text{ cm}^3, \quad i_x = 11.90 \text{ cm}$$

W36x230 Kesitli Kirişler

$$b = 41.91 \text{ cm}, \quad t_b = 2.20 \text{ cm}$$

$$h = 91.18 \text{ cm}, \quad t_w = 1.93 \text{ cm}$$

$$A = 436 \text{ cm}^2$$

$$I_y = 624347 \text{ cm}^4, \quad W_y = 13693 \text{ cm}^3, \quad i_y = 37.83 \text{ cm}$$

$$I_x = 39125 \text{ cm}^4, \quad W_x = 1867 \text{ cm}^3, \quad i_x = 9.47 \text{ cm}$$

Tasarlanan birleşim için M_{pr} plastik mafsal momenti denklem (6.23) kullanılarak aşağıda hesaplanmıştır.

$$M_{pr} = 13693 \text{ cm}^3 \times 3.60 \text{ t/cm}^2 = 49294 \text{ tcm} = 492.94 \text{ tm}$$

Bu moment kiriş kolon birleşimlerinin sağlaması gereken şartlarda belirtilen değerler ile kıyaslanarak bunlardan minimum olanı alınmıştır.

$$0.8 \times 1.1 \times D_a = 0.8 \times 1.1 \times 1.1 = 0.968$$

$$M_{pr} \times 0.968 = 47716.59 \text{ tcm}$$

Kirişler tarafından aktarılan maksimum eğilme momenti:

$$(R_a = 1.5 \text{ olması durumunda}): 23152.33 \text{ tcm}$$

Hesaplarda 23152.33 tcm eğilme momenti değeri kullanılmıştır.

Kesme kuvveti değeri Denklem (6.24) ye göre aşağıda hesaplanmıştır.

$$V_e = 17.15 \pm 1.1 \times 1.1 \times \frac{(49294 + 49294)}{800 - (52.65 \times 2)}$$

$$V_e = 188.87 \text{ t}$$

Bulon çapları arasındaki mesafe: $g, p_b > 3.5d$
 $g, p_b > 133$, $g=240\text{mm}$
 $p_b=150\text{mm}$ seçilmiştir.

Kolon başlığından bulon eksenine uzaklık: $p_f < 3a$
 $p_f < 3 \times 22 = 66$, $p_f = 75\text{mm}$ seçilmiştir.

Alın levhası genişliği b_p : 450mm seçilmiştir.

- Bulon apının Seçimi:

Alın levhası kalınlığı 50 mm dűřünülererek kolon ve alın levhasında aılabilecek maksimum bulon deliği apı Denklem (6.29) ile bulunmuştur. Bulon apı Denklem (6.30a), (6.31a), (6.31c) ye gűre aşağıda belirlenmiştir.

Kolon başlığı kalınlığı: 124.7 mm

Alın levhası kalınlığı : 50 mm

$t_{\min}(124.7, 50) = 50\text{ mm}$

$\sqrt{5 \times 5} - 0.2 = 4.8$

Maksimum bulon çapı : 48mm

M38 için :

Denklem (6.30a) kontrolű ařađıda verilmiřtir.

$$23152.33\text{ tcm} < 2xT_{ub}x((91 - 2.2 + a/2) + (91 - 2.2 - a/2))$$

$$T_{ub} = 65.18t$$

$$F_z = \frac{\pi x(0.86x3.8)^2}{4} = 8.39\text{cm}^2$$

$$T_{ub} = 8.39\text{ cm}^2 \times 10\text{ t/cm}^2 = 83.9\text{ t}$$

Denklem (6.31b) kullanılarak F_{fu} değeri aşağıda bulunmuştur.

$$F_{fu} = \frac{M_f}{d_b - t_{bf}}$$

$$F_{fu} = \frac{M_f}{d_b - t_{bf}} = \frac{23152}{91 - 2.2} = 260.72$$

Denklem (6.31a) ya göre bulon kontrolü aşağıda verilmiştir. Hesapta dikkate alınan Pv: öngerme kuvveti, Çizelgeden M38 için 51 ton olarak bulunmuştur.

$$83.9 \geq \frac{0.00218529 \times 7.5^{0.591} \times 260.72^{2.583}}{5^{0.895} \times 3.8^{1.909} \times 2^{0.327} \times 30^{0.965}} + 51$$

$$83.9 \geq 6.94 + 51 = 57.94 \text{ ton}$$

Denklem (6.30a) ve (6.31a) nın yanında Denklem (6.31c) nin kontrolünün de sağlanması durumunda seçilen bulon uygundur. Denklem (6.31c) ye göre bulon enkesit alanı A_b nin kontrolü aşağıda verilmiştir.

$$A_b = 11.34 \geq \frac{\frac{2 \times 23152}{800 - 57} + 14.8}{16 \times 3.2} = 1.5 \checkmark$$

- Alın Levhası Kalınlığının hesabı

Seçilen alın levhasında, eğilmeden kaynaklanan akmaları önlemek için gerekli t_p minimum alın levhası kalınlığı, Denklem (6.32a) ve Denklem (6.32b) den maksimum olanına göre kontrol edilmiştir.

$$t_p = 5 \geq \frac{0.0386428 \times 7.5^{0.9} \times 15^{0.6} \times 260.27}{3.8^{0.9} \times 2^{0.1} \times 30^{0.7}} = 4.12 \text{ cm}$$

$$t_p = 5 \geq \frac{0.047451 \times 7.5^{0.25} \times 15^{0.15} \times 260.27}{3.8^{0.7} \times 2^{0.15} \times 30^{0.3}} = 3.91 \text{ cm}$$

Alın levhası kalınlığı 50 mm olarak gerekli kontrolü sağlamaktadır.

- Kayma Bölgesi Kesme Kuvveti Kontrolü:

Kiriş başlığı çekme kuvvetine dayanacak minimum kolon başlık kalınlığı Denklem (6.25) de verildiği gibi hesaplanmıştır.

$$V_{ke} = 0.8 \times (23152 \times 2) \times \left(\frac{1}{91} - \frac{1}{400} \right) = 314.46 \text{ t}$$

Kayma bölgesinin yeterli kesme dayanımına sahip olması için Denklem (6.25) ile bulunan kesme kuvvetinin Denklem (6.26) ile bulunan kesme kuvveti kapasitesinden küçük olması istenmektedir.

Takviye levhası kullanılmaması halinde;

$$V_p = 0.6 \times 3.6 \times 57 \times 7.8 \times \left[1 + \frac{3 \times 45 \times 12.4^2}{91 \times 57 \times 7.8} \right] = 1453.04 \text{ t} > V_{ke} \checkmark$$

- Kayma Bölgesinde Levha Kalınlığı Kontrolleri:

Kolon gövde levhası kalınlığının Denklem (6.27) de istenen şarta göre kontrolü aşağıda verilmiştir.

$$u = 910 \times 2 + 544 \times 2 = 2908 \text{ mm}$$

$$u / 180 = 2908 / 180 = 16.15 \text{ mm}$$

Kolon gövde kalınlığı 77.9mm > 16.15 $\checkmark$

- Süreklilik Levhası Kontrolleri

Birleşimde süreklilik levhası gerekip gerekmediği; denklem (6.28a) ve (6.28b) deki kontroller sonucunda aşağıda gösterilmiştir.

$$124.7 \geq 0.4 \sqrt{1.8 \times 300 \times 10} = 29.30 \checkmark$$

$$124.7 \geq 50 \checkmark$$

değerleri bulunmuş olup süreklilik levhasına gerek olmadığı görülmüştür.

6.6.7 W14x665 kolonu – W24x104 kirişi birleşim kontrolleri

Tip birleşim detayının minimum 0.04 radyan plastik dönme kapasitesine sahip olabilmesi için kolon kiriş profilleri ve bağlantı elemanlarının özelliklerinin birtakım sınır değerler içerisinde olması gerekmektedir. Birleşim tasarımı için sınır değerler Çizelge 6.15 de verilmiştir.

Çizelge 6.15 : W14x665 – W24x104 birleşim detayları sınır değerleri

Birleşim Detay Parametreleri	Uygulama Sınırı	Birleşim Değerleri
Kiriş ve kolon için izin verilen malzeme sınıfı	St 52 (Fe 52), eşdeğeri ve üzeri	St 52
Kiriş enkesit yüksekliği	$\leq 1000 \text{ mm}$	612 mm < 1000 mm
Kiriş açıklığı / enkesit yüksekliği oranı	≥ 7	8000/612=13.0 > 7
Kiriş başlık kalınlığı	$\leq 25 \text{ mm}$	19mm < 25mm
Kolon enkesit yüksekliği	$\leq 600 \text{ mm}$	549 mm < 600 mm
Bulon sınıfı	8.8 veya 10.9	10.9
Bulon öngerme koşulları	Tam öngerme	Tam öngerme
Alın ve rijitlik levhası malzeme sınıfı	St 52 (Fe 37)	Fe 37
Başlık levhası kalınlığı	Tam penetrasyonlu küt kaynak	Tam penetrasyonlu küt kaynak
Plastik mafsallın kolon enkesitinden uzaklığı	$d_c/2 + t_{pL} + L_{st}$	456 mm

W14x665 Kesitli Kolonlar

$$b = 44.95 \text{ cm}, \quad t_b = 11.48 \text{ cm}$$

$$h = 54.86 \text{ cm}, \quad t_w = 7.18 \text{ cm}$$

$$A = 1264 \text{ cm}^2$$

$$I_y = 516126 \text{ cm}^4, \quad W_y = 18814 \text{ cm}^3, \quad i_y = 20.20 \text{ cm}$$

$$I_x = 173568 \text{ cm}^4, \quad W_x = 7721 \text{ cm}^3, \quad i_x = 11.71 \text{ cm}$$

W24x104 Kesitli Kirişler

$$b = 32.51 \text{ cm}, \quad t_b = 1.90 \text{ cm}$$

$$h = 61.21 \text{ cm}, \quad t_w = 1.27 \text{ cm}$$

$$A = 197 \text{ cm}^2$$

$$I_y = 129031 \text{ cm}^4, \quad W_y = 4735 \text{ cm}^3, \quad i_y = 25.56 \text{ cm}$$

$$I_x = 10780 \text{ cm}^4, \quad W_x = 1022 \text{ cm}^3, \quad i_x = 7.39 \text{ cm}$$

Tasarlanan birleşim için M_{pr} plastik mafsalsal momenti denklem (6.23) kullanılarak aşağıda hesaplanmıştır.

$$M_{pr} = 4735 \text{ cm}^3 \times 3.60 \text{ t/cm}^2 = 17046 \text{ tcm} = 170.46 \text{ tm}$$

Bu moment kiriş kolon birleşimlerinin sağlaması gereken şartlarda belirtilen değerler ile kıyaslanarak bunlardan minimum olanı alınmıştır.

$$0.8 \times 1.1 \times D_a = 0.8 \times 1.1 \times 1.1 = 0.968$$

$$M_{pr} \times 0.968 = 16500 \text{ tcm}$$

Kirişler tarafından aktarılan maksimum eğilme momenti:

$$(R=1.5 \text{ olması durumunda}): 22425 \text{ tcm}$$

Hesaplarda 16500 tcm eğilme momenti değeri kullanılmıştır.

Kesme kuvveti değeri Denklem (6.24) ye göre aşağıda hesaplanmıştır.

$$V_e = 26.47 \pm 1.1 \times 1.1 \times \frac{(17046 + 17046)}{800 - (45.6 \times 2)}$$

$$V_e = 84.67 \text{ t}$$

Bulon çapları arasındaki mesafe: $g, p_b > 3.5d$
 $g, p_b > 105$, $g=200\text{mm}$
 $p_b=110\text{mm}$ seçilmiştir.

Kolon başlığından bulon eksenine uzaklık: $p_f < 3a$
 $p_f < 3 \times 19 = 57$, $p_f = 60\text{mm}$ seçilmiştir.

Alın levhası genişliği b_p : 350mm seçilmiştir.

- Bulon apının Seçimi:

Alın levhası kalınlığı 50 mm dűřünülererek kolon ve alın levhasında aılabilecek maksimum bulon deliği apı Denklem (6.29) ile bulunmuştur. Bulon apı Denklem (6.30a), (6.31a), (6.31c) ye gűre aşağıda belirlenmiştir.

Kolon başlığı kalınlığı: 114.8 mm

Alın levhası kalınlığı : 50 mm

$t_{\min}(114.8, 50) = 50\text{ mm}$

$\sqrt{5 \times 5} - 0.2 = 4.8$

Maksimum bulon çapı : 48mm

M30 için :

Denklem (6.30a) kontrolű ařađıda verilmiřtir.

$16500\text{ tcm} < 2xT_{ub}x((61-1.9+a/2)+(61-1.9-a/2))$

$T_{ub} = 69.80t$

$$F_z = \frac{\pi x(0.86x3.0)^2}{4} = 5.23\text{cm}^2$$

$$T_{ub} = 5.23\text{ cm}^2 \times 10\text{ t / cm}^2 = 52.3\text{ t}$$

Denklem (6.31b) kullanılarak F_{fu} değeri aşağıda bulunmuştur.

$$F_{fu} = \frac{M_f}{d_b - t_{bf}}$$

$$F_{fu} = \frac{M_f}{d_b - t_{bf}} = \frac{16500}{61-1.9} = 279.19$$

Denklem (6.31a) ya göre bulon kontrolü aşağıda verilmiştir. Hesapta dikkate alınan P_v : öngerme kuvveti, Çizelgeden M30 için 35.10 ton olarak bulunmuştur.

$$69.8 \geq \frac{0.00218529 \times 6^{0.591} \times 279.19^{2.583}}{5^{0.895} \times 3.0^{1.909} \times 2^{0.327} \times 25^{0.965}} + 35.10$$

$$69.8 \geq 13.59 + 35.10 = 48.69 \text{ ton}$$

Denklem (6.30a) ve (6.31a) nın yanında Denklem (6.31c) nin kontrolünün de sağlanması durumunda seçilen bulon uygundur. Denklem (6.31c) ye göre bulon enkesit alanı A_b nin kontrolü aşağıda verilmiştir.

$$A_b = 7.07 \geq \frac{\frac{2 \times 16500}{800 - 55} + 17.9}{16 \times 3.2} = 1.21 \checkmark$$

- Alın Levhası Kalınlığının hesabı

Seçilen alın levhasında, eğilmeden kaynaklanan akmaları önlemek için gerekli t_p minimum alın levhası kalınlığı, Denklem (6.32a) ve Denklem (6.32b) den maksimum olanına göre kontrol edilmiştir.

$$t_p = 5 \geq \frac{0.0386428 \times 6^{0.9} \times 15^{0.6} \times 279.19}{3.0^{0.9} \times 2^{0.1} \times 25^{0.7}} = 4.86 \text{ cm}$$

$$t_p = 5 \geq \frac{0.047451 \times 6^{0.25} \times 15^{0.15} \times 279.19}{3.0^{0.7} \cdot 2^{0.15} \cdot 25^{0.3}} = 4.95 \text{ cm}$$

Alın levhası kalınlığı 50 mm olarak gerekli kontrolü sağlamaktadır.

- Kayma Bölgesi Kesme Kuvveti Kontrolü:

Kiriş başlığı çekme kuvvetine dayanacak minimum kolon başlık kalınlığı Denklem (6.25) de verildiği gibi hesaplanmıştır.

$$V_{ke} = 0.8 \times (16500 \times 2) \times \left(\frac{1}{61} - \frac{1}{400} \right) = 366.79 \text{ t}$$

Kayma bölgesinin yeterli kesme dayanımına sahip olması için Denklem (6.25) ile bulunan kesme kuvvetinin Denklem (6.26) ile bulunan kesme kuvveti kapasitesinden küçük olması istenmektedir.

Takviye levhası kullanılmaması halinde;

$$V_p = 0.6 \times 3.6 \times 55 \times 7.2 \times \left[1 + \frac{3 \times 45 \times 11.5^2}{61 \times 55 \times 7.2} \right] = 1487.56 \text{ t} > V_{ke} \checkmark$$

- Kayma Bölgesinde Levha Kalınlığı Kontrolleri:

Kolon gövde levhası kalınlığının Denklem (6.27) de istenen şarta göre kontrolü aşağıda verilmiştir.

$$u = 610x2 + 319x2 = 1858 \text{ mm}$$

$$u/180 = 1858/180 = 10.32 \text{ mm}$$

Kolon gövde kalınlığı 71.8mm > 10.32 $\checkmark$

- Süreklilik Levhası Kontrolleri

Birleşimde süreklilik levhası gerekip gerekmediği; denklem (6.28a) ve (6.28b) deki kontroller sonucunda aşağıda gösterilmiştir.

$$114.8 \geq 0.4\sqrt{1.8 \times 250 \times 10} = 26.83 \checkmark$$

$$114.8 \geq 41.67 \checkmark$$

değerleri bulunmuş olup süreklilik levhasına gerek olmadığı görülmüştür.

