

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ON İKİ KATLI BETONARME BİR YAPININ
TAŞIYICI SİSTEMİNİN PROJELENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İnş. Müh. Mustafa UZYARDOĞAN**

Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Programı : YAPI MÜHENDİSLİĞİ

HAZİRAN 2002

**ON İKİ KATLI BETONARME BİR YAPININ
TAŞIYICI SİSTEMİNİN PROJELENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Mustafa UZYARDOĞAN

(501981002)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 13 Mayıs 2002

Tezin Savunulduğu Tarih : 30 Mayıs 2002

Tez Danışmanı : Prof . Dr. Zekai CELEP

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Zekeriya POLAT

: Doç. Dr. Necmettin GÜNDÜZ

HAZİRAN 2002

ÖNSÖZ

1994 yılında ilk adımımı attığım İstanbul Teknik Üniversitesindeki öğrencilik hayatımın sonuna gelmiş bulunmaktayım, öğrencisi olmaktan her zaman gurur duyduğum üniversitemin bana kazandırdığı bilgi ve becerilerin önemini yüksek lisans eğitimim süresince yaşayarak öğrendim.

Dört yıllık lisans eğitimi sonrasında hiç tereddütsüz olarak başladığım yüksek lisans eğitimim hem dört yıl boyunca kazanmış olduğum bilgileri daha etkin bir biçimde kullanmayı hem de mühendisliğe bakış açımın derinleşmesinde büyük rol oynadı.

Bu sekiz yıllık uzun yolun sonunda, benden hiçbir yardımı esirgemeyen, mühendislik hayatıma olan katkılarda payı büyük olan çok saygıdeğer hocam Prof. Dr. Zekai CELEP başta olmak üzere tüm hocalarıma, her zaman maddi ve manevi olarak yanımda olan aileme ve değerli mesai arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Haziran 2002

Mustafa UZYARDOĞAN

İÇİNDEKİLER

TABLO LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
SEMBOL LİSTESİ	xi
ÖZET	xiv
SUMMARY	xvi
1.GİRİŞ	1
1.1 Giriş ve çalışmanın amacı	1
2.DÜŞEY YÜK ANALİZİ VE ÖN BOYUTLAMA ÇALIŞMASI	8
2.1 Düşey Yük Analizi	8
2.2 Ön Boyutlama Çalışması	9
2.2.1 Tek Doğrultuda Çalışan Döşemeler	9
2.2.2 Kirişler	9
2.2.3 Kolonlar	10
2.2.4 Perdeler	10
3. ZEMİN KAT DÖŞEMELERİ HESABI	12
3.1 Tek Doğrultuda Çalışan Döşemelerde Hesap	13
3.2 Çift Doğrultuda Çalışan Döşemelerde Hesap	16
4. YATAY YÜKLERE GÖRE HESAP VE YAPISAL DÜZENSİZLİKLERİN İRDELENMESİ	17
4.1 Yatay Yüklere Göre Hesap (Deprem Hesabı)	17
4.1.1 Yapı Bilgileri Deprem Hesabına Esas Olan Parametreler	17
4.1.2 Modal Analiz İle Yatay Yüklerin Hesabı	21
4.1.3 Eşdeğer Deprem Yüküne Göre Yatay Yük Hesabı	24
4.1.4 $R=7$ Katsayısının Kontrolü	29
4.2 Yapısal Düzensizliklerin İncelenmesi	31
4.2.1 Planda Düzensizlik Durumları	31
4.2.1.1 (A1) Burulma Düzensizliği	31
4.2.1.2 (A2) Döşeme Süreksizlikleri	34
4.2.1.3 (A3) Planda Çıkıntılar Bulunması	35
4.2.1.4 Taşıyıcı Sistem Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması	35
4.2.2 Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları	36
4.2.2.1 (B1) Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat)	36
4.2.2.2 (B2) Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği	37
4.2.2.3 (B3) Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Süreksizliği	37

5. ZEMİN KAT ± 0.00 KOTU BETONARME KİRİŞLERİNDE HESAP	38
5.1 K225 Kirişi Betonarme Hesabı	40
5.1.1 TS500 'e Göre Boyut ve Donatılar İle İlgili Koşullar	40
5.1.2 A.B.Y.Y.H.Y 'e Göre Süneklik Düzeyi Yüksek Kirişlerdeki Koşullar	41
5.1.2.1 Enkesit koşulları	41
5.1.2.2 Boyuna Donatı Koşullar	42
5.1.2.3 Boyuna Donatıların Düzenlenmesi	42
5.1.2.4 Boyuna Donatıların Eklenmesine İlişkin Koşullar	43
5.1.2.5 Enine Donatı Koşulları	44
5.1.3 Boyuna Donatı Hesabı	44
5.1.4 Kesme Güvenliğinin Sağlanması	46
5.2 K201-K202-K203 Kirişleri Betonarme Hesabı	49
5.2.1 TS500 'e Göre Boyut ve Donatılar İle İlgili Koşullar	49
5.2.2 A.B.Y.Y.H.Y 'e Göre Süneklik Düzeyi Yüksek Kirişlerdeki Koşullar	50
5.2.2.1 Enkesit koşulları	50
5.2.2.2 Boyuna Donatı Koşullar	50
5.2.2.3 Boyuna Donatıların Düzenlenmesi	50
5.2.2.4 Boyuna Donatıların Eklenmesine İlişkin Koşullar	50
5.2.2.5 Enine Donatı Koşulları	51
5.2.3 Boyuna Donatı Hesabı	51
5.2.4 Kesme Güvenliğinin Sağlanması	53
6. ZEMİN KAT VE 1. KAT BETONARME KOLONLARI STATİK VE BETONARME HESABI	57
6.1 Kolonlarda Narinlik Kontrolü	57
6.1.1 Zemin Kat Yanal Yerdeğiştirme Durumunun Belirlenmesi	58
6.1.2 S07 (Zemin) Kolonunda Narinlik Etkisi Kontrolü	59
6.1.3 S01 (Zemin) Kolonunda Narinlik Etkisi Kontrolü	61
6.1.4 1.Kat Yanal Yerdeğiştirme Durumunun Belirlenmesi	63
6.1.5 S07 (1.Kat) Kolonunda Narinlik Etkisi Kontrolü	64
6.2 Zemin ve 1.Kat Kolonlarında Boyuna Donatı Hesabı	65
6.3 TS500 'e Göre Uyulması Gereken Koşullar	69
6.4 A.B.Y.Y.H.Y 'e Göre Uyulması Gereken Koşullar	69
6.4.1 Enkesit Koşulları	70
6.4.2 Boyuna Donatı Koşulları	70
6.4.3 Boyuna Donatıların Düzenlenmesi	70
6.4.4 Enine Donatı Koşulları	71
6.5 Kolonların Kirişlerden Daha Güçlü Olması Kontrolü ve Kolonlarda Kesme Güvenliğinin Sağlanması	75
6.5.1 Kolonların Kirişlerden Güçlü olması Kontrolü (S08 Kolonu)	75
6.5.2 Kolonların Kesme Güvenliği (S08 Kolonu)	77
6.5.3 Kolonların Kirişlerden Güçlü Olması Kontrolü (S07 Kolonu)	81
6.5.4 Kolonların Kesme Güvenliği (S07 Kolonu)	83

7. ZEMİN KAT ÇEKİRDEK PERDELERİNDE HESAP	85
7.1 Enkesit Koşulları	85
7.2 Perde Uç Bölgeleri ve Kritik Perde Yüksekliği	86
7.3 Gövde Donatısı Koşulları	87
7.4 Gövde Donatılarının Düzenlenmesi	88
7.5 Perde Uç Bölgelerinde Donatı Koşulları	88
7.6 Zemin Kat Çekirdek Perdelerinde Donatı Hesabı	90
7.7 Perdelerin Kesme Güvenliği	94
8. RADYE TEMEL TASARIMI	97
8.1 Radye Temel Zımbalama Tahkiki	98
8.2 Zemin Emniyet Gerilmesi Kontrolü	100
8.3 Radye Temel Betonarme Hesabı	100
9. SONUÇLAR	104
KAYNAKLAR	108
EKLER	
ÖZGEÇMİŞ	