6.7 Betonarme Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Kontrolü

Bu bölümde yapının merkezinde bulunan ve 80cm kalınlıklı süneklik düzeyi yüksek betonarme perdelerden oluşan taşıyıcı çekirdeğin gerekli enine ve boyuna donatı miktarları hesaplanmış ve betonarme perdelerin süneklik düzeyi yüksek olabilmeleri için yönetmelikte belirtilen şartlara uygun olup olmadıkları kontrol edilmiştir.

6.7.1 Süneklik düzeyi yüksek perdeler için enkesit koşulları

- Süneklik düzeyi yüksek perdelerde gövde bölgesindeki perde kalınlığı kat yüksekliğinin 1/20'sinden ve 200 mm'den az olamaz, [3].

$$\frac{\text{Max.KatYüksekliği}}{20} = \frac{600}{20} = 30\text{cm} < 80\text{cm} \checkmark$$

- $H_w/l_w > 2.0$ olan perdelerin planda her iki ucunda perde uç bölgeleri oluşturulacaktır, [3].

$$H_w = 182\text{m} \text{ (Temel üstünden itibaren ölçülen toplam perde yüksekliği)}$$

$$l_w = 20m \text{ (Perdenin plandaki uzunluğu)}$$

$$\frac{182}{20} = 9.1 > 2 \text{ Perde uç bölgesi gerekmektedir.}$$

- Perde uç bölgelerindeki perde kalınlığı kat yüksekliğinin 1/15'inden ve 200 mm'den az olamaz, [3].

$$\frac{Max.KatYüksekliği}{15} = \frac{600}{15} = 40cm < 80cm \checkmark$$

- Temel üstünden veya perdenin plandaki uzunluğunun %20 den daha fazla küçüldüğu seviyeden itibaren kritik perde yüksekliği, $2l_w$ değerini aşmamak üzere, denklem (6.33)'de verilen koşulların elverişsiz olanını sağlayacak biçimde belirlenecektir.

$$H_{cr} \geq l_w \quad (6.33a)$$

$$H_{cr} \geq H_w / 6 \quad (6.33b)$$

Burada H_w , temel itibaren ölçülen perde yüksekliğidir. Bodrum katlarında rijitliği üst katlara oranla çok büyük olan betonarme çevre perdelerinin bulunduğu ve bodrum kat döşemelerinin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, H_w ve H_{cr} büyüklükleri zemin kat döşemesinden itibaren yukarıya doğru gözönüne alınacaktır. Bu tür binalarda kritik perde yüksekliği, en az zemin katın altındaki ilk bodrum katının yüksekliği boyunca aşağıya doğru ayrıca uzatılacaktır, [3].

$$H_w = 166m \text{ (Zemin üstünden itibaren ölçülen toplam perde yüksekliği)}$$

$$l_w = 20m \text{ (Perdenin plandaki uzunluğu)}$$

$$\left. \begin{array}{l} H_{cr} \geq \frac{166}{6} = 27.66m \\ H_{cr} \geq 20m \end{array} \right\} \text{Kritik perde yüksekliği min 27.66 m}$$

- Dikdörtgen kesitli perdelerde, kritik perde yüksekliği boyunca uç bölgelerinin her birinin plandaki uzunluğu, perdenin plandaki toplam uzunluğunun %20'sinden ve perde kalınlığının iki katından daha az olmayacaktır. Kritik perde yüksekliğinin üstünde kalan perde kesimi boyunca ise, perde uç bölgelerinin her birinin plandaki uzunluğu, perdenin plandaki toplam uzunluğunun %10'undan ve perde kalınlığından az olmayacaktır (Şekil 6.14), [3].

$$\left. \begin{array}{l} l_u \geq 20 \times 0.20 = 4.0m \\ l_u \geq 0.8 \times 2 = 1.60m \end{array} \right\} \text{Kritik perde yüksekliği boyunca min uç bölgesi uzunluğu 4m}$$

$$\left. \begin{array}{l} l_u \geq 20 \times 0.10 = 2.0m \\ l_u \geq 0.8 \times 1 = 0.80m \end{array} \right\} \text{Kritik perde yüksekliği sonrası min uç bölgesi uzunluğu 2m}$$

6.7.2 Süneklik düzeyi yüksek perdeler için gövde donatısı koşulları

- Perdenin her iki yüzündeki gövde donatılarının toplam enkesit alanı, düşey ve yatay donatıların her biri için, perde uç bölgelerinin arasında kalan perde gövdesi brüt enkesit alanının 0.0025'inden az olmayacaktır. Perde gövdesinde boyuna ve enine donatı aralığı 250 mm'den fazla olmayacaktır (Şekil 6.14), [3].

$100 \times 80 \times 0.0025 = 20 \text{ cm}^2$ birim uzunlukda düşey ve yatay donatıların her biri için her iki yüzündeki gövde donatılarının gerekli toplam enkesit alanı

- Uç bölgeleri dışında, perde gövdelerinin her iki yüzündeki donatı ağırları, beher metrekaire perde yüzünde en az 4 adet özel deprem çirozu ile karşılıklı olarak bağlanacaktır. Ancak 3.6.2.2'de tanımlanan kritik perde yüksekliği boyunca, uç bölgeleri dışındaki beher metrekaire perde yüzünde en az 10 adet özel deprem çirozu kullanılacaktır. Çirozların çapı, en az yatay donatının çapı kadar olacaktır, [3].

6.7.3 Süneklik düzeyi yüksek perdeler için perde uç bölgesi donatı koşulları

- Perde uç bölgelerinin her birinde, düşey donatı toplam alanının perde brüt enkesit alanına oranı 0.001'den az olmayacaktır. Ancak, kritik perde yüksekliği boyunca bu oran 0.002'ye çıkarılacaktır. Perde uç bölgelerinin her birinde düşey donatı miktarı $4\phi 14$ 'ten az olmayacaktır (Şekil 6.14), [3].

$400 \times 80 \times 0.002 = 64 \text{ cm}^2$ kritik perde yüksekliği boyunca oluşturulan uç bölgelerin her birine konması gereken minimum toplam düşey donatı alanı.

$200 \times 80 \times 0.001 = 16 \text{ cm}^2$ kritik perde yüksekliği dışında kalan yerlerde oluşturulan uç bölgelerin her birine konması gereken minimum toplam düşey donatı alanı.

- Uç bölgelerinde kullanılacak enine donatının çapı 8 mm'den az olmayacaktır. Etriye kollarının ve/veya çirozların arasındaki yatay uzaklık, etriye ve çiroz çapının 25 katından fazla olmayacaktır, [3].
- Kritik perde yüksekliği boyunca perde uç bölgelerine, Denk.(6.34) ile belirlenen enine donatının en az 2/3'ü konulacaktır. Düşey doğrultuda etriye ve/veya çiroz aralığı perde kalınlığının yarısından ve 100 mm'den daha fazla, 50 mm'den daha az olmayacaktır (Şekil 6.14). Bu donatılar, temelin içinde de en az perde kalınlığının iki katı kadar bir yükseklik boyunca devam ettirilecektir.

$$A_{sh} \geq 0.0075 s b_k (f_{ck} / f_{yw}) \quad (6.34)$$

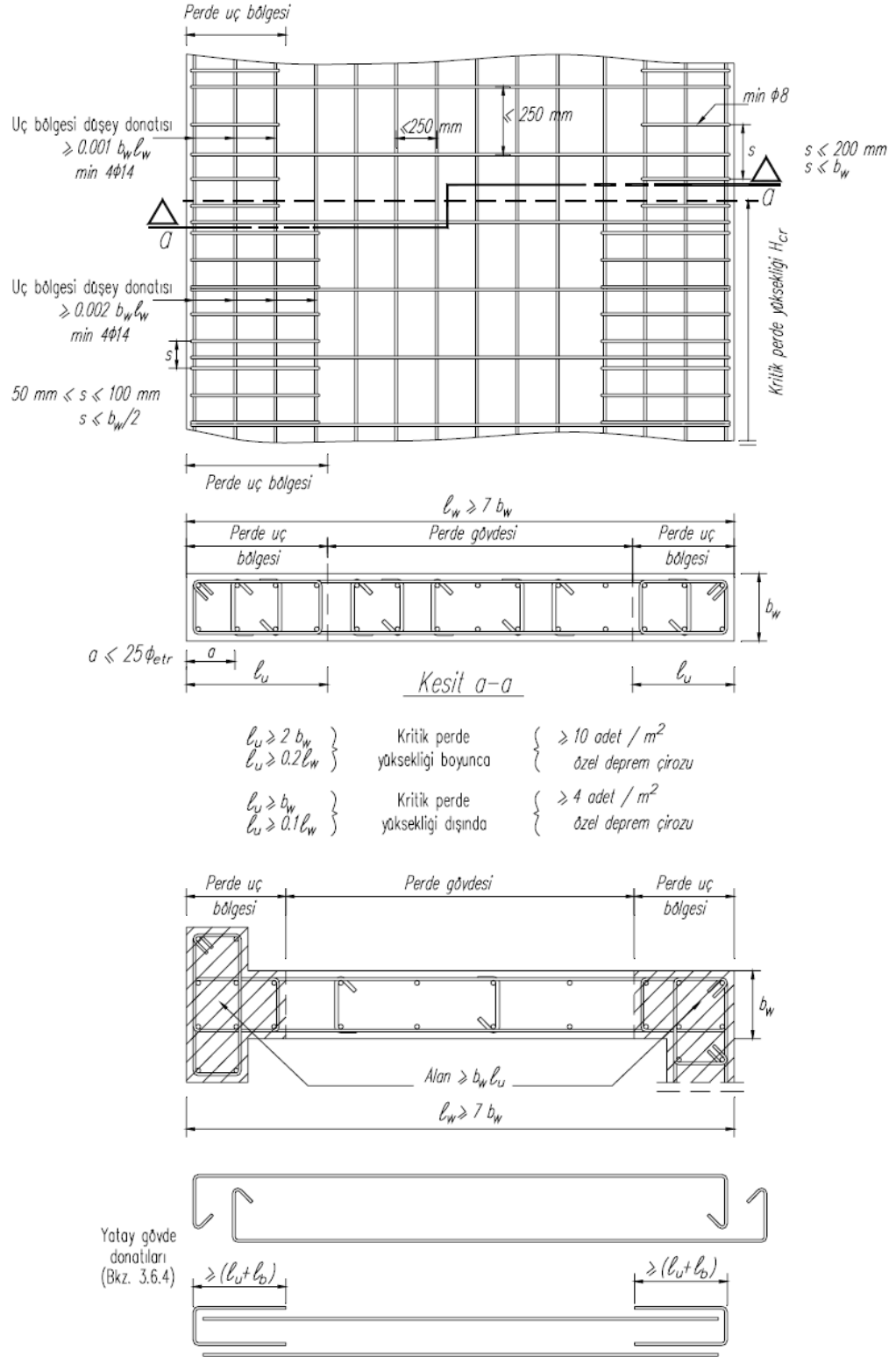
b_k = Birbirine dik yatay doğrultuların her biri için, kolon veya perde uç bölgesi çekirdeğinin enkesit boyutu (en dıştaki enine donatı eksenleri arasındaki uzaklık)

A_{sh} = s enine donatı aralığına karşı gelen yükseklik boyunca, kolonda veya perde uç bölgesindeki tüm etriye kollarının ve çirozların enkesit alanı değerlerinin gözönüne alınan b_k 'ya dik doğrultudaki izdüşümlerinin toplamı.

f_{ck} = Betonun karakteristik silindir basınç dayanımı

f_{yw} = Enine donatının karakteristik akma dayanımı

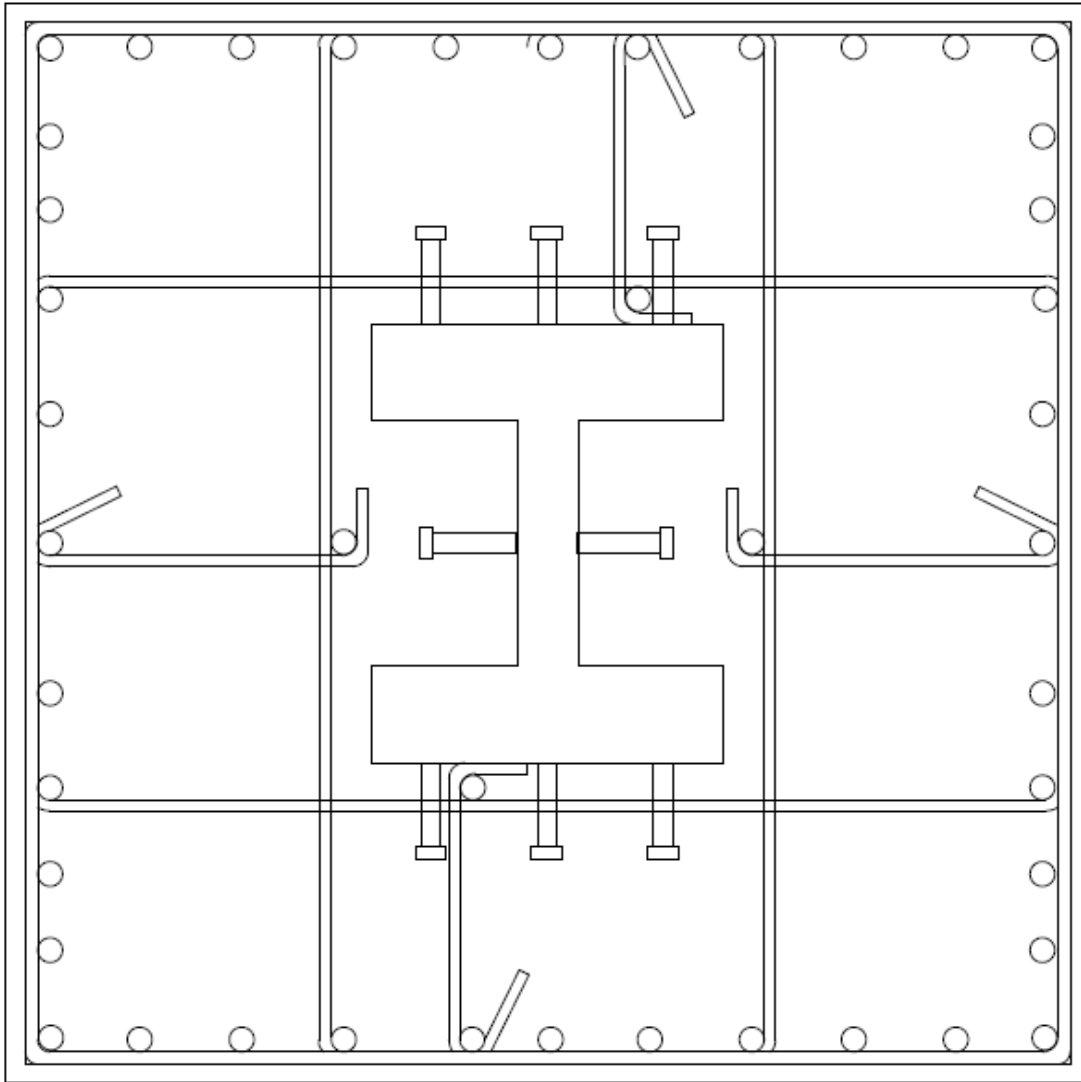
- Kritik perde yüksekliğinin dışında kalan perde uç bölgelerinde düşey doğrultudaki etriye ve/veya çiroz aralığı, perde duvar kalınlığından ve 200 mm'den daha fazla olmayacaktır (Şekil 6.14).



Şekil 6.14 : Sünekli Düzeyi Yüksek Perdelerde Enkesit Ve Donatı Koşulları [3]

6.8 Çelik Kolonların Betonarme Kolonlara Bağlantı Detayları

Yapının üst katlarda taşıyıcı sistemini oluşturan çelik elemanlar zemin katta betonarme elemanlara rijit şekilde mesnetlenmektedirler. Bu rijitliğin sağlanabilmesi için W14x730 ve W14x665 profillerindeki çelik kolonlar sırası ile 140/140 ve 120/120 ebatlarındaki betonarme kolonların içine sokulmuş ve betonarme kolonların içerisindeki kısımlarına üzerlerindeki kuvvetleri güvenli bir şekilde betonarme elemana aktarabilecekleri şekilde kayma kamaları yerleştirilmiştir. Yerleştirilen bu kayma kamalarının tahkiki aşağıda verilmiştir.



Şekil 6.15 : Çelik Kolonların Betonarme Elemanlar İçerisine Yerleştiriliş Detayı



Şekil 6.16 : Betonarme Kolon Bağlantısı İçin Hazırlanmış Çelik Kolon Detayı

6.8.1 W14x730 – S 140/140 çelik – betonarme kolon bağlantısı tahkikleri

W14x730 Kolonları üzerinde oluşan maksimum eksenel kuvvet: 1600 ton

W14x730 Kolonlarının taşıyabileceği maksimum eksenel kuvvet:

Burkulma Boyu: 400cm

Atalet Yarıçapı: 11.90 cm

Narinlik Oranı: 34

Burkulma Katsayısı: 1.18

$$\frac{2.1 \times 1387}{1.18} = 2468 \text{ ton}$$

Kayma elemanı olarak akma sınırı 3.56 t/cm^2 (35 kN/cm^2), boyu 8 cm, kalınlığı 2.2 cm olan kamalar seçilmiştir.

$$\alpha_{br} = \begin{cases} \frac{h}{d_1} = 3, \alpha_{br} = 0.85 \\ \frac{h}{d_1} \geq 4, \alpha_{br} = 1.00 \end{cases}, \frac{h}{d_1} = \frac{8}{2.2} = 3.64 \Rightarrow \alpha_{br} = 0.975$$

$$H_{lu} = \min \begin{cases} 0.32 \times 0.975 \times 2.2^2 \times \sqrt{2.5 \times 3180} = 134.64 kN = 13.73 \text{ ton} \\ 0.55 \times 2.2^2 \times 35 = 93.17 kN = 9.50 \text{ ton} \end{cases}$$

Gereken kayma kaması adedi:

$$n_h = \frac{2468}{0.85 \times 9.50} = 305.6 \Rightarrow 306 \text{ adet}$$

Kamalar arası mesafe

$$e_b = \begin{cases} \geq 5 \times 2.2 = 11 \text{ cm} \\ \leq 3 \times 10 = 30 \text{ cm} \\ \leq 60 \text{ cm} \end{cases}$$

Kayma kamaları maksimum 30cm ara ile çakılacaktır.

Kolon üzerinde 1 sırada 8 adet kayma kaması bulunmaktadır. $306 / 8 \sim 39$ sıra kayma kaması çakılmalıdır. Çelik kolonlar 8 metre boyunca betonarme kolonların içerisinde devam ettirilmiştir. Kayma kamaları arasında 30cm'ye kadar mesafe olabilecek iken gelen kuvveti güvenli bir şekilde aktarabilmek için kayma kamaları $800 / 39 = 20 \text{ cm}$ ara ile çakılmıştır.

6.8.2 W14x 655 – S 120/120 çelik – betonarme kolon bağlantısı tahkikleri

W14x665 Kolonları üzerinde oluşan maksimum eksenel kuvvet: 2050 ton

W14x730 Kolonlarının taşıyabileceği maksimum eksenel kuvvet:

Burkulma Boyu: 400cm

Atalet Yarıçapı: 11.71 cm

Narinlik Oranı: 34

Burkulma Katsayısı: 1.18

$$\frac{2.1 \times 1264}{1.18} = 2250 \text{ ton}$$

Kayma elemanı olarak akma sınırı 3.56 t/cm^2 (35 kN/cm^2), boyu 8 cm, kalınlığı 2.2 cm olan kamalar seçilmiştir.

$$\alpha_{br} = \begin{cases} \frac{h}{d_1} = 3, \alpha_{br} = 0.85 \\ \frac{h}{d_1} \geq 4, \alpha_{br} = 1.00 \end{cases}, \frac{h}{d_1} = \frac{8}{2.2} = 3.64 \Rightarrow \alpha_{br} = 0.975$$

$$H_{lu} = \min \begin{cases} 0.32 \times 0.975 \times 2.2^2 \times \sqrt{2.5 \times 3180} = 134.64 kN = 13.73 \text{ ton} \\ 0.55 \times 2.2^2 \times 35 = 93.17 kN = 9.50 \text{ ton} \end{cases}$$

Gereken kayma kaması adedi:

$$n_h = \frac{2250}{0.85 \times 9.50} = 278.6 \Rightarrow 279 \text{ adet}$$

Kamalar arası mesafe

$$e_b = \begin{cases} \geq 5 \times 2.2 = 11 \text{ cm} \\ \leq 3 \times 10 = 30 \text{ cm} \\ \leq 60 \text{ cm} \end{cases}$$

Kayma kamaları maksimum 30cm ara ile çakılacaktır.

Kolon üzerinde 1 sırada 8 adet kayma kaması bulunmaktadır. $279 / 8 \sim 35$ sıra kayma kaması çakılmalıdır. Çelik kolonlar 8 metre boyunca betonarme kolonların içerisinde devam ettirilmiştir. Kayma kamaları arasında 30cm'ye kadar mesafe olabilecek iken gelen kuvveti güvenli bir şekilde aktarabilmek için kayma kamaları $800 / 35 = 22 \text{ cm}$ ara ile çakılmıştır.

6.9 Çelik Kirişlerin Betonarme Perdelere Bağlantı Detayları

Yapıda her katta bulunan çelik kiriş betonarme perde bağlantıları yapının çelik profillerden oluşan kısmındaki kuvvetleri betonarme çekirdeğe aktaran bağlantılardır. Yapının bir bütün olarak, üzerinde oluşan tesirleri temele kadar sağlıklı bir şekilde aktarabilmesinde bu bağlantıların çok önemli rolleri bulunmaktadır. Mafsallı birleşim olarak tasarlanan bu bağlantılarda, kirişler üzerinde oluşan düşey doğrultudaki kesme kuvvetleri normal kuvvet olarak, yanal yükler altında oluşan yatay doğrultudaki kesme kuvvetleri ise betonarme guselere kesme kuvveti şeklinde iletilmektedir.

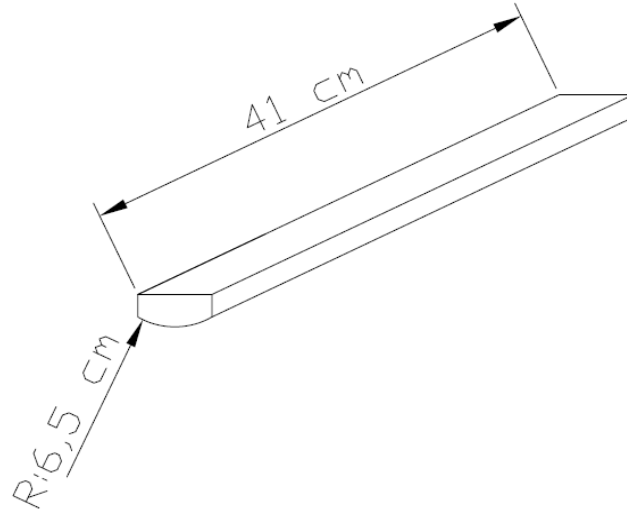
Tasarlanan çelik kiriş betonarme perde bağlantılarında normal kuvvet etkisinin betonarme kısımda ezilme yaratmaması ve taban levhası ile betonarme eleman arasında oluşan gerilmelerin homojen şekilde dağılım göstermesinin sağlanabilmesi için çelik kiriş altına kaynaklanmış bir merkezlilik parçası kullanılmış ve taban levhasının ölçülendirmesi sırasında gerekli tüm tahkikler yapılmıştır. Bağlantıda oluşan kesme kuvvetinin sağlıklı bir şekilde iletilebilmesi için de taban levhasına kaynaklanmış kayma kamaları ve tırnak parçaları kullanılmıştır. Kirişin alt başlığına kaynaklanmış olan merkezlilik parçasının taban levhası üzerinde, boyuna ve enine doğrultularda kaymasını önlemek için taban levhasının üzerine kaynaklanan tırnak parçalarının aralığı, sabit mesnet tarafında merkezlilik parçasının genişliği kadar, kayıcı mesnet tarafında ise kirişin elastik ve ısı deformasyonlarından dolayı merkezlilik parçası ile tırnaklar arasında 1 er santimetre boşluk bırakılacak şekilde düzenlenmiştir.

Merkezlilik parçası hesapları: W36x230 kesitli kirişin başlık genişliği 41.91 cm dir. Bu nedenle kiriş alt başlığının altına kaynaklanacak olan merkezlilik parçasının boyu 40 cm olarak alınmıştır. Merkezlilik parçasının silindirik yüzünün eğrilik yarı çapının belirlenmesinde Denk (6.35)'de verilen Hertz förmülü kullanılmış ve silindirik yüzey ile düzlem yüzey arasında oluşacak gerilmenin izin verilen maksimum değeri 6.5 t/cm² olarak alınmıştır. Bununla beraber bağlantıda aktarılması gereken maksimum normal kuvvet 30.15 tondur.

$$\sigma_T = 0.418 \sqrt{\frac{P \times E}{l \times r}} \quad (6.35)$$

$$\sigma_T = 6.5 \geq 0.418 \sqrt{\frac{30.15 \times 2100}{40 \times r}} \text{ denkleminin çözümünden gerekli eğrilik yarıçapı}$$

$r \geq 6,39$ cm değeri elde edilmektedir. Kullanılan merkezlilik parçasının eğrilik yarıçapı 6.5 cm olarak seçilmiştir.



Şekil 6.17 : Merkezlilik Parçası Detayları

Taban levhası hesapları: Kullanılan taban levhasının boyunun belirlenmesinde kullanılan merkezlilik parçasının boyu, merkezlilik parçasının taban levhası üzerinde kaymasını engelleyecek olan tırnak parçalarının ebatları ve bu parçaların kaynaklanabilmesi için gerekli mesafeler göz önünde bulundurulmuş ayrıca betonarme yüzeyde oluşacak gerilmelerin sınır değerler altında olup olmadığı kontrol edilerek kullanılan taban levhası alanının yeterliliği gösterilmiştir. Kullanılan tırnaklar ve merkezlilik parçası ebatları göz önünde tutularak taban levhasının boyu 60 cm olarak alınmıştır. Taban levhasının eni ise Denk. (6.37) ye göre belirlenmiş ve belirlenen bu değerin betonarme kısımda oluşturacağı gerilmelere göre tahkiki de Denk (6.38) e göre yapılmıştır.

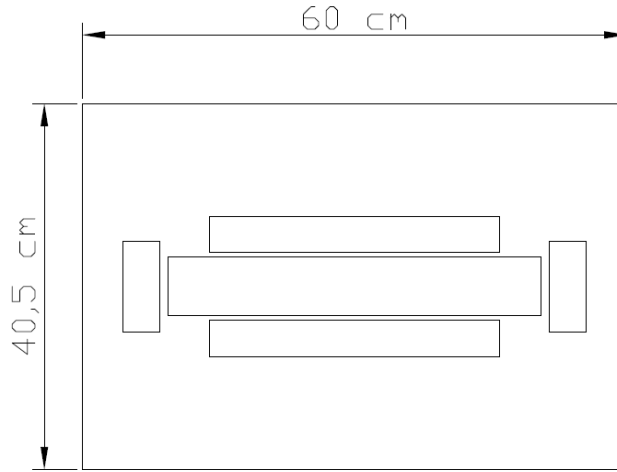
$$a \approx \frac{h}{3} + 10cm \quad (6.37)$$

$$p_{em} = 40kg / cm^2 \geq \frac{A}{a \times b} \quad (6.38)$$

W36x230 kesitli kirişin yüksekliği 91.19 cm Denk (6.37) de yerine konursa gerekli minimum levha eni;

$a \geq \frac{91.19}{3} + 10 = 40.4 \text{ cm}$ olarak bulunur. Kullanılan taban levhasının en değeri 40.5cm olarak seçilmiştir. Seçilen bu değer Denk (6.38) e göre kontrolü yapılarak taban levhasının altında oluşacak gerilmelerin sınır değerlerin altında olduğu görülmüştür.

$$p_{em} = 40 \text{ kg / cm}^2 \geq \frac{30150}{40.5 \times 60} = 12.40 \text{ kg / cm}^2 \quad \checkmark$$



Şekil 6.18 : Taban Levhası Detayları

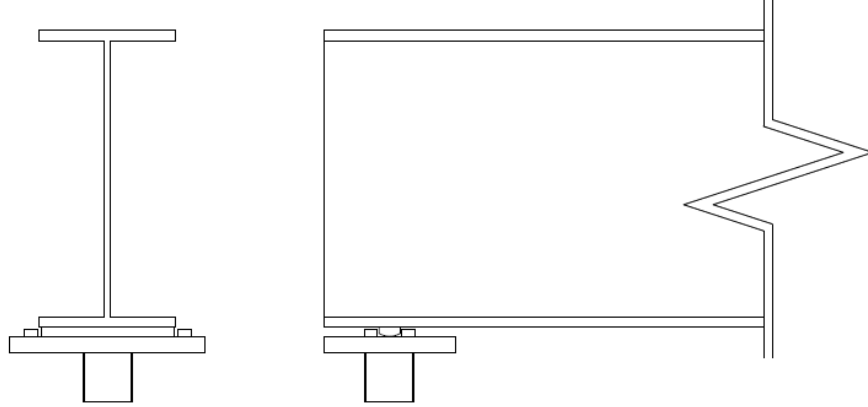
Kayma kaması hesapları: Bağlı çelik kiriş üzerinde oluşan yatay düzlemdeki kesme kuvveti ve kiriş üzerindeki normal kuvvet bağlantı elemanlarına kesme kuvveti olarak iletilmektedir. Bu kuvvetler kirişten kiriş altındaki merkezlik parçasına oradan tırnak parçalarına oradan taban levhasına, taban levhasından levha altında betonarmenin içerisine gömülmüş olan kayma kamasına ve en son olarakta kayma kamasından betonarme elemana aktarılmaktadır. Oluşan kesme kuvveti betonarme ile çelik elemanlar arasında kayma kamasının yüzeyi boyunca meydana gelen basınç gerilmeleri ile iletilmektedir. Bu yüzeyin yeterliliği betonarme elemanda oluşan gerilmelerin 40 kg/cm^2 sınır değerinin altında kalmasının sağlanıp sağlanmadığı kriteri ile kontrol edilmiştir. Taban levhasının altına yerleştirilmiş olan kayma kaması 15cm uzunluklu 4mm kalınlıklı 150x150 kutu profil olarak seçilmiştir. Seçilen bu kama yüzeyi ile taşınabilecek maksimum kuvvet aşağıda hesaplanmıştır.

$$\text{Kayma kaması yüzey alanı: } 15 \times 15 = 225 \text{ cm}^2$$

$$\text{Seçilen kama ile iletebilecek maksimum kuvvet: } 225 \times 40 = 9000 \text{ kg} = 9 \text{ ton}$$

Bağlantı noktasına gelen maksimum kesme kuvveti: 7.2ton

Kayma kaması ile aktarılabilinecek kuvvetin bağlantı üzerine gelen kuvvetten daha büyük olduğu ve seçilen kayma kamasının yeterliliği görülmüştür.



Şekil 6.19 : Çelik Kiriş Betonarme Eleman Bağlantı Görünüşleri

6.10 Yapı Elemanları Metrajları

Yapıda kullanılan belli başlı taşıyıcı sistem elemanlarına ait metraj bilgileri Çizelge 6.16 da verilmiştir.