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 4-1	:Etkin yer ivmesi katsayısı (A_0)	18
Tablo 4-2	:Hareketli yük katılım katsayısı (n)	18
Tablo 4-3	:Bina önem katsayısı (I)	19
Tablo 4-4	:Spektrum karakteristik periyotları	19
Tablo 4-5	:Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R)	20
Tablo 4-6	:Modal analiz sonuçları	23
Tablo 4-7	:X Yönü tepki spektrumu taban tesirleri	26
Tablo 4-8	:Y Yönü tepki spektrumu taban tesirleri	27
Tablo 4-9	:X ve Y Yönü kat kesme kuvvetleri	28
Tablo 4-10	:Zemin kat perde devrilme momentleri	30
Tablo 4-11	:Eşdeğer deprem yükünün uygulanabileceği binalar	33
Tablo 4-12	:X Yönü depremi X Yönü deplasmanları burulma oranları	33
Tablo 4-13	:Y Yönü depremi Y Yönü deplasmanları burulma oranları	33
Tablo 4-14	:Zayıf kat kontrolü	36
Tablo 4-15	:Rijitlik düzensizliği kontrolü	37
Tablo 6-1	:Zemin kat kolon boyuna donatıları	67
Tablo 6-2	:1. kat kolon boyuna donatıları	68
Tablo 6-3	:S08 kolonu üst ucu taşıma momenti kapasitesi	80
Tablo 6-4	:S08 kolonu alt ucu taşıma momenti kapasitesi	80
Tablo 7-1	:Perde boyutları	85
Tablo 7-2	:P1 perdesi kesit tesirleri	90
Tablo 7-3	:P2 perdesi kesit tesirleri	91
Tablo 7-4	:P3 perdesi kesit tesirleri	92
Tablo 7-5	:P4 perdesi kesit tesirleri	92
Tablo 7-6	:P5 perdesi kesit tesirleri	93
Tablo 7-7	:P6 perdesi kesit tesirleri	94
Tablo 7-8	:Perde kesme kuvvetleri	95

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1-1 :Yapının üç boyutlu görünüşü	2
Şekil 1-2 : Normal kat planı	3
Şekil 3-1 : Zemin kat döşeme planı	13
Şekil 3-2 : I ve II aksları arasındaki döşeme sisteminde lokal eksen takımı	14
Şekil 3-3 : 7 ve 8 aksları arasındaki döşeme sisteminde lokal eksen takımı	15
Şekil 3-4 : d=15 cm 'lik döşemelerdeki lokal eksen takımı	16
Şekil 4-1 : Normal kat planı	17
Şekil 4-2 : İvme spektrumu	20
Şekil 4-3 : X doğrultusu depreminde X doğrultusunda oluşan kat kesme kuvveti değişimi	28
Şekil 4-4 : Y doğrultusu depreminde Y doğrultusunda oluşan kat kesme kuvveti değişimi	29
Şekil 4-5 : Zemin kat perde yerleşimi	30
Şekil 4-6 : Perde moment yönleri	30
Şekil 4-7 : Burulma düzensizliği	32
Şekil 4-8 : Döşeme süreksizlikleri	34
Şekil 4-9 : Planda çıkıntılar düzensizliği	35
Şekil 4-10 : Taşıyıcı sistem elemanlarının paralel olmaması	35
Şekil 5-1 : Normal kat planı	39
Şekil 5-2 : K225 kirişi	41
Şekil 5-3 : Kirişlerde boyuna donatı düzenlenmesi	43
Şekil 5-4 : Kirişlerde enine donatı düzenlemesi	44
Şekil 5-5 : Kiriş mesnetlerinde kenetlenme	46
Şekil 5-6 : Enine donatı hesabına esas kesme kuvveti	47
Şekil 5-7 : I ve J ucu moment taşıma kapasiteleri	48
Şekil 5-8 : K225 kirişi donatı düzeni	49
Şekil 5-9 : K201-K202-K203 kirişi	50
Şekil 5-10 : I ve J ucu moment taşıma kapasiteleri	54
Şekil 6-1 : S07 kolonu (Zemin kat)	60
Şekil 6-2 : S01 kolonu (Zemin kat)	61
Şekil 6-3 : S07 kolonu (1. kat)	64
Şekil 6-4 : Kolonlarda boyuna donatı sürekliliği	71
Şekil 6-5 : Kolonlarda enine donatı düzeni	74
Şekil 6-6 : Güçlü kolon - Zayıf kiriş	75

Şekil 6-7	: S08 kolonu güçlü kolon-zayıf kiriş kontrolü	76
Şekil 6-8	: Kolonlarda kesme güvenliği	79
Şekil 6-9	: S08 kolonu donatıları	81
Şekil 6-10	: S07 kolonu güçlü kolon-zayıf kiriş kontrolü	81
Şekil 6-11	: S07 kolonu donatıları	83
Şekil 6-12	: Tipik kolon donatı düzenleri	84
Şekil 7-1	: Perdelerde boyuna ve enine donatı düzenlemesi	89
Şekil 7-2	: Zemin kat çekirdek perde donatıları	96
Şekil 8-1	: Radye temel sistemi	98
Şekil 8-2	: Kolon zımbalama çevresi	99

SEMBOL LİSTESİ	
a	:Kolonda veya perde uç bölgesinde etriye kollarının ve/veya çirozların arasındaki yatay uzaklık
a_x, a_y	:X ve Y yönünde plandaki girinti çıkıntı boyu
A	:Kat alanı
A_b	:Kat içindeki boşluk alanları toplamı
A_c	:Kolonun ve perde uç bölgesinin brüt enkesit alanı
A_{ck}	:Sargı donatısının dışından dışına alınan ölçü içinde kalan beton alanı
A_g	:Gerekli donatı alanı
A_o	:Etkin yer ivmesi katsayısı
A_s	:Çekme donatısı kesit alanı
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
A_{sl}	:Kirişte gövde donatısı
A(T)	:Spektral ivme katsayısı
A_{smin}	:Minimum donatı kesit alanı
A_{smax}	:Maximum donatı kesit alanı
∑A_e	:Herhangi bir katta, gözönüne alınan deprem doğrultusunda etkili kesme alanı
∑A_g	:Herhangi bir katta, gözönüne alınan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda perde olarak çalışan taşıyıcı sistem elemanlarının enkesit alanlarının toplamı
∑A_k	:Herhangi bir katta, gözönüne alınan deprem doğrultusuna paralel kargir dolgu duvar alanlarının (kapı ve pencere boşlukları hariç) toplamı
∑A_p	:Binanın tüm katlarının plan alanlarının toplamı
b	:Kiriş genişliği, kolon kesit boyutu, döşeme şerit genişliği
b_k	:Birbirine dik yatay doğrultuların her biri için, kolon veya perde uç bölgesi çekirdeğinin enkesit boyutu (en dıştaki enine donatı eksenleri arasındaki uzaklık)
b_x, b_y	:Zımbalama çevresinin (u _p) "x" ve "y" doğrultularındaki boyutları
b_w	:Kiriş gövde genişliği, perdenin gövde kalınlığı
b_{w1}	:Kirişin birleştiği kolonun kirişe dik boyutu
B_a	:Taşıyıcı sistem elemanının a asal eksenine doğrultusunda tasarıma esas iç kuvvet büyüklüğü

B_{ax}	:Taşıyıcı sistem elemanının a asal eksenine doğrultusunda, x doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğü
B_{ay}	:Taşıyıcı sistem elemanının a asal eksenine doğrultusunda, x'e dik y doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğü
d	:Eğilme elemanlarında faydalı yükseklik
d'	:Basınç donatısı merkezinden ölçülen beton örtüsü
e	:Eğilme düzleminde hesaba katılacak dışmerkezlik
e_{min}	:Minimum dışmerkezlik
e_x, e_y	: "x" ve "y" doğrultularındaki dışmerkezlikler
E	:Deprem etkisi
E_c	:Beton elastisite modülü
f	:Sehim
f_{cd}	:Beton tasarım basınç dayanımı
f_{ck}	:Beton karakteristik basınç dayanımı
f_{ctk}	:Beton karakteristik aksenal çekme dayanımı
f_{ctd}	:Beton tasarım aksenal çekme dayanımı
f_{ctk}	:Beton karakteristik aksenal çekme dayanımı
f_{yd}	:Boyuna donatı tasarım akma dayanımı
f_{yk}	:Boyuna donatı karakteristik akma dayanımı
f_{ywd}	:Enine donatı tasarım akma dayanımı
F_a	:Zımbalama çevresinin (u _p) içinde kalan plak yüklerinin toplamı
F_x	: X yönünde oluşan kesme kuvveti
F_y	: Y yönünde oluşan kesme kuvveti
g_i	:Binanın i'inci katındaki toplam sabit yük
G	:Kalıcı yük etkisi
h	:Döşeme kalınlığı, eleman yüksekliği, kiriş toplam yüksekliği, kolonun eğilme düzlemindeki kesit boyutu
hf	:Döşeme kalınlığı
h_k	:Kiriş yüksekliği
H_{cr}	:Kritik perde yüksekliği
H_w	:Temel üstünden veya zemin kat döşemesinden itibaren ölçülen toplam perde yüksekliği
i	:Eylemsizlik yarıçapı
I	:Eylemsizlik momenti
I	:Bina önem katsayısı
k	:Döşeme için moment katsayısı, burkulma boyu katsayısı
k_s	:Donatı hesabına esas katsayı
k_v	:Zemin düşey yatak katsayısı
K	:Donatı hesabına esas katsayı
l	:Hesap açıklığı
l_b	:Kenetlenme boyu
l_k	:Kolon etkili (burkulma) boyu

l_1	:Döşemenin uzun doğrultuda , mesnet eksenleri arasında kalan açıklığı
l_n	:Kolonun kirişler arasında arasında kalan serbest yüksekliği, kirişin kolon veya perde yüzleri arasında kalan serbest açıklığı
l_s	:Döşemenin kısa doğrultuda , mesnet eksenleri arasında kalan açıklığı
l_w	:Perdenin veya bağ kirişli perde parçasının plandaki uzunluğu
l_u	:Perde uç bölgesi uzunluğu
L_x, L_y	:Binanın plandaki X ve Y yönü boyu
M	:Binanın toplam kütlesi
M_a	:Kolonun serbest yüksekliğinin alt ucunda, kolon kesme kuvvetinin hesabında esas alınan moment
M_d	:Tasarım eğilme momenti
$M_{\bar{u}}$:Kolonun serbest yüksekliğinin üst ucunda, kolon kesme kuvvetinin hesabında esas alınan moment
M_x	:X yönü momenti
M_y	:Y yönü momenti
M_{pa}	:Kolonun serbest yüksekliğinin alt ucunda f_{ck} , f_{yk} ve çeliğin pekleşmesi dikkate alınarak hesaplanan pekleşmeli taşıma gücü momenti
M_{pi}	:Kirişin sol ucu i'deki kolon yüzünde f_{ck} , f_{yk} ve çeliğin pekleşmesi gözönüne alınarak hesaplanan pozitif yada negatif pekleşmeli taşıma gücü momenti
M_{pj}	: Kirişin sağ ucu j'deki kolon yüzünde f_{ck} , f_{yk} ve çeliğin pekleşmesi gözönüne alınarak hesaplanan negatif veya pozitif pekleşmeli taşıma gücü momenti
$M_{p\bar{u}}$:Kolonun serbest yüksekliğinin üst ucunda f_{ck} , f_{yk} ve çeliğin pekleşmesi gözönüne alınarak hesaplanan pekleşmeli taşıma gücü momenti
M_r	:Taşıma gücü momenti
M_{ra}	:Kolonun veya perdenin serbest yüksekliğinin alt ucunda f_{cd} ve f_{yd} 'ye göre hesaplanan taşıma gücü momenti
M_{ri}	:Kirişin sol ucu i'deki kolon veya perde yüzünde f_{cd} ve f_{yd} 'ye göre hesaplanan pozitif veya negatif taşıma gücü momenti
M_{rj}	:Kirişin sağ ucu j'deki kolon veya perde yüzünde f_{cd} ve f_{yd} 'ye göre hesaplanan negatif veya pozitif taşıma gücü momenti
$M_{r\bar{u}}$:Kolonun veya perdenin serbest yüksekliğinin üst ucunda f_{cd} ve f_{yd} 'ye göre hesaplanan taşıma gücü momenti
M_1, M_2	:Lokal eksenler etrafında döndüren eğilme momentleri
$\sum M_p$:Düğüm noktasına birleşen kirişlerin pekleşmeli taşıma gücü momentlerinin toplamı
n	:Hareketli yük katılım katsayısı
N_d	:Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan eksenel kuvvet
N_{di}	:i'nci kattaki tasarım eksenel yükü

N_{dmax}	:Yük katsayıları kullanılarak,sadece düşey yüklere göre veya düşey yükler ve deprem yüklerine göre hesaplanan eksenel basınç kuvvetlerinin en büyüğü
N_{max}	:En büyük tasarım eksenel yükü
p_d	:Düzgün yayılı döşeme tasarım yükü
q_i	:Binanın i'inci katındaki toplam hareketli yük
q_{sp}	:Zemin tepkisi
Q	:Hareketli yük etkisi
R	:Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
$R_a(T)$:Deprem yükü azaltma katsayısı
s	:Etriye aralığı , döşeme donatı aralığı
s_k	:Sarıma bölgesinde enine donatı aralığı
$S(T)$:Spektrum katsayısı
T	:Binanın doğal titreşim periyodu (s)
T_A, T_B	:Spektrum karakteristik periyotları
T_r, T_s	:Binanın r'inci ve s'inci doğal titreşim periyotları(s)
u_p	:Zımbalama çevresi (yüklenen alana d/2 uzaklıkta)
U_x	:X yönü öteleme kütle katılım oranı
U_y	:Y yönü öteleme kütle katılım oranı
V_c	:Betonun kesme dayanımına katkısı
V_d	:Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan kesme kuvveti
V_{dy}	:Kirişin kolon yüzünde düşey yüklerden meydana gelen basit kiriş kesme kuvveti
V_e	:Kolon ve kirişte enine donatı hesabına esas alınan kesme kuvveti
V_{fi}	:i'nci kattaki tasarım kesme kuvveti
V_r	:Kolon, kiriş veya perde kesitinin kesme dayanımı
V_t	:Binaya etkiyen toplam deprem yükü (taban kesme kuvveti)
V_t	:Eşdeğer deprem yükü yönteminde , gözönüne alınan deprem doğrultusunda binaya etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü
V_{tB}	:Mod birleştirme yönteminde, gözönüne alınan deprem doğrultusunda modlara ait katkıların birleştirilmesi ile bulunan bina toplam deprem yükü (taban kesme kuvveti)
W	:Binanın hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı
w_i	:Binanın i'inci katının hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı
α	:Paspayı katsayısı
α_A, α_B	:Kolon ucu dönmesi engelleme katsayıları
α_m	:Süneklik düzeyi yüksek perdelerin tabanında elde edilen eğilme momentleri toplamının,binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam devrilme momentine oranı

α_{min}	:Kolon ucu dönmesi minimum engelleme katsayısı
β	:Mod birleştirme yöntemi ile hesaplanan büyüklüklerin alt sınırlarının belirlenmesi için kullanılan katsayı
ρ	:Kirişte çekme donatısı oranı
ρ'	:Kirişte basınç donatısı oranı
ρ_b	:Kirişte dengeli donatı oranı
ρ_{min}	:Minimum donatı oranı
ρ_{sh}	:Perdede yatay gövde donatılarının perde gövdesi brüt enkesit alanına oranı
ρ_t	:Kolonda toplam boyuna donatı oranı
$\rho_{\bar{u}}$:Kiriş mesnetinde üstteki çekme donatısı
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
Δ_i	:Binanın i'inci katındaki görelî kat ötelemesi
$(\Delta_i)_{max}$:Binanın i'inci katındaki maksimum görelî kat ötelemesi
$(\Delta_i)_{ort}$: Binanın i'inci katındaki ortalama görelî kat ötelemesi
φ	:Duraylılık (Stabilite) göstergesi
γ	:Zımbalamada eğilme etkisini yansıtan katsayı
σ_z	:Zemin emniyet gerilmesi

ON İKİ KATLI BETONARME BİR YAPININ TAŞIYICI SİSTEMİNİN PROJELENDİRİLMESİ

ÖZET

Bu tez çalışmasında 12 katlı betonarme bir yapının taşıyıcı sisteminin yatay ve düşey yükler altında statik ve betonarme hesapları ve ilgili çizimleri yapılmıştır.