Çizelge 6.16 : Yapı elemanları metraj değerleri

Eleman Tipi		Toplam Parça Adedi	Toplam Eleman Uzunluğu (m)	Toplam Eleman Ağırlığı (ton)
S60/60	Betonarme Kolon	352,00	1408,00	1267,20
S100/100	Betonarme Kolon	96,00	384,00	960,00
K30/50	Betonarme Kiriş	900,00	2159,71	809,89
K40/50	Betonarme Kiriş	540,00	3059,45	1529,73
K60/50	Betonarme Kiriş	135,00	478,77	359,07
K80/50	Betonarme Kiriş	544,00	3808,08	4664,78
K120/50	Betonarme Kiriş	216,00	1676,71	2772,26
W14X665	Çelik Kolon	492,00	1992,00	1977,35
W14X730	Çelik Kolon	1107,00	4482,00	4880,31
W24X104	Çelik Kiriş	1476,00	11237,04	1639,50
W36X230	Çelik Kiriş	1230,00	8402,31	2665,83
IPE330	Çelik Kiriş (Kompozit Döşeme)	4920,00	33208,15	1625,75
P30	Betonarme Perde			1310,40
P60	Betonarme Perde			11241,81
P80	Betonarme Perde			30843,13
P40	Betonarme Perde			10917,08

7. SONUÇLAR

Bu çalışmada şu an Maslak'ta yapılmakta olan “Diamond Of Istanbul” projesinin mimari tasarımı, aks sistemleri ve kat yükseklikleri kullanılarak oluşturulmuş merkezinde betonarme bir çekirdeğe sahip çelik taşıyıcı elemanların kullanıldığı kompozit bir bina irdelenmiştir. Kullanım amacı konut olarak düşünülen yapıda düşey ve rüzgar yüklerine göre boyutlandırma yapılmış, daha sonra Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik’de belirtilen modal ve eşdeğer deprem yükleri yapıya etkitilmiş ve D.B.Y.Y.H.Y.de istenen kontroller yapılarak yapının yönetmeliğe uygunluğu araştırılmıştır. Yapının bir deprem ülkesi olan ülkemizde inşa edilmesi nedeniyle yapı üzerine etkitilen yatay yüklerden deprem yükü etkin rol oynamış ve oluşturulan yük kombinasyonlarında rüzgar yükü yerine daha olumsuz sonuçlar doğuran deprem yükü kullanılmıştır. Aşağıda çelik bir yapının tasarımında dikkatle üzerinde durulması gereken bazı kurallara ve tasarımı yapılan bu yapı ile ilgili bazı önemli noktalara değinilmiştir.

Yapıda döşeme sistemi olarak kompozit (karma) döşeme sistemi seçilmiştir. Bu sistemin yatay yükleri düşey taşıyıcı elemanlara aktarmasında herhangi bir problem bulunmamaktadır, bu sebepten çelik yapılarda döşemelerde rijit diyafram davranışı sağlamak için kullanılabilecek güvenilir döşeme sistemlerindendir. Yatay yükler altında döşeme elemanlarında oluşabilecek kesit etkileri ihmal edilmiş ve döşemeler sistemden ayrı olarak sadece düşey yüklerin etkisi altında boyutlandırılmıştır. Yapının düşey ve yatay yükler altında çözümlenmesi, boyutlandırılması ve detaylandırılması sırasında aşağıda belirtilen konulara özellikle önem verilmiştir.

Kompozit döşemeler düzlemi içinde oluşturduğu büyük rijitlikle diyafram etkisi yaratarak yapıda yanal stabilite oluşturulmasında önemli rol oynarlar. Yapıda kullanılan döşemelerde diyafram hareketini engelleyecek tarzda büyük boşluklardan kaçınılmalı, eğer bu tarz boşluklar varsa bu boşluklardan dolayı döşemede oluşacak zafiyetler dikkate alınarak, buna uygun matematik modeller kullanılmalıdır. Döşemenin kirişlerle olan bağlantısını sağlayan kamalar dikkatli hesap edilmeli ve uygulaması titizlikle yapılmalıdır. Aksi takdirde yapılan kabuller ve hesaplar

geçersiz olur ve kompozit olarak tasarlanan kirişlerde sehim ve gerilme problemleri ortaya çıkar.

Döşemeyi taşıyan kirişler kompozit (karma) kiriş olarak tasarlanarak kesitlerin küçülmesi sağlanmıştır. Yapılarda kirişler, adet bazında kolonlara göre daha fazla oldukları için toplam maliyete olan etkileri daha fazladır. Bu yüzden kirişlerde bir boy küçük veya büyük profil kullanmak yapının ağırlığını ve maliyetini büyük oranda değiştirebilir. Bu bağlamda kompozit kiriş kullanmak yapıda daha düşük ağırlık buna bağlı olarak daha düşük deprem kuvveti ve daha az maliyet avantajlarını sağlanmıştır.

Yapının düşey ve yatay yüklere göre boyutlandırılmasında rijit bağlı çerçeve sistemi kullanılmıştır. Özellikle yüksek çelik yapılarda çapraz elemanlar kullanılmaması durumunda yatay yükler altında yapıda oluşan deplasmanların ve üst katların salımının yapı içerisinde yaşayanları rahatsız edecek seviyelere çıkması gibi problemler yaşanabilir. Bu yapıda da çelik çapraz elemanlar kullanılmamış ancak yapının deplasman değerlerini belirli sınırlar içerisinde tutabilmek için yapının merkezinde betonarme perdelerden bir çekirdek oluşturulmuş ve yapı üzerine etkileyen yatay yüklerin bu rijit çekirdeğe aktararak yapının taşıyıcı çelik elemanlarının rahatlaması sağlanmıştır.

Yapıda çelik taşıyıcı elemanlar kullanılması çelik malzemenin sünek davranışının verdiği avantajları binaya taşımıştır. Ayrıca yapının merkezine yerleştirilmiş olan betonarme çekirdek taşıyıcı çelik elemanların deplasman değerlerini küçük tutmada yardımcı olmuş bu sayede çelik çerçevelerde kullanılan profillerin daha küçük ebatlı olmaları sağlanmıştır.

Malzeme fiyatları bakımından bakılacak olunursa kullanılan betonarme malzemenin maliyeti çelik çerçevelerde küçük ebaktlı profiller kullanılmasından dolayı elde edilen karın küçük bir bölümü kadardır. Bu yüzden bina tasarlanırken kompozit olarak tasarlanması hem betonarme ve çelik malzemelerin avantajlarının bir arada kullanılmasını hem de yapı maliyetinin düşürülmesini sağlamıştır.

Yapıda oluşturulan çelik çerçevelerde kirişlerin kolonlara rijit bağlantısını sağlayacak bulonlar şartnamede öngörülen P_v değeri kadar öngerme kuvveti uygulanarak sıkılmışlardır. Öngerme uygulanmaması durumunda kiriş ile kolon

arasında açılmaya ve rijit birleşim olması istenen bağlantıların yarırijit veya basit birleşime dönmesine sebep olabilir.

Yüksek yapılarda, yapının yüksekliği boyunca kolonlarda kesit küçültülmesi, katların yanal deplasman sınırlarını geçmemesi şartıyla yapılabilir. Böylelikle, alt katlardaki kolonlara (ölü yükten) daha küçük kesit tesirleri gelmiş olur ve daha küçük kesitler kullanılabilir. Ancak incelenen yapıda eleman kesitleri üst katlarda değiştirilmemiş alttan gelen kolon profilleri üst katlara devam ettirilmiştir.

KAYNAKÇA

- [1] **Taranath, B. S.**, 1998: Steel, concrete, & composite design of tall buildings, New York, McGraw-Hill publication
- [2] **TS-498**, 1997. Yapı elemanlarının boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerleri, *Türk Standartları Enstitüsü, Ankara*
- [3] **Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik**, 2007. *İmar İskan Bakanlığı, Deprem Araştırma Enstitüsü Başkanlığı*
- [4] **Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik**, 1998. *İmar İskan Bakanlığı Deprem Araştırma Enstitüsü Başkanlığı*
- [5] **TS-648**, 1980. Çelik yapıların Hesap ve Yapım Kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü, Ankara*
- [6] **Deren H., Erdoğan U., Piroğlu F., Çağlayan Ö.**, 2008. Çelik Yapılar 3. Baskı, Çağlayan Kitabevi, İstanbul
- [7] **National Building Code of Canada**, 1995. Canadian Commission on Building and Fire Codes
- [8] **UBC, Volume II**, 1997. Uniform Building Code
- [9] **TS-500**, 2000. Betonarme yapıların tasarım ve yapım kuralları *Türk Standartları Enstitüsü, Ankara*
- [10] **ETABS Nonlinear V 9.1.4, Extended 3D Analysis of Building Systems**, Computers and Structures Inc. 1995 University Ave. Berkeley, California 94707
- [11] **FEMA-350**, 2000, Recommended Seismic Design Criteria for New Steel Moment-Frame Buildings, *Federal Emergency Management Agency, Washington*
- [12] **Odabaşı Y.**, 1997. Ahşap ve Çelik Yapı Elemanları, Beta, İstanbul
- [13] **Seismic Design Manual, Volume III**, 2000. Building Design Examples: Steel, Concrete and Cladding. California
- [14] **AISC**, 2002. Seismic Provisions for Structural Steel Buildings. *American Institue of Steel Construction. Chicago*

EKLER

Çizelge A.1 : Altıncı Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

Kat No	Düğüm No	Kolon		Kolon		Kolon		Kolon		Kiriş		Kiriş		Kiriş		Kontrol	
		Kesit		Enkesit Alanı (cm2)		Eksenel Kuvvet (ton)		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)		X Yönü Kesit		Y Yönü Kesit		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)			
		Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	X Yönü	Y Yönü	Sağ	Sol	Sağ	Sol	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
6. Normal Kat	336	W14x730	W14x730	1387	1387	66,88	51,58	95129	193531	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,58	1,74
	337	W14x665	W14x665	1264	1264	76,21	60,56	84832	171990	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,49	5,04
	338	W14x665	W14x665	1264	1264	76,07	60,70	84832	171990	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,49	5,04
	339	W14x730	W14x730	1387	1387	66,56	51,65	95132	193536	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	5,58	1,74
	364	W14x730	W14x730	1387	1387	77,78	59,01	94953	193172	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,57	1,74
	365	W14x665	W14x665	1264	1264	91,33	72,51	84576	171471	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,48	5,03
	366	W14x665	W14x665	1264	1264	91,17	72,70	84576	171470	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,48	5,03
	367	W14x730	W14x730	1387	1387	77,66	59,30	94951	193168	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	5,57	1,74
	392	W14x730	W14x730	1387	1387	89,25	62,32	94810	192882	W36x230	-	W36x230	-	55631	55631	1,70	3,47
	397	W14x730	W14x730	1387	1387	89,13	62,67	94808	192877	-	W36x230	W36x230	-	55631	55631	1,70	3,47
	402	W14x730	W14x730	1387	1387	81,27	60,86	193067	94901	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,74	5,57
	403	W14x730	W14x730	1387	1387	81,68	61,16	193053	94894	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,74	5,57
	407	W14x730	W14x730	1387	1387	74,79	51,14	193385	95057	W36x230	W36x230	-	-	111262	0	1,74	-

Çizelge A.2 : Yedinci Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

Kat No	Düğüm No	Kolon		Kolon		Kolon		Kolon		Kiriş		Kiriş		Kiriş		Kontrol	
		Kesit		Enkesit Alanı (cm2)		Eksenel Kuvvet (ton)		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)		X Yönü Kesit		Y Yönü Kesit		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)			
		Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	X Yönü	Y Yönü	Sağ	Sol	Sağ	Sol	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
7. Normal Kat	336	W14x730	W14x730	1387	1387	92,41	76,60	94642	192540	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,55	1,73
	337	W14x665	W14x665	1264	1264	107,79	91,20	84243	170796	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,47	5,01
	338	W14x665	W14x665	1264	1264	107,79	91,47	84241	170791	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,47	5,01
	339	W14x730	W14x730	1387	1387	92,78	77,34	94631	192518	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	5,55	1,73
	364	W14x730	W14x730	1387	1387	105,33	86,25	94424	192097	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,54	1,73
	365	W14x665	W14x665	1264	1264	127,70	107,79	83898	170096	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,46	4,99
	366	W14x665	W14x665	1264	1264	127,61	108,05	83896	170093	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,46	4,99
	367	W14x730	W14x730	1387	1387	105,71	87,03	94413	192074	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	5,54	1,73
	392	W14x730	W14x730	1387	1387	123,19	95,69	94161	191562	W36x230	-	W36x230	-	55631	55631	1,69	3,44
	397	W14x730	W14x730	1387	1387	123,76	96,69	94146	191531	-	W36x230	W36x230	-	55631	55631	1,69	3,44
	402	W14x730	W14x730	1387	1387	112,07	91,06	191871	94313	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,72	5,53
	403	W14x730	W14x730	1387	1387	112,67	91,55	191849	94302	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,72	5,53
	407	W14x730	W14x730	1387	1387	100,50	77,18	192370	94558	W36x230	W36x230	-	-	111262	0	1,73	-

Çizelge A.3 : Sekizinci Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

Kat No	Düğüm No	Kolon		Kolon		Kolon		Kolon		Kiriş		Kiriş		Kiriş		Kontrol	
		Kesit		Enkesit Alanı (cm2)		Eksenel Kuvvet (ton)		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)		X Yönü Kesit		Y Yönü Kesit		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)			
		Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	X Yönü	Y Yönü	Sağ	Sol	Sağ	Sol	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
8. Normal Kat	336	W14x730	W14x730	1387	1387	117,93	101,62	94155	191549	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,52	1,72
	337	W14x665	W14x665	1264	1264	139,38	121,85	83654	169602	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,45	4,97
	338	W14x665	W14x665	1264	1264	139,52	122,24	83649	169592	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,45	4,97
	339	W14x730	W14x730	1387	1387	118,99	103,02	94131	191500	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	5,52	1,72
	364	W14x730	W14x730	1387	1387	132,88	113,49	93896	191023	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,51	1,72
	365	W14x665	W14x665	1264	1264	164,06	143,08	83220	168721	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,44	4,95
	366	W14x665	W14x665	1264	1264	164,05	143,41	83217	168715	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,44	4,95
	367	W14x730	W14x730	1387	1387	133,77	114,77	93875	190980	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	5,51	1,72
	392	W14x730	W14x730	1387	1387	157,13	129,06	93512	190242	W36x230	-	W36x230	-	55631	55631	1,68	3,42
	397	W14x730	W14x730	1387	1387	158,39	130,72	93484	190184	-	W36x230	W36x230	-	55631	55631	1,68	3,42
	402	W14x730	W14x730	1387	1387	142,87	121,26	190674	93725	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,71	5,50
	403	W14x730	W14x730	1387	1387	143,66	121,94	190645	93711	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,71	5,50
	407	W14x730	W14x730	1387	1387	126,22	103,22	191355	94059	W36x230	W36x230	-	-	111262	0	1,72	-

Çizelge A.4 : Dokuzuncu Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

Kat No	Düğüm No	Kolon		Kolon		Kolon		Kolon		Kiriş		Kiriş		Kiriş		Kontrol	
		Kesit		Enkesit Alanı (cm2)		Eksenel Kuvvet (ton)		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)		X Yönü Kesit		Y Yönü Kesit		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)			
		Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	X Yönü	Y Yönü	Sağ	Sol	Sağ	Sol	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
9. Normal Kat	336	W14x730	W14x730	1387	1387	143,46	126,63	93667	190557	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,49	1,71
	337	W14x665	W14x665	1264	1264	170,96	152,49	83065	168408	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,44	4,94
	338	W14x665	W14x665	1264	1264	171,25	153,01	83058	168393	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,44	4,94
	339	W14x730	W14x730	1387	1387	145,20	128,70	93631	190483	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	5,49	1,71
	364	W14x730	W14x730	1387	1387	160,43	140,73	93368	189948	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,48	1,71
	365	W14x665	W14x665	1264	1264	200,42	178,36	82542	167347	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,42	4,91
	366	W14x665	W14x665	1264	1264	200,50	178,76	82537	167338	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,42	4,91
	367	W14x730	W14x730	1387	1387	161,82	142,50	93337	189886	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	5,48	1,71
	392	W14x730	W14x730	1387	1387	191,07	162,43	92863	188922	W36x230	-	W36x230	-	55631	55631	1,67	3,40
	397	W14x730	W14x730	1387	1387	193,02	164,74	92822	188838	-	W36x230	W36x230	-	55631	55631	1,67	3,39
	402	W14x730	W14x730	1387	1387	173,66	151,45	189478	93137	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,70	5,46
	403	W14x730	W14x730	1387	1387	174,65	152,33	189441	93119	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,70	5,46
	407	W14x730	W14x730	1387	1387	151,93	129,26	190340	93560	W36x230	W36x230	-	-	111262	0	1,71	-