Yapının taşıyıcı sistemi orta kısımda çekirdek perde ve betonarme çerçevelerden meydana gelmektedir. Yapı, iki bodrum kat, zemin kat ve dokuz normal kattan oluşmaktadır. Bodrum katlar 3,2 m, zemin kat 4,50 m, normal katlar ise 3,50 m dir.

Yapı, birinci derece deprem bölgesinde ve Z2 sınıfı zemin üzerinde yer almaktadır. Yapıda malzeme olarak C20 kalitesinde beton ve S420 kalitesinde betonarme çeliği kullanılmıştır. Zemin emniyet gerilmesi 250 kN/m^2 , zemin düşey yatak katsayısı 50000 kN/m^3 alınmıştır.

Bodrum katlar, çepeçevre betonarme perdelerle teşkil edilmiştir. Yapının döşeme sistemi yüksek ve sık kirişler arasında yer alan tek doğrultuda çalışan döşemeler ve çekirdek perde etrafında değişik geometride çift doğrultuda çalışan döşemelerden oluşmuştur. Yapıda uzunluğu 10 m'yi bulan yüksek kiriş sistemi kullanılmıştır. Yatay yükler ortada yer alan çekirdek perde ve çerçevelerle ortak olarak taşınmaktadır.

Yapının taşıyıcı sisteminin çözümü üç boyutlu olarak ETABS v7.18 ile yapılmıştır. Modelde kolon ve kirişler çubuk eleman, döşemeler levha, temel ve perdeler ise kabuk eleman olarak tanımlanmıştır. Temel sistemi kirişsiz radye olarak seçilmiştir. Temel sistemi zemin düşey yatak katsayısından hareketle bulunan çökme yayları tanımlanarak modellenmiştir.

Taşıyıcı sistemin boyutlandırılmasında düşey ve yatay yüklerin uygun kombinasyonları ayrı ayrı düşünülmüştür. Yatay yüklere göre hesap "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik" kurallarına göre yapılmıştır. Taşıyıcı elemanların betonarme hesaplarında "Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları"(TS500) ile verilen kurallar uygulanmıştır.

Yapı ile ilgili çizimler aşağıdaki sıra ile verilmiştir.

- Bodrum kat kalıp planı
- Zemin kat kalıp planı
- Kesitler
- Zemin kat kiriş donatı detayları

- Zemin ve birinci kat kolon donatı detayları
- Zemin kat perde donatı detayları
- Radye temel donatı detayları

DESIGN OF A REINFORCED CONCRETE STRUCTURE HAVING TWELVE STORIES

SUMMARY

In the present thesis, analysis and design of a building having a reinforced concrete structural system having twelve stories have been carried out under lateral and vertical loads.

The structural system of the building is composed of reinforced concrete shear core and frame system. The building consists of two basement stories with a height of 3.2m, a ground story with a height of 4.5m and nine normal stories with a height of 3.5m.

The structure is assumed to be in the earthquake zone of the first degree and located on a Z2 class soil. In the design of the structural system the concrete grade C20 and the reinforced steel grade S420 are assumed. Furthermore allowable soil stress is assumed to be 250 kN/m^2 and vertical spring coefficient of ground is taken as 50000 kN/m^3 .

Reinforced concrete walls surround the basement floors. The floor system of the structure consists of one-way slabs lying in between closely spaced and high beams and two-way slabs having various forms. The beams are about 10m lengths and 1m heights. Shear walls and frame system carry lateral loads together.

The structural program ETABS v7.18 is used for the analysis of structural system. While modeling the system, columns and beams are defined as frame, slabs are defined as membrane, and foundation and walls are defined as shell elements. The foundation system is chosen as mat foundation and analyzed as a plate subjected to loads from the columns and the walls. It is assumed to be supported by elastic springs.

While designing the structural system, appropriate load combinations of vertical and lateral loads are applied separately to the system. Analysis of the system under the lateral loads is carried out by the guide of “Specifications for Structures to be Built in Disaster Areas” (Turkish Earthquake Code). Static analysis of the structural elements is made by using “Requirements for Design and Construction of Reinforced Concrete Structures” (TS500).

Drawings are given in the following order:

- Basement floor formwork and reinforcement plan

- Ground floor formwork and reinforcement plan
- Vertical sections
- Reinforcement details of beams in the ground floor
- Reinforcement details of columns in the ground and first floor.
- Reinforcement details of shear walls in the ground floor
- Reinforcement details of mat foundation

BÖLÜM-1 GİRİŞ

Sunulan bu çalışmada geometrisi bakımından alışlagelmiş simetrik yapıların dışında olan bir betonarme yapının TS500 ve Deprem Yönetmeliği'ne göre detaylı olarak boyutlandırılması amaçlanmıştır. Bu boyutlandırmanın sonunda betonarme yapılar ile ilgili olarak boyutlamada önemle üzerinde durulması gereken bazı noktalarda değinilmiştir.

Yapı iki bodrum+ bir zemin ve dokuz normal kattan oluşmuş taşıyıcı sistemi betonarme çerçeve+perde olan bir betonarme yapıdır (Şekil 1-1). Kalıp planında da görüldüğü gibi (Şekil 1-2) taşıyıcı sistem ortada merdiven boşlukları ve asansör kovalarının yer aldığı çekirdek perde ve çerçevelerden oluşmuştur. Üç blok olarak tanımlayacağımız bölümlerde uzunluğu 10 m yi bulan sık ve derin kirişleme sisteminin kullanıldığı gözlenmektedir. Döşeme sistemi olarak bu sık kirişlerin arasında yer alan tek doğrultuda çalışan döşemeler ve değişik geometride çift doğrultuda çalışan döşemeler görülmektedir.

Yapı hakkındaki bilgilere daha detaylı olarak bakılacak olursa;

- Yapı iki bodrum+ bir zemin ve dokuz normal kattan oluşan 12 katlı betonarme bir yapıdır. Toplam yapı yüksekliği: 42,40 m'dir.
- Kat yükseklikleri:
Bodrum katlar:3,20 m
Zemin kat :4,50 m
Normal katlar:3,50 m
- Yapının yaklaşık olarak kat alanı 882 m²'dir.
- Yapı I. Derece Deprem Bölgesinde olup $A_0=0,40$ alınmıştır.
- Yapı Z2 sınıfı zemin üzerinde yer almaktadır. Zemin karakteristik periyotları $T_A=0,15$ s $T_B=0,40$ s olarak kabul edilmiştir

- Yapının üzerinde bulunduğu zemin için
Zemin emniyet gerilmesi $\sigma_z=250 \text{ kN/m}^2$
Düşey yatak katsayısı $k_v=50000 \text{ kN/m}^3$ olarak verilmiştir.
- Yapı büro + işyeri kullanım amacına hizmet edecek olup,
Hareketli yük katılım katsayısı $n=0,30$
Bina önem katsayısı ise $I=1,0$ alınmıştır.
- Kullanılan temel sistemi 1,20m kalınlığında radye temeldir.

İkinci bölümde düşey yük analizi ve ön boyutlandırma çalışması yapılmıştır. Kalıp planında da görülen tek doğrultuda çalışan döşemeler için 12cm kalınlık diğer döşemelerde ise 15cm kalınlık kullanılmıştır. Uzunluğu 10m yi bulan tali kirişler içinde yaklaşık bir çözümlenme yapılmış, donatı ve sehime açısından uygun olarak 0,25mx0,90m seçilmiştir.

Bu tali kirişlerdeki sehime bakılacak olursa 0,008 m civarında olduğu görülür ki bu da sınır değer olarak kabul edilebilecek 1/300 'ün çok altındadır.

Kolonları uzun doğrultuda birbirine bağlayan kirişler 0,30mx0,90m bu kirişlerin oturduğu ana kirişler ise 0,40mx0,90m olarak seçilmiştir.

Perdeler için yapılan ön boyutlama çalışmaları tamamen Deprem Yönetmeliği'ne göre yapılmıştır. Kritik perde yüksekliği olarak tüm perdeler için ortak olarak 6,80 m bulunmuştur.

Buradan hareketle zemin ve birinci katta bulunan perdelerde kritik perde kuralları uygulanmıştır. Kritik perde kuralları birinci ve ikinci bodrum katlarda da aynen uygulanmış olup perde kalınlığı 0,40m seçilmiştir. Birinci ve ikinci katta 0,30m lik perde kalınlığı uygulanmış daha sonraki katlarda ise perdeler 0,25m olarak seçilmiştir.

Üçüncü bölümde zemin kattaki döşemelerin hesabı 3 boyutlu modelden ayrı olarak oluşturulan bir sonlu eleman ağı kullanılarak yapılmıştır. Yapı kirişli döşemeye sahip olduğundan ve deprem yüklerinin düşey taşıyıcı elemanlara aktarılmasında herhangi bir sorun olmadığından, döşeme analizi sadece düşey yükler altında yapılmış olup deprem yüklerinin etkisi ihmal edilmiştir.

Yapılan bu sonlu eleman analizindeki kesit tesiri eşdeğer diyagramlarına göre kesitler donatılmıştır.

Dördüncü bölümde yapının yatay yüklere göre hesabı ve yapısal düzensizlikler incelenmiştir. İlk olarak Deprem Yönetmeliği'ne göre yapının deprem hesabına esas olan yapı ve zemin karakteristikleri yönetmelik çerçevesinde belirlenmiştir. Taşıyıcı sistem davranış katsayısı olarak $R=7$ seçilmiş, daha sonra bu seçimin doğruluğu perde taban momentlerinin toplam devrilme momentine oranı olarak ifade edilen α_m katsayısının 0,75 den küçük kalması kontrolü ile yapılmıştır. Yapının, yatay yük analizinde X ve Y doğrultularını temsil edebilecek derecede yüksek kütle katılım oranına sahip modlara karşı gelen periyotlar yapının X ve Y doğrultusu karakteristik periyotları olarak kullanılmıştır.

Yapının, modal analizi sonucu bulunan taban kesme kuvveti değerleri Deprem Yönetmeliği'ne göre bulunan eşdeğer deprem yükü yöntemiyle hesaplanan toplam taban kesme kuvveti değerine uygun katsayılarla çarpılarak çekilmiştir.

Yapının, yatay ve düşey yük analizinde ETABS v7.18 kullanılmıştır. Hazırlanan bilgisayar modelinde kolon ve kirişler çubuk elemanlarla perdeler ise kabuk elemanlarla tariflenmiştir. Döşemeler ise levha elemanlarla modellenmiş olup herhangi bir hareket kısıtlaması tanımlanmamıştır. Düşey yüklerin ilgili elemanlara aktarımı ETABS v 7.18 tarafından otomatik olarak yapılmıştır. Yatay yük hesabından sonra yapısal düzensizlikler ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Beşinci bölümde zemin kat ± 0.00 kotu betonarme kirişleri hesabı TS500 ve Deprem Yönetmeliği'ne göre yapılmıştır. Yapıdaki simetri nedeniyle kat içinde bulunan farklı kirişlerin statik ve betonarme hesabı yapılmış olup benzeyen kirişlerde aynı donatılar kullanılmıştır. Yapıdaki taşıyıcı sistem elemanların asal eksen doğrultuları deprem doğrultularına paralel olmadığından hesaplarda diğer doğrultudaki deprem etkisinde %30 oranında gözetilmiştir.

Boyutlamada kullanılan yükleme kombinasyonları aşağıda görülmektedir.

BET 1:1,4G+1,6Q

BET 2:1,0G+1,0Q \pm 1,0E_x

BET 3: 1,0G+1,0Q \pm 1,0E_y

BET 4:1,0G \pm 1,0Q+ASAL₁

BET 5:1,0G+1,0Q \pm ASAL₂

BET 6:0,9G \pm ASAL₁

BET 7:10,9G \pm ASAL₂

$$\text{BET } 8:0,9G \pm 1,0E_x$$

$$\text{BET } 9:0,9G \pm 1,0E_y$$

$$\text{ASAL}_1:1,0E_x \pm 0,30E_y$$

$$\text{ASAL}_2:0,30E_x \pm 1,0E_y$$

Kirişlerin boyutları ve donatı düzenlemeleri Deprem Yönetmeliği'ne göre kontrol edilmiş , özellikle sünek kiriş tasarımında dikkat ile üzerinde durulması gereken ve uygulamada çoğu defa gözardı edilen kirişlerde kesme güvenliğinin mevcut boyuna donatıların pekleşmeli taşıma gücünden hareketle bulunması kuralı aynen uygulanmıştır. Bu kuralın özellikle kısa boylu ve yoğun donatılı kirişlerde ki enine donatı hesabında önemle gözetilmesi gerektiği görülmüştür. Ayrıntılı olarak hesabı verilen kirişlerin dışındaki diğer kirişler her türlü bilgi tablo halinde eklerde sunulmuştur.

Altıncı bölümde zemin kat ve birinci kat kolonlarının statik ve betonarme hesapları verilmiştir. İlk olarak her iki katta da narinlik kontrolleri en elverişsiz kolonlar için yapılmıştır. Katların yanal yerdeğiştirme durumlarının belirlenmesi için TS500 (7.13) ile verilen ifadeden yararlanılmıştır. Narinlik etkisinin kolonlarda ihmal edilebileceği anlaşıldıktan sonra her iki katın kolonlarının betonarme hesabı en elverişsiz yükleme kombinasyonu değerleri için yapılmıştır. Bu hesaplar eksenel kuvvet ve iki yönlü eğilme etkisindeki elemanlar için verilen taşıma gücü formüllerinin yardımıyla hazırlanan bir bilgisayar programı sayesinde yapılmıştır.[8] Zemin katta en elverişsiz düğüm noktalarında güçlü kolon zayıf kiriş kontrolleri yapılmış ve buradan hareketle hesaplanan kesme kuvvetine göre kolonların enine donatısı hesaplanmıştır.

Yedinci bölümde zemin katta bulunan çekirdek perdelerin statik ve betonarme hesabı yapılmıştır. Perdeler kabuk eleman olarak modellenmiş olup boyutlamaya esas olan kesit tesirleri ETABS v 7.18 den alınmıştır. Perdeler için tabanda kesim yapılarak kendi düzlemleri içindeki kuvvetlerin taban orta noktaya göre momentleri bulunmuştur. P6 perdesi başlık bölgesi donatılarının daha rahat düzenlenebilmesi için başlık bölgeleri teşkil eden koloncuklar düzenlenmiş perde donatılırken bu kolonlarla birlikte düşünülerek kesit etkileri bulunmuştur. Bütün perdeler için kritik perde yükseklikleri bulunmuş ve tüm perdeler için ortak olarak 6,80 m kritik perde

yüksekliği kabul edilmiştir. Bu kritik perde yüksekliği boyunca Deprem Yönetmeliği'ne göre uyulması gerekli kurallar uygulanmıştır.

Sekizinci bölümde yapının radye temel hesabı yapılmıştır. Radye temelli model ilk modelden ayrı olarak yeniden düzenlenmiş ve bu model üzerinde tekrar yatay yük hesabı yapılmıştır. Yatay yükün ankastre çözüme göre büyük oranda değişmediği gözlenmiştir. Radye temel sonlu eleman analizi sonucu bulunan moment diyagramlarına göre donatılmıştır.

Bu tez çalışmasında kullanılan beton çeliği ve beton ile ilgili malzene karakteristikleri aşağıda verilmiştir.

$$f_{ck}=20 \text{ MPa} \quad (\text{BS20 için})$$

$$f_{cd}=13 \text{ MPa}$$

$$f_{ctd}=1 \text{ MPa}$$

$$f_{yk}=420 \text{ MPa} \quad (\text{BÇIII için})$$

$$f_{yd}=365 \text{ Mpa}$$

Yapı ile ilgili çizimler ekte aşağıdaki sıra ile sunulmuştur.