Çizelge A.5 : Onuncu Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

Kat No	Düğüm No	Kolon		Kolon		Kolon		Kolon		Kiriş		Kiriş		Kiriş		Kontrol	
		Kesit		Enkesit Alanı (cm2)		Eksenel Kuvvet (ton)		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)		X Yönü Kesit		Y Yönü Kesit		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)			
		Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	X Yönü	Y Yönü	Sağ	Sol	Sağ	Sol	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
10. Normal Kat	336	W14x730	W14x730	1387	1387	168,98	151,65	93180	189566	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,47	1,70
	337	W14x665	W14x665	1264	1264	202,55	183,14	82476	167214	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,42	4,90
	338	W14x665	W14x665	1264	1264	202,98	183,78	82466	167194	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,42	4,90
	339	W14x730	W14x730	1387	1387	171,42	154,38	93130	189465	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	5,46	1,70
	364	W14x730	W14x730	1387	1387	187,98	167,97	92840	188873	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,45	1,70
	365	W14x665	W14x665	1264	1264	236,78	213,65	81864	165972	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,40	4,87
	366	W14x665	W14x665	1264	1264	236,94	214,11	81858	165960	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,40	4,87
	367	W14x730	W14x730	1387	1387	189,88	170,23	92800	188792	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	5,44	1,70
	392	W14x730	W14x730	1387	1387	225,01	195,79	92215	187601	W36x230	-	W36x230	-	55631	55631	1,66	3,37
	397	W14x730	W14x730	1387	1387	227,65	198,77	92160	187492	-	W36x230	W36x230	-	55631	55631	1,66	3,37
	402	W14x730	W14x730	1387	1387	204,46	181,65	188282	92549	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,69	5,43
	403	W14x730	W14x730	1387	1387	205,65	182,73	188238	92527	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,69	5,43
	407	W14x730	W14x730	1387	1387	177,64	155,30	189325	93062	W36x230	W36x230	-	-	111262	0	1,70	-

Çizelge A.6 : On Birinci Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

Kat No	Düğüm No	Kolon		Kolon		Kolon		Kolon		Kiriş		Kiriş		Kiriş		Kontrol	
		Kesit		Enkesit Alanı (cm2)		Eksenel Kuvvet (ton)		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)		X Yönü Kesit		Y Yönü Kesit		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)			
		Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	X Yönü	Y Yönü	Sağ	Sol	Sağ	Sol	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
11. Normal Kat	336	W14x730	W14x730	1387	1387	194,50	176,67	92693	188575	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,44	1,69
	337	W14x665	W14x665	1264	1264	234,14	213,78	81887	166020	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,40	4,87
	338	W14x665	W14x665	1264	1264	234,70	214,55	81875	165995	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,40	4,87
	339	W14x730	W14x730	1387	1387	197,63	180,07	92630	188447	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	5,43	1,69
	364	W14x730	W14x730	1387	1387	215,53	195,21	92312	187799	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,42	1,69
	365	W14x665	W14x665	1264	1264	273,15	248,94	81186	164597	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,38	4,83
	366	W14x665	W14x665	1264	1264	273,38	249,46	81178	164583	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,38	4,83
	367	W14x730	W14x730	1387	1387	217,94	197,96	92262	187698	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	5,41	1,69
	392	W14x730	W14x730	1387	1387	258,95	229,16	91566	186281	W36x230	-	W36x230	-	55631	55631	1,65	3,35
	397	W14x730	W14x730	1387	1387	262,28	232,79	91499	186145	-	W36x230	W36x230	-	55631	55631	1,64	3,35
	402	W14x730	W14x730	1387	1387	235,26	211,85	187086	91961	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,68	5,39
	403	W14x730	W14x730	1387	1387	236,64	213,12	187034	91935	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,68	5,39
	407	W14x730	W14x730	1387	1387	203,35	181,34	188310	92563	W36x230	W36x230	-	-	111262	0	1,69	-

Çizelge A.7 : On İkinci Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

Kat No	Düğüm No	Kolon		Kolon		Kolon		Kolon		Kiriş		Kiriş		Kiriş		Kontrol	
		Kesit		Enkesit Alanı (cm2)		Eksenel Kuvvet (ton)		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)		X Yönü Kesit		Y Yönü Kesit		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)			
		Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	X Yönü	Y Yönü	Sağ	Sol	Sağ	Sol	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
12. Normal Kat	336	W14x730	W14x730	1387	1387	220,03	201,69	92206	187584	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,41	1,69
	337	W14x665	W14x665	1264	1264	265,72	244,43	81299	164826	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,38	4,83
	338	W14x665	W14x665	1264	1264	266,43	245,32	81283	164796	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,38	4,83
	339	W14x730	W14x730	1387	1387	223,84	205,75	92130	187429	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	5,40	1,68
	364	W14x730	W14x730	1387	1387	243,08	222,45	91783	186724	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,38	1,68
	365	W14x665	W14x665	1264	1264	309,51	284,22	80508	163223	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,36	4,79
	366	W14x665	W14x665	1264	1264	309,82	284,82	80499	163205	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,36	4,79
	367	W14x730	W14x730	1387	1387	245,99	225,69	91724	186604	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	5,38	1,68
	392	W14x730	W14x730	1387	1387	292,89	262,53	90917	184961	W36x230	-	W36x230	-	55631	55631	1,63	3,32
	397	W14x730	W14x730	1387	1387	296,91	266,82	90837	184799	-	W36x230	W36x230	-	55631	55631	1,63	3,32
	402	W14x730	W14x730	1387	1387	266,06	242,05	185889	91373	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,67	5,36
	403	W14x730	W14x730	1387	1387	267,63	243,51	185830	91344	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,67	5,36
	407	W14x730	W14x730	1387	1387	229,06	207,38	187295	92064	W36x230	W36x230	-	-	111262	0	1,68	-

Çizelge A.8 : On Üçüncü Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

Kat No	Düğüm No	Kolon		Kolon		Kolon		Kolon		Kiriş		Kiriş		Kiriş		Kontrol	
		Kesit		Enkesit Alanı (cm2)		Eksenel Kuvvet (ton)		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)		X Yönü Kesit		Y Yönü Kesit		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)			
		Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	X Yönü	Y Yönü	Sağ	Sol	Sağ	Sol	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
13. Normal Kat	336	W14x730	W14x730	1387	1387	245,55	226,71	91718	186592	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,38	1,68
	337	W14x665	W14x665	1264	1264	297,31	275,07	80710	163632	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,37	4,80
	338	W14x665	W14x665	1264	1264	298,16	276,09	80692	163596	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,37	4,80
	339	W14x730	W14x730	1387	1387	250,06	231,43	91630	186411	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	5,38	1,68
	364	W14x730	W14x730	1387	1387	270,63	249,69	91255	185650	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,35	1,67
	365	W14x665	W14x665	1264	1264	345,87	319,51	79830	161848	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,34	4,75
	366	W14x665	W14x665	1264	1264	346,26	320,17	79820	161828	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,34	4,75
	367	W14x730	W14x730	1387	1387	274,05	253,42	91186	185510	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	5,35	1,67
	392	W14x730	W14x730	1387	1387	326,83	295,90	90268	183641	W36x230	-	W36x230	-	55631	55631	1,62	3,30
	397	W14x730	W14x730	1387	1387	331,54	300,84	90175	183452	-	W36x230	W36x230	-	55631	55631	1,62	3,30
	402	W14x730	W14x730	1387	1387	296,86	272,25	184693	90785	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,66	5,33
	403	W14x730	W14x730	1387	1387	298,62	273,90	184626	90752	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,66	5,32
	407	W14x730	W14x730	1387	1387	254,78	233,42	186280	91565	W36x230	W36x230	-	-	111262	0	1,67	-

Çizelge A.9 : On Dördüncü Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

Kat No	Düğüm No	Kolon		Kolon		Kolon		Kolon		Kiriş		Kiriş		Kiriş		Kontrol	
		Kesit		Enkesit Alanı (cm2)		Eksenel Kuvvet (ton)		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)		X Yönü Kesit		Y Yönü Kesit		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)			
		Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	X Yönü	Y Yönü	Sağ	Sol	Sağ	Sol	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
14. Normal Kat	336	W14x730	W14x730	1387	1387	271,08	251,73	91231	185601	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,35	1,67
	337	W14x665	W14x665	1264	1264	328,90	305,72	80121	162438	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,35	4,76
	338	W14x665	W14x665	1264	1264	329,88	306,86	80100	162397	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,35	4,76
	339	W14x730	W14x730	1387	1387	276,27	257,12	91129	185394	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	5,35	1,67
	364	W14x730	W14x730	1387	1387	298,18	276,93	90727	184575	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,32	1,66
	365	W14x665	W14x665	1264	1264	382,23	354,79	79151	160473	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,32	4,71
	366	W14x665	W14x665	1264	1264	382,70	355,52	79140	160450	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,32	4,71
	367	W14x730	W14x730	1387	1387	302,10	281,16	90648	184415	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	5,32	1,66
	392	W14x730	W14x730	1387	1387	360,77	329,27	89619	182321	W36x230	-	W36x230	-	55631	55631	1,61	3,28
	397	W14x730	W14x730	1387	1387	366,17	334,87	89513	182106	-	W36x230	W36x230	-	55631	55631	1,61	3,27
	402	W14x730	W14x730	1387	1387	327,66	302,45	183497	90197	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,65	5,29
	403	W14x730	W14x730	1387	1387	329,61	304,29	183422	90160	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,65	5,29
407	W14x730	W14x730	1387	1387	280,49	259,46	185265	91066	W36x230	W36x230	-	-	111262	0	1,67	-	

Çizelge A.10 : On Beşinci Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

Kat No	Düğüm No	Kolon		Kolon		Kolon		Kolon		Kiriş		Kiriş		Kiriş		Kontrol	
		Kesit		Enkesit Alanı (cm2)		Eksenel Kuvvet (ton)		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)		X Yönü Kesit		Y Yönü Kesit		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)			
		Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	X Yönü	Y Yönü	Sağ	Sol	Sağ	Sol	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
15. Normal Kat	336	W14x730	W14x730	1387	1387	296,60	276,75	90744	184610	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,32	1,66
	337	W14x665	W14x665	1264	1264	360,48	336,36	79532	161244	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,33	4,73
	338	W14x665	W14x665	1264	1264	361,61	337,64	79509	161198	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,33	4,73
	339	W14x730	W14x730	1387	1387	302,48	282,80	90629	184376	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	5,32	1,66
	364	W14x730	W14x730	1387	1387	325,73	304,17	90199	183501	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,29	1,65
	365	W14x665	W14x665	1264	1264	418,60	390,08	78473	159099	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,30	4,67
	366	W14x665	W14x665	1264	1264	419,15	390,87	78461	159073	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,30	4,67
	367	W14x730	W14x730	1387	1387	330,16	308,89	90111	183321	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	5,29	1,65
	392	W14x730	W14x730	1387	1387	394,72	362,64	88970	181001	W36x230	-	W36x230	-	55631	55631	1,60	3,25
	397	W14x730	W14x730	1387	1387	400,79	368,89	88851	180759	-	W36x230	W36x230	-	55631	55631	1,60	3,25
	402	W14x730	W14x730	1387	1387	358,45	332,64	182300	89609	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,64	5,26
	403	W14x730	W14x730	1387	1387	360,60	334,68	182218	89569	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,64	5,25
	407	W14x730	W14x730	1387	1387	306,20	285,50	184250	90567	W36x230	W36x230	-	-	111262	0	1,66	-

Çizelge A.11 : On Altıncı Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

Kat No	Düğüm No	Kolon		Kolon		Kolon		Kolon		Kiriş		Kiriş		Kiriş		Kontrol	
		Kesit		Enkesit Alanı (cm2)		Eksenel Kuvvet (ton)		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)		X Yönü Kesit		Y Yönü Kesit		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)			
		Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	X Yönü	Y Yönü	Sağ	Sol	Sağ	Sol	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
16. Normal Kat	336	W14x730	W14x730	1387	1387	322,13	301,77	90257	183619	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,29	1,65
	337	W14x665	W14x665	1264	1264	392,07	367,01	78943	160050	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,32	4,69
	338	W14x665	W14x665	1264	1264	393,34	368,41	78918	159999	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,31	4,69
	339	W14x730	W14x730	1387	1387	328,70	308,48	90129	183358	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	5,29	1,65
	364	W14x730	W14x730	1387	1387	353,28	331,41	89671	182426	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,26	1,64
	365	W14x665	W14x665	1264	1264	454,96	425,36	77795	157724	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,28	4,63
	366	W14x665	W14x665	1264	1264	455,59	426,23	77781	157695	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,28	4,63
	367	W14x730	W14x730	1387	1387	358,21	336,62	89573	182227	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	5,25	1,64
	392	W14x730	W14x730	1387	1387	428,66	396,01	88321	179681	W36x230	-	W36x230	-	55631	55631	1,59	3,23
	397	W14x730	W14x730	1387	1387	435,42	402,92	88189	179413	-	W36x230	W36x230	-	55631	55631	1,59	3,23
	402	W14x730	W14x730	1387	1387	389,25	362,84	181104	89021	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,63	5,22
	403	W14x730	W14x730	1387	1387	391,59	365,07	181015	88977	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,63	5,22
	407	W14x730	W14x730	1387	1387	331,91	311,54	183235	90068	W36x230	W36x230	-	-	111262	0	1,65	-

Çizelge A.12 : On Yedinci Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

Kat No	Düğüm No	Kolon		Kolon		Kolon		Kolon		Kiriş		Kiriş		Kiriş		Kontrol	
		Kesit		Enkesit Alanı (cm2)		Eksenel Kuvvet (ton)		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)		X Yönü Kesit		Y Yönü Kesit		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)			
		Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	X Yönü	Y Yönü	Sağ	Sol	Sağ	Sol	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
17. Normal Kat	336	W14x730	W14x730	1387	1387	347,65	326,78	89770	182627	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,27	1,64
	337	W14x665	W14x665	1264	1264	423,65	397,65	78354	158856	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,30	4,66
	338	W14x665	W14x665	1264	1264	425,07	399,18	78326	158800	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,30	4,66
	339	W14x730	W14x730	1387	1387	354,91	334,16	89628	182340	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	5,26	1,64
	364	W14x730	W14x730	1387	1387	380,83	358,65	89142	181352	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,23	1,63
	365	W14x665	W14x665	1264	1264	491,32	460,65	77117	156349	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,26	4,59
	366	W14x665	W14x665	1264	1264	492,03	461,58	77102	156318	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,26	4,59
	367	W14x730	W14x730	1387	1387	386,27	364,35	89035	181133	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	5,22	1,63
	392	W14x730	W14x730	1387	1387	462,60	429,38	87672	178361	W36x230	-	W36x230	-	55631	55631	1,58	3,21
	397	W14x730	W14x730	1387	1387	470,05	436,94	87528	178066	-	W36x230	W36x230	-	55631	55631	1,57	3,20
	402	W14x730	W14x730	1387	1387	420,05	393,04	179908	88433	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,62	5,19
	403	W14x730	W14x730	1387	1387	422,58	395,46	179811	88385	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,62	5,19
	407	W14x730	W14x730	1387	1387	357,62	337,58	182220	89569	W36x230	W36x230	-	-	111262	0	1,64	-

Çizelge A.13 : On Sekizinci Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

Kat No	Düğüm No	Kolon		Kolon		Kolon		Kolon		Kiriş		Kiriş		Kiriş		Kontrol	
		Kesit		Enkesit Alanı (cm2)		Eksenel Kuvvet (ton)		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)		X Yönü Kesit		Y Yönü Kesit		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)			
		Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	X Yönü	Y Yönü	Sağ	Sol	Sağ	Sol	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
18. Normal Kat	336	W14x730	W14x730	1387	1387	373,17	351,80	89282	181636	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,24	1,63
	337	W14x665	W14x665	1264	1264	455,24	428,30	77765	157662	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,28	4,62
	338	W14x665	W14x665	1264	1264	456,79	429,95	77735	157601	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,28	4,62
	339	W14x730	W14x730	1387	1387	381,12	359,85	89128	181322	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	5,23	1,63
	364	W14x730	W14x730	1387	1387	408,38	385,89	88614	180277	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,20	1,62
	365	W14x665	W14x665	1264	1264	527,68	495,94	76439	154975	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,24	4,55
	366	W14x665	W14x665	1264	1264	528,47	496,93	76422	154940	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,24	4,54
	367	W14x730	W14x730	1387	1387	414,33	392,08	88497	180039	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	5,19	1,62
	392	W14x730	W14x730	1387	1387	496,54	462,75	87023	177041	W36x230	-	W36x230	-	55631	55631	1,56	3,18
	397	W14x730	W14x730	1387	1387	504,68	470,97	86866	176720	-	W36x230	W36x230	-	55631	55631	1,56	3,18
	402	W14x730	W14x730	1387	1387	450,85	423,24	178712	87845	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,61	5,15
	403	W14x730	W14x730	1387	1387	453,57	425,85	178607	87793	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,61	5,15
	407	W14x730	W14x730	1387	1387	383,34	363,62	181205	89070	W36x230	W36x230	-	-	111262	0	1,63	-