S01-TML : Temel planı

S02-KLP: Bodrum kat kalıp planı

S03-KLP: Zemin kat kalıp planı

S04-KST: Boykesitler

S05-APL: ± 0.00 , $+4.50$, $+8.00$ kotları arası kolon aplikasyon planı

S06-APL: ± 0.00 , $+4.50$ kotları arası perde aplikasyon planı

S07-KRS: Zemin kat kiriş donatı detayları

S08-KRS: Zemin kat kiriş donatı detayları

S09-KRS: Zemin kat kiriş donatı detayları

S10-KRS: Zemin kat kiriş donatı detayları

BÖLÜM 2 DÜŞEY YÜK ANALİZİ VE ÖN BOYUTLAMA ÇALIŞMASI

2.1 Düşey Yük Analizi

TS498 yönetmeliği çerçevesince belirlenmiş olan düşey yük analizi aşağıda verilmiştir. Yapının tüm katlarında kullanılan plak döşemeler 12cm ve 15cm olarak iki farklı kalınlıktadır .

12 cm 'lik betonarme döşemede:

Betonarme plak (12cm).....	: 3,00 kN/m ²
Mermer kaplama (3cm).....	: 0,84 kN/m ²
Cüruf kumu (5cm).....	: 0,50 kN/m ²
Asma tavan	: 0,50 kN/m ²

$$g=4,84 \text{ kN/m}^2$$

15cm 'lik betonarme döşemede:

Betonarme plak (12cm).....	: 3,75 kN/m ²
Mermer kaplama (3cm).....	: 0,84 kN/m ²
Cüruf kumu (5cm).....	: 0,50 kN/m ²
Asma tavan	: 0,50 kN/m ²

$$g=5,59 \text{ kN/m}^2$$

Büro olarak kullanımı öngörülen yapıda tüm katlarda (+36.00 kotu hariç) hareketli yük değeri olarak $q=5,0 \text{ kN/m}^2$ kullanılmıştır. +36.00 kotunda (çatı katı) hareketli yük değeri olarak ise $q=1,0 \text{ kN/m}^2$ alınmıştır.

Yapının tüm dış hattı boyunca $4,2 \text{ kN/m}^2$ ağırlığında duvar yükü alınmıştır.

2.2 Ön Boyutlama Çalışması

Yapıda kullanılacak kiriş, kolon, perde ve döşemeler için ön boyut değerleri TS500 ve Deprem Yönetmeliği ışığı altında belirlenmiştir.

2.2.1 Tek Doğrultuda Çalışan Döşemeler

12 cm kalınlıklı olan her 3 bölümde de (A,B,C) sık kirişler arasında yer alan döşemeler incelendiğinde; bu tali kirişler arasındaki akstan aksa olan mesafe (en büyüğü) 1,85 m dir. TS500 Madde 11.2.2 de belirtilen tasarım ilkeleri altında herhangi iki komşu açıklığın birbirine oranı 0,8'den büyük ve hareketli yükün kalıcı yüke oranı 2,0'den küçük olduğundan plak momentleri yaklaşık olarak TS500 de verilen katsayılarla hesaplanabilir;

$$M_d = p_d \times l^2 / k \quad (2.1)$$

Kenar iç mesnet için verilen en büyük katsayı olan $k=9$ kullanılırsa

$$M_d = (1,4 \times 4,84 + 1,6 \times 5,0) \times 1,85^2 = 5,62 \text{ kNm/m}$$

$$b = 100 \text{ cm} \quad d = 10,5 \text{ cm} \quad d' = 1,5 \text{ cm}$$

$$K = b \times d^2 / M_d = 100 \times 10,5^2 / 5,62 = 192 \quad k_s = 0,299 \quad A_s = 0,299 \times 56,2 / 10,5 = 1,60 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Hesap sonucu bulunan donatı dengeli donatı altında kalmıştır ve bu donatı için sehim kontrolü yapmaya da gerek yoktur. Ayrıca 12 cm'lik bu tek doğrultuda çalışan döşemeler TS500 de belirtilen minimum kalınlık (80 mm) koşulunu da $12 \text{ cm} > 8 \text{ cm}$ sağlamaktadır. Sehim açısından da yine TS500 de verilen plak kalınlığının serbest açıklığa oranı sürekli döşemelerde $1/25$ den az olamaz kuralı kontrol edilirse;

$$12/185 = 0,0649 > 1/25 = 0,04$$

olduğu görülür. Sonuç olarak tek doğrultuda çalışan döşemelerde TS500 de verilen kurallar sağlanmakta olup kalınlıkları yeterlidir.

2.2.2 Kirişler

10m açıklıklı tali kirişlerde hesap yapılırsa,

$$p_d = 14,776 \text{ kN/m}^2 \quad p_d \times l = 14,776 \times 1,85 = 27,34 \text{ kN/m} \text{ (basit kiriş momenti)}$$

$$M = 27,34 \times 10^2 / 8 = 341,75 \text{ kNm} \quad b = 25 \text{ cm} \text{ ve } h = 90 \text{ cm} \text{ olarak alınır,}$$

$$K = b \times d^2 / M = 25 \times 87,5^2 / 341,75 = 56,007 \quad k_s = 0,317 \quad A_s = 0,317 \times 341,75 / 87,5 = 12,38 \text{ cm}^2$$

Sehim kontrolü aşağıdaki gibi yapılabilir:

$$f = 5/384 \times q \times l^4 / E_c \times I \quad (2.2)$$

$$f=5/384 \times 27,34 \times 10^4 / (28000000 \times 0,0151875)$$

$$f=0,008 \text{ m} < 1/300 = 10/300 = 0,0333 \text{ m}$$
 sehim problemi yoktur.

Sonuç olarak tali kirişler 0,25mx0,90m kolonlar arasında bulunan tali kirişler 0,30mx0,90m ana kirişler ise 0,40mx0,90m boyutunda seçilmiştir.

2.2.3 Kolonlar

Kolonlar en üst kattan başlayarak etkili yük alanları oranında döşemelerden gelen yükler, kiriş zati ve kolon zati ağırlıkları, duvar yükleri düşünülerek bulunan artırılmış normal kuvvetler altında boyutlandırılmıştır. Kolon boyutları kat içinde ve katlar boyunca mümkün olduğu kadar az değişim gösterecek şekilde Deprem Yönetmeliği Madde 7.3.1.2’de verilen kolonun brüt enkesit alanı

$$A_c \geq N_{dmax} / (0.50 f_{ck})$$
 koşuluna göre seçilmiştir.

2.2.4 Perdeler

Yapıda iki bodrum katta çepeçevre rijit bodrum perdelerine sahiptir. Rijit kat olarak adlandırdığımız bu katlarla diğer kısımların farklı değerlendirilmesi gerektiği Deprem Yönetmeliği’nde belirtilmiştir. Yanal toprak itkilerine sahip olan ve iki bodrum ve iki kat boyunca yükselen perdeler 0,25m kalınlığında seçilmiştir. Çekirdek perdelerin kalınlıkları Deprem Yönetmeliği Bölüm 7.6 ya göre belirlenmiştir. Toplam yapı yüksekliği 42,40 m olup rijit bodrum katlar hariç olmak üzere 36,0m dir. Yapımızdaki çekirdek perdeler tabandan yukarıya kadar sürekli olarak devam ettiğinden dolayı $H_w/l_w > 2$ şartını sağlamaktadır. Deprem Yönetmeliği Madde 7.6.2 ye göre kritik perde yüksekliği bulunursa ;

$$\begin{aligned} H_{cr} &\geq l_w & H_{cr} &\geq 6.80m \\ H_{cr} &\geq H_w / 6 & H_{cr} &\geq 36 / 6 = 6.0m \end{aligned} \quad (2.3)$$

Kritik perde yüksekliği H_{cr} bulunurken, kullanılan H_w toplam yapı yüksekliğinin rijit bodrum katlar hariç olduğu görülür. Bunun nedeni rijit katların üst yapıya göre çok daha rijit olmaları sebebiyle yatay yükler altındaki davranışlarının farklı olmasıdır. Alt katlarda çok rijit perdelerin bulunduğu yapılarda yapının ankastre mesnetlenme biçiminde bu katın üzerinde yükseldiğini düşünmek doğru olur. Bu nedenle gerek kritik perde yüksekliğinin bulunmasında (perdelerin en fazla zorlandığı mesnete yakın bölgeler) gerekse de deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T)$ ‘nin bulunmasında

Deprem Yönetmeliği Madde 7.6.2.2 de belirtildiği gibi zemin kat döşemesinden itibaren olan katlar gözönüne alınmalıdır.