Çizelge A.14 : On Dokuzuncu Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

Kat No	Düğüm No	Kolon		Kolon		Kolon		Kolon		Kiriş		Kiriş		Kiriş		Kontrol	
		Kesit		Enkesit Alanı (cm2)		Eksenel Kuvvet (ton)		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)		X Yönü Kesit		Y Yönü Kesit		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)			
		Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	X Yönü	Y Yönü	Sağ	Sol	Sağ	Sol	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
19. Normal Kat	336	W14x730	W14x730	1387	1387	398,70	376,82	88795	180645	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,21	1,62
	337	W14x665	W14x665	1264	1264	486,83	458,95	77176	156468	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,26	4,59
	338	W14x665	W14x665	1264	1264	488,52	460,72	77143	156402	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,26	4,59
	339	W14x730	W14x730	1387	1387	407,34	385,53	88628	180305	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	5,20	1,62
	364	W14x730	W14x730	1387	1387	435,93	413,13	88086	179202	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,17	1,61
	365	W14x665	W14x665	1264	1264	564,05	531,22	75761	153600	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,22	4,51
	366	W14x665	W14x665	1264	1264	564,91	532,28	75743	153563	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,22	4,50
	367	W14x730	W14x730	1387	1387	442,38	419,82	87959	178945	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	5,16	1,61
	392	W14x730	W14x730	1387	1387	530,48	496,12	86375	175721	W36x230	-	W36x230	-	55631	55631	1,55	3,16
	397	W14x730	W14x730	1387	1387	539,31	505,00	86204	175373	-	W36x230	W36x230	-	55631	55631	1,55	3,15
	402	W14x730	W14x730	1387	1387	481,65	453,44	177515	87257	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,60	5,12
	403	W14x730	W14x730	1387	1387	484,56	456,24	177403	87202	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,59	5,12
	407	W14x730	W14x730	1387	1387	409,05	389,66	180190	88571	W36x230	W36x230	-	-	111262	0	1,62	-

Çizelge A.15 : Yirminci Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

Kat No	Düğüm No	Kolon		Kolon		Kolon		Kolon		Kiriş		Kiriş		Kiriş		Kontrol	
		Kesit		Enkesit Alanı (cm2)		Eksenel Kuvvet (ton)		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)		X Yönü Kesit		Y Yönü Kesit		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)			
		Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	X Yönü	Y Yönü	Sağ	Sol	Sağ	Sol	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
20. Normal Kat	336	W14x730	W14x730	1387	1387	424,22	401,84	88308	179654	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,18	1,61
	337	W14x665	W14x665	1264	1264	518,41	489,59	76587	155274	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,25	4,55
	338	W14x665	W14x665	1264	1264	520,25	491,49	76552	155203	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,25	4,55
	339	W14x730	W14x730	1387	1387	433,55	411,21	88127	179287	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	5,17	1,61
	364	W14x730	W14x730	1387	1387	463,48	440,37	87558	178128	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,14	1,60
	365	W14x665	W14x665	1264	1264	600,41	566,51	75083	152225	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,20	4,47
	366	W14x665	W14x665	1264	1264	601,35	567,63	75064	152185	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,20	4,46
	367	W14x730	W14x730	1387	1387	470,44	447,55	87422	177851	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	5,13	1,60
	392	W14x730	W14x730	1387	1387	564,42	529,48	85726	174401	W36x230	-	W36x230	-	55631	55631	1,54	3,13
	397	W14x730	W14x730	1387	1387	573,94	539,02	85542	174027	-	W36x230	W36x230	-	55631	55631	1,54	3,13
	402	W14x730	W14x730	1387	1387	512,45	483,64	176319	86669	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,58	5,08
	403	W14x730	W14x730	1387	1387	515,56	486,64	176199	86610	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,58	5,08
	407	W14x730	W14x730	1387	1387	434,76	415,70	179175	88073	W36x230	W36x230	-	-	111262	0	1,61	-

Çizelge A.16 : Yirmi Birinci Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

Kat No	Düğüm No	Kolon		Kolon		Kolon		Kolon		Kiriş		Kiriş		Kiriş		Kontrol	
		Kesit		Enkesit Alanı (cm2)		Eksenel Kuvvet (ton)		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)		X Yönü Kesit		Y Yönü Kesit		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)			
		Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	X Yönü	Y Yönü	Sağ	Sol	Sağ	Sol	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
21. Normal Kat	336	W14x730	W14x730	1387	1387	449,75	426,86	87821	178662	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,15	1,61
	337	W14x665	W14x665	1264	1264	550,00	520,24	75998	154080	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,23	4,52
	338	W14x665	W14x665	1264	1264	551,97	522,26	75960	154003	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,23	4,52
	339	W14x730	W14x730	1387	1387	459,76	436,90	87627	178269	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	5,14	1,60
	364	W14x730	W14x730	1387	1387	491,03	467,61	87030	177053	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,11	1,59
	365	W14x665	W14x665	1264	1264	636,77	601,79	74405	150850	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,18	4,42
	366	W14x665	W14x665	1264	1264	637,79	602,99	74384	150808	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,18	4,42
	367	W14x730	W14x730	1387	1387	498,49	475,28	86884	176757	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	5,10	1,59
	392	W14x730	W14x730	1387	1387	598,36	562,85	85077	173081	W36x230	-	W36x230	-	55631	55631	1,53	3,11
	397	W14x730	W14x730	1387	1387	608,57	573,05	84880	172680	-	W36x230	W36x230	-	55631	55631	1,53	3,10
	402	W14x730	W14x730	1387	1387	543,25	513,84	175123	86081	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,57	5,05
	403	W14x730	W14x730	1387	1387	546,55	517,03	174995	86018	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,57	5,05
	407	W14x730	W14x730	1387	1387	460,47	441,74	178160	87574	W36x230	W36x230	-	-	111262	0	1,60	-

Çizelge A.17 : Yirmi İkinci Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

Kat No	Düğüm No	Kolon		Kolon		Kolon		Kolon		Kiriş		Kiriş		Kiriş		Kontrol	
		Kesit		Enkesit Alanı (cm2)		Eksenel Kuvvet (ton)		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)		X Yönü Kesit		Y Yönü Kesit		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)			
		Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	X Yönü	Y Yönü	Sağ	Sol	Sağ	Sol	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
22. Normal Kat	336	W14x730	W14x730	1387	1387	475,27	451,88	87333	177671	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,12	1,60
	337	W14x665	W14x665	1264	1264	581,58	550,88	75409	152886	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,21	4,48
	338	W14x665	W14x665	1264	1264	583,70	553,03	75369	152804	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,21	4,48
	339	W14x730	W14x730	1387	1387	485,98	462,58	87127	177251	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	5,11	1,59
	364	W14x730	W14x730	1387	1387	518,58	494,85	86501	175979	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,07	1,58
	365	W14x665	W14x665	1264	1264	673,13	637,08	73727	149476	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,16	4,38
	366	W14x665	W14x665	1264	1264	674,24	638,34	73705	149430	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,16	4,38
	367	W14x730	W14x730	1387	1387	526,55	503,01	86346	175663	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	5,07	1,58
	392	W14x730	W14x730	1387	1387	632,30	596,22	84428	171761	W36x230	-	W36x230	-	55631	55631	1,52	3,09
	397	W14x730	W14x730	1387	1387	643,20	607,07	84218	171334	-	W36x230	W36x230	-	55631	55631	1,51	3,08
	402	W14x730	W14x730	1387	1387	574,04	544,03	173927	85493	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,56	5,02
	403	W14x730	W14x730	1387	1387	577,54	547,42	173792	85426	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,56	5,01
	407	W14x730	W14x730	1387	1387	486,18	467,78	177145	87075	W36x230	W36x230	-	-	111262	0	1,59	-

Çizelge A.18 : Yirmi Üçüncü Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

Kat No	Düğüm No	Kolon		Kolon		Kolon		Kolon		Kiriş		Kiriş		Kiriş		Kontrol	
		Kesit		Enkesit Alanı (cm2)		Eksenel Kuvvet (ton)		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)		X Yönü Kesit		Y Yönü Kesit		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)			
		Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	X Yönü	Y Yönü	Sağ	Sol	Sağ	Sol	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
23. Normal Kat	336	W14x730	W14x730	1387	1387	500,79	476,90	86846	176680	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,09	1,59
	337	W14x665	W14x665	1264	1264	613,17	581,53	74820	151692	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,19	4,45
	338	W14x665	W14x665	1264	1264	615,43	583,80	74777	151605	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,19	4,45
	339	W14x730	W14x730	1387	1387	512,19	488,26	86627	176233	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	5,08	1,58
	364	W14x730	W14x730	1387	1387	546,13	522,09	85973	174904	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,04	1,57
	365	W14x665	W14x665	1264	1264	709,50	672,37	73049	148101	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,14	4,34
	366	W14x665	W14x665	1264	1264	710,68	673,69	73025	148053	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,14	4,34
	367	W14x730	W14x730	1387	1387	554,61	530,74	85808	174568	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	5,03	1,57
	392	W14x730	W14x730	1387	1387	666,24	629,59	83779	170440	W36x230	-	W36x230	-	55631	55631	1,51	3,06
	397	W14x730	W14x730	1387	1387	677,83	641,10	83556	169987	-	W36x230	W36x230	-	55631	55631	1,50	3,06
	402	W14x730	W14x730	1387	1387	604,84	574,23	172730	84905	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,55	4,98
	403	W14x730	W14x730	1387	1387	608,53	577,81	172588	84835	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,55	4,98
	407	W14x730	W14x730	1387	1387	511,90	493,82	176130	86576	W36x230	W36x230	-	-	111262	0	1,58	-

Çizelge A.19 : Yirmi Dördüncü Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

Kat No	Düğüm No	Kolon		Kolon		Kolon		Kolon		Kiriş		Kiriş		Kiriş		Kontrol	
		Kesit		Enkesit Alanı (cm2)		Eksenel Kuvvet (ton)		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)		X Yönü Kesit		Y Yönü Kesit		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)			
		Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	X Yönü	Y Yönü	Sağ	Sol	Sağ	Sol	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
24. Normal Kat	336	W14x730	W14x730	1387	1387	526,32	501,92	86359	175689	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,07	1,58
	337	W14x665	W14x665	1264	1264	644,76	612,17	74231	150498	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,18	4,41
	338	W14x665	W14x665	1264	1264	647,16	614,57	74186	150406	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,18	4,41
	339	W14x730	W14x730	1387	1387	538,40	513,94	86126	175216	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	5,05	1,57
	364	W14x730	W14x730	1387	1387	573,68	549,33	85445	173830	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,01	1,56
	365	W14x665	W14x665	1264	1264	745,86	707,65	72371	146726	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,12	4,30
	366	W14x665	W14x665	1264	1264	747,12	709,04	72346	146675	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,12	4,30
	367	W14x730	W14x730	1387	1387	582,66	558,47	85270	173474	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	5,00	1,56
	392	W14x730	W14x730	1387	1387	700,18	662,96	83130	169120	W36x230	-	W36x230	-	55631	55631	1,49	3,04
	397	W14x730	W14x730	1387	1387	712,46	675,12	82895	168641	-	W36x230	W36x230	-	55631	55631	1,49	3,03
	402	W14x730	W14x730	1387	1387	635,64	604,43	171534	84317	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,54	4,95
	403	W14x730	W14x730	1387	1387	639,52	608,20	171384	84243	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,54	4,94
	407	W14x730	W14x730	1387	1387	537,61	519,86	175115	86077	W36x230	W36x230	-	-	111262	0	1,57	-

Çizelge A.20 : Yirmi Beşinci Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

Kat No	Düğüm No	Kolon		Kolon		Kolon		Kolon		Kiriş		Kiriş		Kiriş		Kontrol	
		Kesit		Enkesit Alanı (cm2)		Eksenel Kuvvet (ton)		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)		X Yönü Kesit		Y Yönü Kesit		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)			
		Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	X Yönü	Y Yönü	Sağ	Sol	Sağ	Sol	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
25. Normal Kat	336	W14x730	W14x730	1387	1387	551,84	526,93	85872	174697	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,04	1,57
	337	W14x665	W14x665	1264	1264	676,34	642,82	73642	149304	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,16	4,38
	338	W14x665	W14x665	1264	1264	678,88	645,34	73594	149207	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,16	4,38
	339	W14x730	W14x730	1387	1387	564,62	539,63	85626	174198	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	5,02	1,57
	364	W14x730	W14x730	1387	1387	601,24	576,57	84917	172755	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	4,98	1,55
	365	W14x665	W14x665	1264	1264	782,22	742,94	71693	145352	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,10	4,26
	366	W14x665	W14x665	1264	1264	783,56	744,40	71666	145298	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,10	4,26
	367	W14x730	W14x730	1387	1387	610,72	586,21	84733	172380	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	4,97	1,55
	392	W14x730	W14x730	1387	1387	734,12	696,33	82481	167800	W36x230	-	W36x230	-	55631	55631	1,48	3,02
	397	W14x730	W14x730	1387	1387	747,09	709,15	82233	167295	-	W36x230	W36x230	-	55631	55631	1,48	3,01
	402	W14x730	W14x730	1387	1387	666,44	634,63	170338	83729	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,53	4,91
	403	W14x730	W14x730	1387	1387	670,51	638,59	170180	83651	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,53	4,91
	407	W14x730	W14x730	1387	1387	563,32	545,89	174100	85578	W36x230	W36x230	-	-	111262	0	1,56	-

Çizelge A.21 : Yirmi Altıncı Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

Kat No	Düğüm No	Kolon		Kolon		Kolon		Kolon		Kiriş		Kiriş		Kiriş		Kontrol	
		Kesit		Enkesit Alanı (cm2)		Eksenel Kuvvet (ton)		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)		X Yönü Kesit		Y Yönü Kesit		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)			
		Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	X Yönü	Y Yönü	Sağ	Sol	Sağ	Sol	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
26. Normal Kat	336	W14x730	W14x730	1387	1387	577,37	551,95	85384	173706	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	5,01	1,56
	337	W14x665	W14x665	1264	1264	707,93	673,46	73053	148110	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,14	4,34
	338	W14x665	W14x665	1264	1264	710,61	676,11	73003	148008	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,14	4,34
	339	W14x730	W14x730	1387	1387	590,83	565,31	85126	173180	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	4,99	1,56
	364	W14x730	W14x730	1387	1387	628,79	603,81	84389	171681	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	4,95	1,54
	365	W14x665	W14x665	1264	1264	818,58	778,22	71015	143977	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,08	4,22
	366	W14x665	W14x665	1264	1264	820,00	779,75	70987	143920	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,08	4,22
	367	W14x730	W14x730	1387	1387	638,77	613,94	84195	171286	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	4,94	1,54
	392	W14x730	W14x730	1387	1387	768,06	729,70	81832	166480	W36x230	-	W36x230	-	55631	55631	1,47	2,99
	397	W14x730	W14x730	1387	1387	781,72	743,17	81571	165948	-	W36x230	W36x230	-	55631	55631	1,47	2,98
	402	W14x730	W14x730	1387	1387	697,24	664,83	169141	83141	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,52	4,88
	403	W14x730	W14x730	1387	1387	701,50	668,98	168976	83059	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,52	4,87
	407	W14x730	W14x730	1387	1387	589,03	571,93	173085	85079	W36x230	W36x230	-	-	111262	0	1,56	-

Çizelge A.22 : Yirmi Yedinci Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

Kat No	Düğüm No	Kolon		Kolon		Kolon		Kolon		Kiriş		Kiriş		Kiriş		Kontrol	
		Kesit		Enkesit Alanı (cm2)		Eksenel Kuvvet (ton)		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)		X Yönü Kesit		Y Yönü Kesit		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)			
		Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	X Yönü	Y Yönü	Sağ	Sol	Sağ	Sol	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
27. Normal Kat	336	W14x730	W14x730	1387	1387	602,89	576,97	84897	172715	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	4,98	1,55
	337	W14x665	W14x665	1264	1264	739,52	704,11	72465	146916	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,13	4,31
	338	W14x665	W14x665	1264	1264	742,34	706,88	72412	146809	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,12	4,31
	339	W14x730	W14x730	1387	1387	617,04	590,99	84625	172162	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	4,96	1,55
	364	W14x730	W14x730	1387	1387	656,34	631,05	83861	170606	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	4,92	1,53
	365	W14x665	W14x665	1264	1264	854,95	813,51	70337	142602	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,06	4,18
	366	W14x665	W14x665	1264	1264	856,44	815,10	70308	142543	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,06	4,18
	367	W14x730	W14x730	1387	1387	666,83	641,67	83657	170192	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	4,91	1,53
	392	W14x730	W14x730	1387	1387	802,00	763,07	81184	165160	W36x230	-	W36x230	-	55631	55631	1,46	2,97
	397	W14x730	W14x730	1387	1387	816,35	777,20	80909	164602	-	W36x230	W36x230	-	55631	55631	1,45	2,96
	402	W14x730	W14x730	1387	1387	728,04	695,03	167945	82553	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,51	4,84
	403	W14x730	W14x730	1387	1387	732,49	699,37	167773	82468	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,51	4,84
	407	W14x730	W14x730	1387	1387	614,75	597,97	172070	84580	W36x230	W36x230	-	-	111262	0	1,55	-

Çizelge A.23 : Yirmi Sekizinci Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

Kat No	Düğüm No	Kolon		Kolon		Kolon		Kolon		Kiriş		Kiriş		Kiriş		Kontrol	
		Kesit		Enkesit Alanı (cm2)		Eksenel Kuvvet (ton)		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)		X Yönü Kesit		Y Yönü Kesit		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)			
		Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	X Yönü	Y Yönü	Sağ	Sol	Sağ	Sol	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
28. Normal Kat	336	W14x730	W14x730	1387	1387	628,41	601,99	84410	171724	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	4,95	1,54
	337	W14x665	W14x665	1264	1264	771,10	734,75	71876	145722	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,11	4,27
	338	W14x665	W14x665	1264	1264	774,07	737,65	71820	145610	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,11	4,27
	339	W14x730	W14x730	1387	1387	643,26	616,67	84125	171144	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	4,94	1,54
	364	W14x730	W14x730	1387	1387	683,89	658,29	83332	169531	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	4,89	1,52
	365	W14x665	W14x665	1264	1264	891,31	848,80	69659	141228	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,04	4,14
	366	W14x665	W14x665	1264	1264	892,89	850,45	69628	141165	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,04	4,14
	367	W14x730	W14x730	1387	1387	694,89	669,40	83119	169098	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	4,88	1,52
	392	W14x730	W14x730	1387	1387	835,94	796,44	80535	163840	W36x230	-	W36x230	-	55631	55631	1,45	2,95
	397	W14x730	W14x730	1387	1387	850,98	811,22	80247	163255	-	W36x230	W36x230	-	55631	55631	1,44	2,93
	402	W14x730	W14x730	1387	1387	758,83	725,22	166749	81965	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,50	4,81
	403	W14x730	W14x730	1387	1387	763,48	729,76	166569	81876	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,50	4,80
	407	W14x730	W14x730	1387	1387	640,46	624,01	171055	84081	W36x230	W36x230	-	-	111262	0	1,54	-

Çizelge A.24 : Yirmi Dokuzuncu Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

Kat No	Düğüm No	Kolon		Kolon		Kolon		Kolon		Kiriş		Kiriş		Kiriş		Kontrol	
		Kesit		Enkesit Alanı (cm2)		Eksenel Kuvvet (ton)		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)		X Yönü Kesit		Y Yönü Kesit		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)			
		Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	X Yönü	Y Yönü	Sağ	Sol	Sağ	Sol	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
29. Normal Kat	336	W14x730	W14x730	1387	1387	653,94	627,01	83923	170732	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	4,92	1,53
	337	W14x665	W14x665	1264	1264	802,69	765,40	71287	144528	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,09	4,24
	338	W14x665	W14x665	1264	1264	805,79	768,42	71229	144410	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,09	4,24
	339	W14x730	W14x730	1387	1387	669,47	642,36	83625	170127	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	4,91	1,53
	364	W14x730	W14x730	1387	1387	711,44	685,53	82804	168457	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	4,86	1,51
	365	W14x665	W14x665	1264	1264	927,67	884,08	68981	139853	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,02	4,10
	366	W14x665	W14x665	1264	1264	929,33	885,81	68949	139788	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,02	4,10
	367	W14x730	W14x730	1387	1387	722,94	697,13	82581	168004	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	4,84	1,51
	392	W14x730	W14x730	1387	1387	869,88	829,81	79886	162520	W36x230	-	W36x230	-	55631	55631	1,44	2,92
	397	W14x730	W14x730	1387	1387	885,61	845,25	79585	161909	-	W36x230	W36x230	-	55631	55631	1,43	2,91
	402	W14x730	W14x730	1387	1387	789,63	755,42	165553	81377	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,49	4,77
	403	W14x730	W14x730	1387	1387	794,47	760,15	165365	81284	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,49	4,77
	407	W14x730	W14x730	1387	1387	666,17	650,05	170040	83583	W36x230	W36x230	-	-	111262	0	1,53	-

Çizelge A.25 : Otuzuncu Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

Kat No	Düğüm No	Kolon		Kolon		Kolon		Kolon		Kiriş		Kiriş		Kiriş		Kontrol	
		Kesit		Enkesit Alanı (cm2)		Eksenel Kuvvet (ton)		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)		X Yönü Kesit		Y Yönü Kesit		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)			
		Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	X Yönü	Y Yönü	Sağ	Sol	Sağ	Sol	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
30. Normal Kat	336	W14x730	W14x730	1387	1387	679,46	652,03	83435	169741	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	4,89	1,53
	337	W14x665	W14x665	1264	1264	834,27	796,04	70698	143334	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,07	4,20
	338	W14x665	W14x665	1264	1264	837,52	799,19	70637	143211	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,07	4,20
	339	W14x730	W14x730	1387	1387	695,68	668,04	83125	169109	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	4,88	1,52
	364	W14x730	W14x730	1387	1387	738,99	712,77	82276	167382	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	4,83	1,50
	365	W14x665	W14x665	1264	1264	964,03	919,37	68303	138478	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,00	4,06
	366	W14x665	W14x665	1264	1264	965,77	921,16	68269	138410	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,00	4,06
	367	W14x730	W14x730	1387	1387	751,00	724,86	82044	166910	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	4,81	1,50
	392	W14x730	W14x730	1387	1387	903,82	863,17	79237	161200	W36x230	-	W36x230	-	55631	55631	1,42	2,90
	397	W14x730	W14x730	1387	1387	920,24	879,27	78923	160562	-	W36x230	W36x230	-	55631	55631	1,42	2,89
	402	W14x730	W14x730	1387	1387	820,43	785,62	164356	80788	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,48	4,74
	403	W14x730	W14x730	1387	1387	825,47	790,55	164161	80692	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,48	4,73
	407	W14x730	W14x730	1387	1387	691,88	676,09	169026	83084	W36x230	W36x230	-	-	111262	0	1,52	-

Çizelge A.26 : Otuz Birinci Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

Kat No	Düğüm No	Kolon		Kolon		Kolon		Kolon		Kiriş		Kiriş		Kiriş		Kontrol	
		Kesit		Enkesit Alanı (cm2)		Eksenel Kuvvet (ton)		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)		X Yönü Kesit		Y Yönü Kesit		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)			
		Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	X Yönü	Y Yönü	Sağ	Sol	Sağ	Sol	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
31. Normal Kat	336	W14x730	W14x730	1387	1387	704,99	677,05	82948	168750	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	4,87	1,52
	337	W14x665	W14x665	1264	1264	865,86	826,69	70109	142140	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,06	4,17
	338	W14x665	W14x665	1264	1264	869,25	829,96	70046	142012	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,05	4,17
	339	W14x730	W14x730	1387	1387	721,90	693,72	82624	168091	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	4,85	1,51
	364	W14x730	W14x730	1387	1387	766,54	740,01	81748	166308	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	4,80	1,49
	365	W14x665	W14x665	1264	1264	1000,40	954,65	67625	137103	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,98	4,02
	366	W14x665	W14x665	1264	1264	1002,21	956,51	67590	137033	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,98	4,02
	367	W14x730	W14x730	1387	1387	779,05	752,60	81506	165816	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	4,78	1,49
	392	W14x730	W14x730	1387	1387	937,76	896,54	78588	159880	W36x230	-	W36x230	-	55631	55631	1,41	2,87
	397	W14x730	W14x730	1387	1387	954,87	913,30	78262	159216	-	W36x230	W36x230	-	55631	55631	1,41	2,86
	402	W14x730	W14x730	1387	1387	851,23	815,82	163160	80200	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,47	4,70
	403	W14x730	W14x730	1387	1387	856,46	820,94	162957	80101	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,46	4,70
	407	W14x730	W14x730	1387	1387	717,59	702,13	168011	82585	W36x230	W36x230	-	-	111262	0	1,51	-

Çizelge A.27 : Otuz İkinci Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

Kat No	Düğüm No	Kolon		Kolon		Kolon		Kolon		Kiriş		Kiriş		Kiriş		Kontrol	
		Kesit		Enkesit Alanı (cm2)		Eksenel Kuvvet (ton)		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)		X Yönü Kesit		Y Yönü Kesit		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)			
		Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	X Yönü	Y Yönü	Sağ	Sol	Sağ	Sol	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
32. Normal Kat	336	W14x730	W14x730	1387	1387	730,51	702,07	82461	167759	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	4,84	1,51
	337	W14x665	W14x665	1264	1264	897,45	857,34	69520	140946	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,04	4,13
	338	W14x665	W14x665	1264	1264	900,97	860,73	69454	140813	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,04	4,13
	339	W14x730	W14x730	1387	1387	748,11	719,41	82124	167073	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	4,82	1,50
	364	W14x730	W14x730	1387	1387	794,09	767,25	81220	165233	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	4,76	1,49
	365	W14x665	W14x665	1264	1264	1036,76	989,94	66947	135729	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,96	3,98
	366	W14x665	W14x665	1264	1264	1038,65	991,86	66910	135656	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,96	3,98
	367	W14x730	W14x730	1387	1387	807,11	780,33	80968	164721	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	4,75	1,48
	392	W14x730	W14x730	1387	1387	971,70	929,91	77939	158560	W36x230	-	W36x230	-	55631	55631	1,40	2,85
	397	W14x730	W14x730	1387	1387	989,50	947,33	77600	157869	-	W36x230	W36x230	-	55631	55631	1,39	2,84
	402	W14x730	W14x730	1387	1387	882,03	846,02	161964	79612	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,46	4,67
	403	W14x730	W14x730	1387	1387	887,45	851,33	161753	79509	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,45	4,66
	407	W14x730	W14x730	1387	1387	743,31	728,17	166996	82086	W36x230	W36x230	-	-	111262	0	1,50	-

Çizelge A.28 : Otuz Üçüncü Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

Kat No	Düğüm No	Kolon		Kolon		Kolon		Kolon		Kiriş		Kiriş		Kiriş		Kontrol	
		Kesit		Enkesit Alanı (cm2)		Eksenel Kuvvet (ton)		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)		X Yönü Kesit		Y Yönü Kesit		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)			
		Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	X Yönü	Y Yönü	Sağ	Sol	Sağ	Sol	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
33. Normal Kat	336	W14x730	W14x730	1387	1387	756,03	727,08	81974	166767	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	4,81	1,50
	337	W14x665	W14x665	1264	1264	929,03	887,98	68931	139752	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,02	4,10
	338	W14x665	W14x665	1264	1264	932,70	891,50	68863	139614	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,02	4,10
	339	W14x730	W14x730	1387	1387	774,32	745,09	81624	166056	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	4,79	1,49
	364	W14x730	W14x730	1387	1387	821,64	794,49	80691	164159	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	4,73	1,48
	365	W14x665	W14x665	1264	1264	1073,12	1025,23	66268	134354	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,94	3,94
	366	W14x665	W14x665	1264	1264	1075,09	1027,21	66231	134278	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,94	3,94
	367	W14x730	W14x730	1387	1387	835,17	808,06	80430	163627	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	4,72	1,47
	392	W14x730	W14x730	1387	1387	1005,64	963,28	77290	157240	W36x230	-	W36x230	-	55631	55631	1,39	2,83
	397	W14x730	W14x730	1387	1387	1024,13	981,35	76938	156523	-	W36x230	W36x230	-	55631	55631	1,38	2,81
	402	W14x730	W14x730	1387	1387	912,83	876,22	160767	79024	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,44	4,64
	403	W14x730	W14x730	1387	1387	918,44	881,72	160550	78917	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,44	4,63
	407	W14x730	W14x730	1387	1387	769,02	754,21	165981	81587	W36x230	W36x230	-	-	111262	0	1,49	-

Çizelge A.29 : Otuz Dördüncü Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

Kat No	Düğüm No	Kolon		Kolon		Kolon		Kolon		Kiriş		Kiriş		Kiriş		Kontrol	
		Kesit		Enkesit Alanı (cm2)		Eksenel Kuvvet (ton)		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)		X Yönü Kesit		Y Yönü Kesit		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)			
		Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	X Yönü	Y Yönü	Sağ	Sol	Sağ	Sol	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
34. Normal Kat	336	W14x730	W14x730	1387	1387	781,56	752,10	81486	165776	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	4,78	1,49
	337	W14x665	W14x665	1264	1264	960,62	918,63	68342	138558	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,00	4,06
	338	W14x665	W14x665	1264	1264	964,43	922,27	68271	138415	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	2,00	4,06
	339	W14x730	W14x730	1387	1387	800,54	770,77	81123	165038	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	4,76	1,48
	364	W14x730	W14x730	1387	1387	849,19	821,73	80163	163084	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	4,70	1,47
	365	W14x665	W14x665	1264	1264	1109,48	1060,51	65590	132979	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,92	3,90
	366	W14x665	W14x665	1264	1264	1111,53	1062,57	65552	132901	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,92	3,90
	367	W14x730	W14x730	1387	1387	863,22	835,79	79892	162533	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	4,69	1,46
	392	W14x730	W14x730	1387	1387	1039,58	996,65	76641	155920	W36x230	-	W36x230	-	55631	55631	1,38	2,80
	397	W14x730	W14x730	1387	1387	1058,76	1015,38	76276	155176	-	W36x230	W36x230	-	55631	55631	1,37	2,79
	402	W14x730	W14x730	1387	1387	943,63	906,42	159571	78436	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,43	4,60
	403	W14x730	W14x730	1387	1387	949,43	912,11	159346	78326	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,43	4,59
	407	W14x730	W14x730	1387	1387	794,73	780,25	164966	81088	W36x230	W36x230	-	-	111262	0	1,48	-

Çizelge A.30 : Otuz Beşinci Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

Kat No	Düğüm No	Kolon		Kolon		Kolon		Kolon		Kiriş		Kiriş		Kiriş		Kontrol	
		Kesit		Enkesit Alanı (cm2)		Eksenel Kuvvet (ton)		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)		X Yönü Kesit		Y Yönü Kesit		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)			
		Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	X Yönü	Y Yönü	Sağ	Sol	Sağ	Sol	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
35. Normal Kat	336	W14x730	W14x730	1387	1387	807,08	777,12	80999	164785	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	4,75	1,48
	337	W14x665	W14x665	1264	1264	992,20	949,27	67753	137364	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,99	4,03
	338	W14x665	W14x665	1264	1264	996,16	953,05	67680	137216	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,99	4,02
	339	W14x730	W14x730	1387	1387	826,75	796,45	80623	164020	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	4,73	1,47
	364	W14x730	W14x730	1387	1387	876,74	848,97	79635	162010	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	4,67	1,46
	365	W14x665	W14x665	1264	1264	1145,85	1095,80	64912	131605	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,90	3,86
	366	W14x665	W14x665	1264	1264	1147,98	1097,92	64872	131523	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,90	3,86
	367	W14x730	W14x730	1387	1387	891,28	863,52	79355	161439	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	4,66	1,45
	392	W14x730	W14x730	1387	1387	1073,53	1030,02	75993	154599	W36x230	-	W36x230	-	55631	55631	1,37	2,78
	397	W14x730	W14x730	1387	1387	1093,38	1049,40	75614	153830	-	W36x230	W36x230	-	55631	55631	1,36	2,77
	402	W14x730	W14x730	1387	1387	974,42	936,61	158375	77848	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,42	4,57
	403	W14x730	W14x730	1387	1387	980,42	942,50	158142	77734	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,42	4,56
	407	W14x730	W14x730	1387	1387	820,44	806,29	163951	80589	W36x230	W36x230	-	-	111262	0	1,47	-