Bu halde yapıdaki kritik perde yüksekliği planda en uzun P4 perdesine gözönüne aldığımızda 6,80 m olarak bulunur. Zemin kat ve birinci kat'da kritik perde yüksekliği içinde kalan perde kuralları uygulanacaktır.

Deprem Yönetmeliği Madde 7.6.1.1 'e göre kritik perde yüksekliği içindeki perdelerin kalınlığı kat yüksekliğinin 1/12 'sinden kritik perde yüksekliği dışında kalan katlarda ise kat yüksekliğinin 1/15 'inden az olamaz.

Zemin kat : $450/12=37,5$ cm

Birinci kat : $350/12=29$ cm

Sonuç olarak zemin, birinci ve ikinci kat bodrum katlarda çekirdek perdelerin kalınlığı 0,40m birinci ve ikinci katta 0,30m diğer katlarda 0,25m olarak seçilmiştir.

BÖLÜM-3 ZEMİN KAT DÖŞEMESİ HESABI

Bu bölümde zemin kat döşemesinin statik ve betonarme hesabı TS500'deki kurallar dahilinde yapılmıştır. Üç boyutlu bilgisayar modelinde levha sonlu elemanı ile modellenen döşemeler için bu sonlu elemanın özelliği gereğince kendi düzlemine dik doğrultudaki yükleme altında herhangi bir çözüm veremez. Bu nedenden , döşeme üç boyutlu modelden tamamen ayrı olmak üzere yeniden modellenmiştir. Bu modelde kabuk sonlu elemanı kullanılmıştır. Kabuk elemanlar hem kendi düzleminde hem de kendi düzlemine dik doğrultudaki yükleme durumuna cevap verebilen elemanlardır. Model SAP2000 Version 7.12 ile hazırlanmış olup eleman ağırlıkları program tarafından alınmıştır. Düşey yükler hareketli ve kaplama yükü olarak iki ayrı yük grubuyla verilmiştir. Kirişli plak döşeme sistemi olması itibariyle depremden dolayı oluşan kesit etkileri ihmal edilmiş olup çözüm düşey yükler altında yapılmıştır.

Döşemeler için yük analizi TS498 yönetmeliği çerçevesince belirlenmiş olan düşey yük analizi Bölüm-2'de verilmiştir.

Kullanılan malzeme:

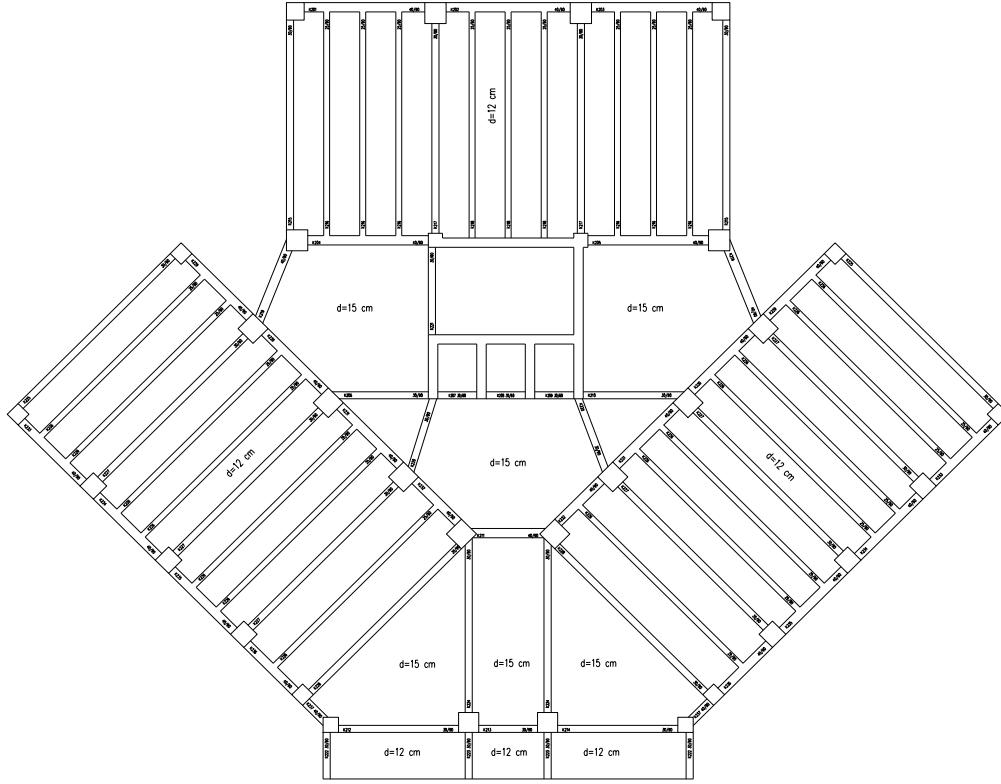
Betonarme Betonu BS20 $f_{ck}=20$ MPa

Betonarme Çeliği BÇIII $f_{yk}=420$ MPa

Yapının üç ana bölümünde sık kirişler arasında kullanılan tek doğrultuda çalışan $d=12$ cm'lik döşemeler, asansör boşluğu çevresi ile ön tarafta ise çift doğrultuda çalışan $d=15$ cm'lik döşeme sistemi kullanılmıştır. Tek doğrultuda çalışan döşemelerle ilgili TS500'deki kurallar incelenirse;

Sık kirişler (0,25mx0,90m) arasında yer alan bir döşeme parçası $l_1=10$ m $l_s=1,882$ m $l_1/l_s=5,313>2$ olduğundan tek doğrultuda çalışan bir döşemedir.

Ayrıca herhangi iki komşu döşemenin açıklıkları oranı 0,8'den küçük olduğu için ve hareketli yükün kalıcı yüke oranının da 2,0'den küçük olduğu durumlarda TS500'de verilen moment katsayıları yöntemi kullanılabilir.



Şekil 3.1 Zemin Kat Döşeme Planı

3.1 Tek doğrultuda çalışan döşemelerde hesap

$$\text{Eğilme momenti } M_d = p_d \cdot l^2 / k \quad (k \text{ moment katsayısı}) \quad (3.1)$$

Sık kirişlerin olduğu bölümlerden birinde bir kesim uygulayıp en büyük hesap açıklığı olan 1,882 m'yi gözönüne alırsak,

$k=9$ (kenar açıklığın iç mesnedi için katsayı)

$$M_d = 14,78 \times 1,882^2 / 9 = 5,82 \text{ kNm/m (58,2tcm/m)}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$d = 10,5 \text{ cm}$$

$$d' = 1,5 \text{ cm}$$

$$K = b \cdot d^2 / M_d = 100 \cdot 10,5^2 / 58,2 = 189,43 \quad k_s = 0,299 \quad A_s = 0,299 \cdot 58,2 / 10,5 = 1,66 \text{ cm}^2/\text{m}$$

TS500'de verilen minimum donatı koşulu ve donatı aralıkları :

$\min \rho = 0,002$ (BÇIII, BÇIV) olmalıdır.