Çizelge A.31 : Otuz Altıncı Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

Kat No	Düğüm No	Kolon		Kolon		Kolon		Kolon		Kiriş		Kiriş		Kiriş		Kontrol	
		Kesit		Enkesit Alanı (cm2)		Eksenel Kuvvet (ton)		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)		X Yönü Kesit		Y Yönü Kesit		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)			
		Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	X Yönü	Y Yönü	Sağ	Sol	Sağ	Sol	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
36. Normal Kat	336	W14x730	W14x730	1387	1387	832,61	802,14	80512	163794	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	4,72	1,47
	337	W14x665	W14x665	1264	1264	1023,79	979,92	67164	136170	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,97	3,99
	338	W14x665	W14x665	1264	1264	1027,88	983,82	67088	136017	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,97	3,99
	339	W14x730	W14x730	1387	1387	852,96	822,14	80123	163002	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	4,70	1,47
	364	W14x730	W14x730	1387	1387	904,29	876,21	79107	160935	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	4,64	1,45
	365	W14x665	W14x665	1264	1264	1182,21	1131,08	64234	130230	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,88	3,82
	366	W14x665	W14x665	1264	1264	1184,42	1133,27	64193	130146	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,88	3,82
	367	W14x730	W14x730	1387	1387	919,33	891,26	78817	160345	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	4,62	1,44
	392	W14x730	W14x730	1387	1387	1107,47	1063,39	75344	153279	W36x230	-	W36x230	-	55631	55631	1,35	2,76
	397	W14x730	W14x730	1387	1387	1128,01	1083,43	74952	152483	-	W36x230	W36x230	-	55631	55631	1,35	2,74
	402	W14x730	W14x730	1387	1387	1005,22	966,81	157179	77260	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,41	4,53
	403	W14x730	W14x730	1387	1387	1011,41	972,89	156938	77142	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,41	4,53
	407	W14x730	W14x730	1387	1387	846,15	832,33	162936	80090	W36x230	W36x230	-	-	111262	0	1,46	-

Çizelge A.32 : Otuz Yedinci Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

Kat No	Düğüm No	Kolon		Kolon		Kolon		Kolon		Kiriş		Kiriş		Kiriş		Kontrol	
		Kesit		Enkesit Alanı (cm2)		Eksenel Kuvvet (ton)		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)		X Yönü Kesit		Y Yönü Kesit		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)			
		Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	X Yönü	Y Yönü	Sağ	Sol	Sağ	Sol	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
37. Normal Kat	336	W14x730	W14x730	1387	1387	858,13	827,16	80025	162802	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	4,69	1,46
	337	W14x665	W14x665	1264	1264	1055,38	1010,56	66575	134976	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,95	3,96
	338	W14x665	W14x665	1264	1264	1059,61	1014,59	66497	134817	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,95	3,95
	339	W14x730	W14x730	1387	1387	879,18	847,82	79623	161984	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	4,67	1,46
	364	W14x730	W14x730	1387	1387	931,84	903,45	78579	159861	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	4,61	1,44
	365	W14x665	W14x665	1264	1264	1218,57	1166,37	63556	128855	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,86	3,78
	366	W14x665	W14x665	1264	1264	1220,86	1168,62	63513	128768	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,86	3,78
	367	W14x730	W14x730	1387	1387	947,39	918,99	78279	159251	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	4,59	1,43
	392	W14x730	W14x730	1387	1387	1141,41	1096,76	74695	151959	W36x230	-	W36x230	-	55631	55631	1,34	2,73
	397	W14x730	W14x730	1387	1387	1162,64	1117,45	74291	151137	-	W36x230	W36x230	-	55631	55631	1,34	2,72
	402	W14x730	W14x730	1387	1387	1036,02	997,01	155982	76672	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,40	4,50
	403	W14x730	W14x730	1387	1387	1042,40	1003,28	155734	76550	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,40	4,49
	407	W14x730	W14x730	1387	1387	871,87	858,37	161921	79591	W36x230	W36x230	-	-	111262	0	1,46	-

Çizelge A.33 : Otuz Sekizinci Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

Kat No	Düğüm No	Kolon		Kolon		Kolon		Kolon		Kiriş		Kiriş		Kiriş		Kontrol	
		Kesit		Enkesit Alanı (cm2)		Eksenel Kuvvet (ton)		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)		X Yönü Kesit		Y Yönü Kesit		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)			
		Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	X Yönü	Y Yönü	Sağ	Sol	Sağ	Sol	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
38. Normal Kat	336	W14x730	W14x730	1387	1387	883,66	852,18	79537	161811	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	4,67	1,45
	337	W14x665	W14x665	1264	1264	1086,96	1041,21	65986	133782	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,94	3,92
	338	W14x665	W14x665	1264	1264	1091,34	1045,36	65906	133618	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,93	3,92
	339	W14x730	W14x730	1387	1387	905,39	873,50	79122	160967	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	4,64	1,45
	364	W14x730	W14x730	1387	1387	959,39	930,69	78050	158786	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	4,58	1,43
	365	W14x665	W14x665	1264	1264	1254,93	1201,65	62878	127481	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,84	3,74
	366	W14x665	W14x665	1264	1264	1257,30	1203,98	62834	127391	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,84	3,74
	367	W14x730	W14x730	1387	1387	975,44	946,72	77741	158157	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	4,56	1,42
	392	W14x730	W14x730	1387	1387	1175,35	1130,13	74046	150639	W36x230	-	W36x230	-	55631	55631	1,33	2,71
	397	W14x730	W14x730	1387	1387	1197,27	1151,48	73629	149790	-	W36x230	W36x230	-	55631	55631	1,32	2,69
	402	W14x730	W14x730	1387	1387	1066,82	1027,21	154786	76084	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,39	4,46
	403	W14x730	W14x730	1387	1387	1073,39	1033,67	154530	75959	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,39	4,46
	407	W14x730	W14x730	1387	1387	897,58	884,41	160906	79092	W36x230	W36x230	-	-	111262	0	1,45	-

Çizelge A.34 : Otuz Dokuzuncu Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

Kat No	Düğüm No	Kolon		Kolon		Kolon		Kolon		Kiriş		Kiriş		Kiriş		Kontrol	
		Kesit		Enkesit Alanı (cm2)		Eksenel Kuvvet (ton)		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)		X Yönü Kesit		Y Yönü Kesit		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)			
		Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	X Yönü	Y Yönü	Sağ	Sol	Sağ	Sol	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
39. Normal Kat	336	W14x730	W14x730	1387	1387	909,18	877,20	79050	160820	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	4,64	1,45
	337	W14x665	W14x665	1264	1264	1118,55	1071,85	65397	132588	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,92	3,89
	338	W14x665	W14x665	1264	1264	1123,06	1076,13	65314	132419	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,92	3,88
	339	W14x730	W14x730	1387	1387	931,60	899,19	78622	159949	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	4,61	1,44
	364	W14x730	W14x730	1387	1387	986,94	957,93	77522	157711	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	4,55	1,42
	365	W14x665	W14x665	1264	1264	1291,30	1236,94	62200	126106	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,82	3,70
	366	W14x665	W14x665	1264	1264	1293,74	1239,33	62154	126013	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,82	3,70
	367	W14x730	W14x730	1387	1387	1003,50	974,45	77203	157063	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	4,53	1,41
	392	W14x730	W14x730	1387	1387	1209,29	1163,50	73397	149319	W36x230	-	W36x230	-	55631	55631	1,32	2,68
	397	W14x730	W14x730	1387	1387	1231,90	1185,50	72967	148444	-	W36x230	W36x230	-	55631	55631	1,31	2,67
	402	W14x730	W14x730	1387	1387	1097,62	1057,41	153590	75496	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,38	4,43
	403	W14x730	W14x730	1387	1387	1104,38	1064,06	153327	75367	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,38	4,42
	407	W14x730	W14x730	1387	1387	923,29	910,45	159891	78594	W36x230	W36x230	-	-	111262	0	1,44	-

Çizelge A.35 : Kırkıncı Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

Kat No	Düğüm No	Kolon		Kolon		Kolon		Kolon		Kiriş		Kiriş		Kiriş		Kontrol	
		Kesit		Enkesit Alanı (cm2)		Eksenel Kuvvet (ton)		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)		X Yönü Kesit		Y Yönü Kesit		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)			
		Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	X Yönü	Y Yönü	Sağ	Sol	Sağ	Sol	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
40. Normal Kat	336	W14x730	W14x730	1387	1387	934,70	902,22	78563	159829	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	4,61	1,44
	337	W14x665	W14x665	1264	1264	1150,14	1102,50	64808	131394	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,90	3,85
	338	W14x665	W14x665	1264	1264	1154,79	1106,90	64723	131220	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,90	3,85
	339	W14x730	W14x730	1387	1387	957,82	924,87	78122	158931	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	4,58	1,43
	364	W14x730	W14x730	1387	1387	1014,49	985,17	76994	156637	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	4,52	1,41
	365	W14x665	W14x665	1264	1264	1327,66	1272,23	61522	124731	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,80	3,66
	366	W14x665	W14x665	1264	1264	1330,18	1274,68	61475	124636	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,80	3,66
	367	W14x730	W14x730	1387	1387	1031,56	1002,18	76665	155968	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	4,50	1,40
	392	W14x730	W14x730	1387	1387	1243,23	1196,86	72748	147999	W36x230	-	W36x230	-	55631	55631	1,31	2,66
	397	W14x730	W14x730	1387	1387	1266,53	1219,53	72305	147098	-	W36x230	W36x230	-	55631	55631	1,30	2,64
	402	W14x730	W14x730	1387	1387	1128,42	1087,61	152394	74908	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,37	4,39
	403	W14x730	W14x730	1387	1387	1135,38	1094,46	152123	74775	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,37	4,39
	407	W14x730	W14x730	1387	1387	949,00	936,49	158876	78095	W36x230	W36x230	-	-	111262	0	1,43	-

Çizelge A.36 : Kırk Birinci Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

Kat No	Düğüm No	Kolon		Kolon		Kolon		Kolon		Kiriş		Kiriş		Kiriş		Kontrol	
		Kesit		Enkesit Alanı (cm2)		Eksenel Kuvvet (ton)		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)		X Yönü Kesit		Y Yönü Kesit		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)			
		Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	X Yönü	Y Yönü	Sağ	Sol	Sağ	Sol	X Yönü	Y Yönü	Yönü	Yönü
41. Normal Kat	336	W14x730	W14x730	1387	1387	960,23	927,23	78076	158837	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	4,58	1,43
	337	W14x665	W14x665	1264	1264	1181,72	1133,14	64219	130200	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,88	3,82
	338	W14x665	W14x665	1264	1264	1186,52	1137,67	64131	130021	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,88	3,81
	339	W14x730	W14x730	1387	1387	984,03	950,55	77621	157913	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	4,55	1,42
	364	W14x730	W14x730	1387	1387	1042,04	1012,41	76466	155562	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	4,49	1,40
	365	W14x665	W14x665	1264	1264	1364,02	1307,51	60844	123356	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,78	3,62
	366	W14x665	W14x665	1264	1264	1366,63	1310,03	60796	123258	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,78	3,62
	367	W14x730	W14x730	1387	1387	1059,61	1029,91	76128	154874	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	4,47	1,39
	392	W14x730	W14x730	1387	1387	1277,17	1230,23	72099	146679	W36x230	-	W36x230	-	55631	55631	1,30	2,64
	397	W14x730	W14x730	1387	1387	1301,16	1253,55	71643	145751	-	W36x230	W36x230	-	55631	55631	1,29	2,62
	402	W14x730	W14x730	1387	1387	1159,21	1117,80	151197	74320	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,36	4,36
	403	W14x730	W14x730	1387	1387	1166,37	1124,85	150919	74183	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,36	4,35
	407	W14x730	W14x730	1387	1387	974,71	962,53	157861	77596	W36x230	W36x230	-	-	111262	0	1,42	-

Çizelge A.37 : Kırk İkinci Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

Kat No	Düğüm No	Kolon		Kolon		Kolon		Kolon		Kiriş		Kiriş		Kiriş		Kontrol	
		Kesit		Enkesit Alanı (cm2)		Eksenel Kuvvet (ton)		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)		X Yönü Kesit		Y Yönü Kesit		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)			
		Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	X Yönü	Y Yönü	Sağ	Sol	Sağ	Sol	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
42. Normal Kat	336	W14x730	W14x730	1387	1387	985,75	952,25	77588	157846	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	4,55	1,42
	337	W14x665	W14x665	1264	1264	1213,31	1163,79	63630	129006	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,87	3,78
	338	W14x665	W14x665	1264	1264	1218,25	1168,44	63540	128822	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,86	3,78
	339	W14x730	W14x730	1387	1387	1010,24	976,23	77121	156895	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	4,52	1,41
	364	W14x730	W14x730	1387	1387	1069,59	1039,65	75938	154488	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	4,45	1,39
	365	W14x665	W14x665	1264	1264	1400,38	1342,80	60166	121982	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,76	3,58
	366	W14x665	W14x665	1264	1264	1403,07	1345,39	60116	121881	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,76	3,58
	367	W14x730	W14x730	1387	1387	1087,67	1057,65	75590	153780	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	4,43	1,38
	392	W14x730	W14x730	1387	1387	1311,11	1263,60	71450	145359	W36x230	-	W36x230	-	55631	55631	1,28	2,61
	397	W14x730	W14x730	1387	1387	1335,79	1287,58	70981	144405	-	W36x230	W36x230	-	55631	55631	1,28	2,60
	402	W14x730	W14x730	1387	1387	1190,01	1148,00	150001	73732	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,35	4,33
	403	W14x730	W14x730	1387	1387	1197,36	1155,24	149715	73592	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,35	4,32
	407	W14x730	W14x730	1387	1387	1000,43	988,57	156846	77097	W36x230	W36x230	-	-	111262	0	1,41	-

Çizelge A.38 : Kırk Üçüncü Normal Kat Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Kontrolü

Kat No	Düğüm No	Kolon		Kolon		Kolon		Kolon		Kiriş		Kiriş		Kiriş		Kontrol	
		Kesit		Enkesit Alanı (cm2)		Eksenel Kuvvet (ton)		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)		X Yönü Kesit		Y Yönü Kesit		Toplam Taşıma Kapasitesi (tcm)			
		Alt	Üst	Alt	Üst	Alt	Üst	X Yönü	Y Yönü	Sağ	Sol	Sağ	Sol	X Yönü	Y Yönü	X Yönü	Y Yönü
43. Normal Kat	336	W14x730	W14x730	1387	1387	1011,28	977,27	77101	156855	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	4,52	1,41
	337	W14x665	W14x665	1264	1264	1244,89	1194,43	63042	127812	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,85	3,75
	338	W14x665	W14x665	1264	1264	1249,97	1199,21	62948	127623	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,85	3,74
	339	W14x730	W14x730	1387	1387	1036,46	1001,92	76621	155878	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	4,49	1,40
	364	W14x730	W14x730	1387	1387	1097,14	1066,89	75409	153413	W24x104	-	W36x230	W36x230	17046	111262	4,42	1,38
	365	W14x665	W14x665	1264	1264	1436,75	1378,08	59488	120607	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,74	3,54
	366	W14x665	W14x665	1264	1264	1439,51	1380,74	59437	120503	W24x104	W24x104	W24x104	W24x104	34092	34092	1,74	3,53
	367	W14x730	W14x730	1387	1387	1115,72	1085,38	75052	152686	-	W24x104	W36x230	W36x230	17046	111262	4,40	1,37
	392	W14x730	W14x730	1387	1387	1345,05	1296,97	70802	144039	W36x230	-	W36x230	-	55631	55631	1,27	2,59
	397	W14x730	W14x730	1387	1387	1370,42	1321,60	70319	143058	-	W36x230	W36x230	-	55631	55631	1,26	2,57
	402	W14x730	W14x730	1387	1387	1220,81	1178,20	148805	73144	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,34	4,29
	403	W14x730	W14x730	1387	1387	1228,35	1185,63	148511	73000	W36x230	W36x230	W24x104	-	111262	17046	1,33	4,28
	407	W14x730	W14x730	1387	1387	1026,14	1014,61	155831	76598	W36x230	W36x230	-	-	111262	0	1,40	-

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Onur ERİNÇ
Doğum Yeri ve Tarihi: İzmir / 30.06.1982
Adres: İnönü cad. Kuyumcu Apt. No:384 D:32 Hatay / İzmir
Lisans Üniversitesi: Boğaziçi Üniversitesi