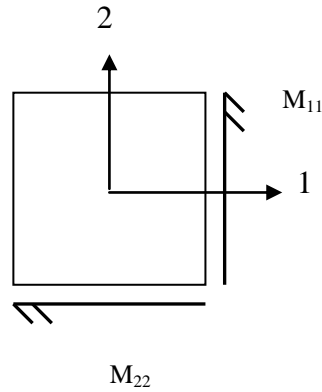
Asal donatı aralığı $< 1,5 \cdot h_f ; 200 \text{ mm}$

$$A_{s \min} = 0,002 \cdot 100 \cdot 10,5 = 2,10 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$s < 1,5 \cdot 12 = 18 \text{ cm}$$

Kısa doğrultusunda konan asal donatıdan ayrı olarak buna dik doğrultuda plak alt yüzünde dağıtma donatısı bulunmalıdır. Tüm kesit esas alınarak hesaplanacak dağıtma donatısı asal donatının 1/5'inden az olamaz. Dağıtma donatısı aralığı 300mm'yi geçemez. Kısa kenar doğrultusundaki kirişlerin üstünde döşeme asal donatısına dik doğrultuda boyuna mesnet donatısı bulundurulmalıdır. Üstte konacak ve her iki tarafa kısa açıklığın 1/4'ü kadar uzatılacak olan bu donatı asal donatının %60'ından az olamaz. Ayrıca en az BÇIII için $\Phi 8/300$ olmalıdır. Sonuç olarak tek doğrultuda çalışan döşemelerde kısa doğrultuda (asal) altta ve üstte $\Phi 8/18$ (2,79 cm^2/m) seçilmiştir.

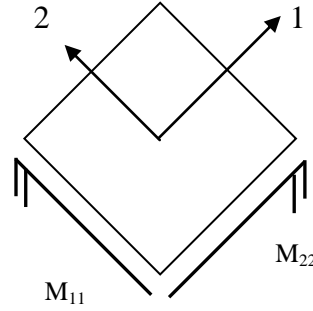
Ek A 'da verilen sonlu eleman modeli moment diyagramlarına bakıldığında da $\Phi 8/18$ donatı ile taşınabilen $M_r \cong 10$ kNm/m momentinin yeterli olduğu görülür. Dağıtma donatısı olan $\Phi 8/30$ (1,68 cm^2) donatı ile taşınacak moment ise yaklaşık olarak 6 kNm'dir. Asal doğrultuya dik olarak yerleştirilen dağıtma donatısı $\Phi 8/30$ (1,68 cm^2/m) ve kısa mesnet donatısı $\Phi 8/30$ (1,68 cm^2/m) olarak düzenlenmiştir. I ve II aksları arasında yer alan yukarı kısımdaki tek doğrultuda çalışan döşeme sistemi için aşağıda lokal eksen takımı gösterilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 I ve II aksı arasındaki döşeme sisteminde lokal eksen takımı

2 doğrultusunda üstte donatı gerektiren M_{22} momenti için $d=15$ cm 'lik döşemeden uzatılan $\Phi 10/18$ donatısı yeterli olmaktadır. Perde üzerinde yerleştirilen $\Phi 8/30$ kısa mesnet donatısında bu bölgede yeterli moment taşıma kapasitesini oluşturmaktadır (üstte çekme).

7 ve 8 aksları arasında yer alan sol alt kısımdaki tek doğrultuda çalışan döşeme sistemi için aşağıda lokal eksen takımı gösterilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 7 ve 8 aksı arasındaki döşeme sisteminde lokal eksen takımı

$\Phi 8/18$ donatı ile taşınabilen $M_r \cong 10$ kNm/m momentinin 2 doğrultusunda donatı gerektiren M_{22} momenti için yeterli olduğu görülür. Dağıtma donatısı olan $\Phi 8/30$ ($1,68 \text{ cm}^2/\text{m}$) donatı ile taşınacak moment ise yaklaşık olarak 6 kNm/m'dir. Asal doğrultuya dik olarak yerleştirilen dağıtma donatısı $\Phi 8/30$ ($1,68 \text{ cm}^2/\text{m}$) Kısa mesnet donatısı $\Phi 8/30$ ($1,68 \text{ cm}^2/\text{m}$) olarak düzenlenmiştir.

7 aksı üzerinde kısa mesnet donatısının bazı bölgelerde yeterli olmadığı buna karşın komşu döşemelerden uzatılan $\Phi 10/18$ donatısının bu bölgelerde yeterli moment taşıma kapasitesini sağladığı görülür. 7 ve 8 aksları arasındaki bu donatı düzeni G ve H aksları arasındaki tek doğrultuda çalışan döşemelerde de aynen uygulanacaktır.

3.2 Çift doğrultuda çalışan döşemelerde hesap

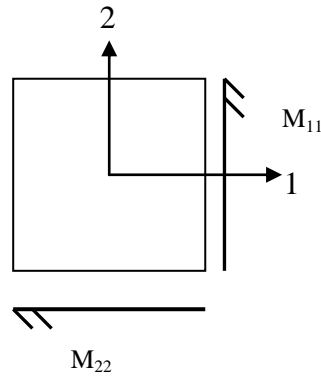
Çift doğrultuda çalışan $d=15$ cm'lik döşemelerde sonlu eleman modeli üzerinde her iki asal doğrultuda moment diyagramları incelenirse;

$\Phi 10/180$ donatı ile taşınabilen $M_r \cong 20$ kNm/m momentinin yeterli olduğu görülür.(altta ve üstte)

M_{11} :1 doğrultusunda kabuk elemanda oluşan birim moment değeri (kNm/m)

M_{22} :2 doğrultusunda kabuk elemanda oluşan birim moment değeri (kNm/m)

Aşağıdaki şekilde $d=15$ cm 'lik döşemelerdeki lokal eksenler ve moment yönleri gösterilmiştir (Şekil 3.7).



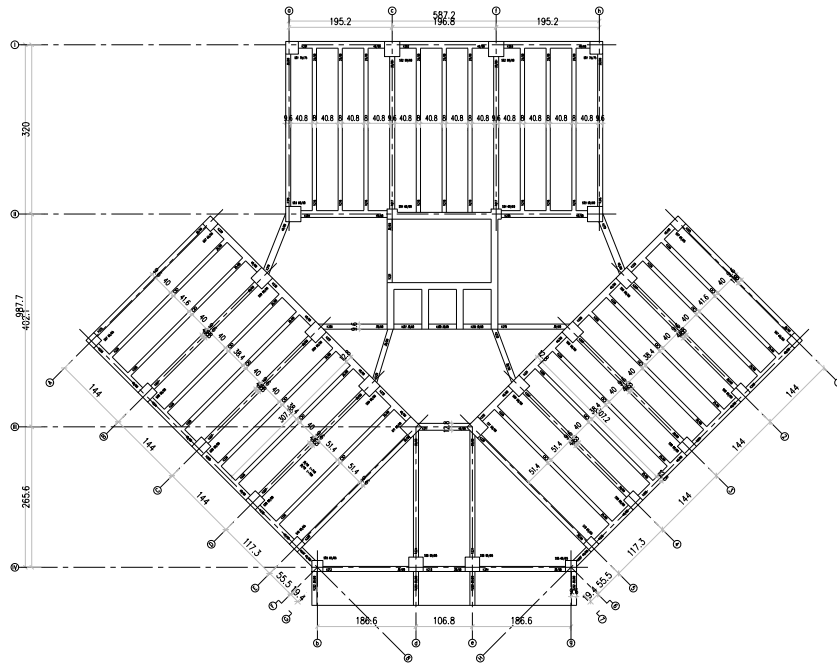
Şekil 3.4 $d=15$ cm'lik döşemelerdeki lokal eksen takımı

BÖLÜM-4 YATAY YÜKLERE GÖRE HESAP VE YAPISAL DÜZENSİZLİKLERİN İNCELENMESİ

4.1 Yatay Yüklere Göre Hesap (Deprem Hesabı)

4.1.1 Yapı Bilgileri Deprem Hesabına Esas Olan Parametreler

Yapı iki bodrum, bir zemin ve dokuz adet normal kattan oluşan 12 katlı betonarme çerçeve+perdeli taşıyıcı sisteme sahip olan bir yapıdır. Bodrum katlar yüksekliği 3,20 m zemin kat yüksekliği 4,50 m ve normal katlar ise 3,50 m yüksekliğindedir. Zemin kat tabanı ± 0.00 kotunda olup iki adet bodrum kat toprak kotunun altında yer almaktadır. Bodrum katları çepeçevre betonarme perdelerle sarılmış olup üst katlara oranla çok daha fazla rijittir. Plandaki genel düzeni Şekil 4-1'de görülmekte olan yapıda yaklaşık kat alanı 882 m²'dir.



Şekil 4-1 Normal Kat Planı

Yapının yatay yük hesabı tamamıyla Deprem Yönetmeliği kurallarına göre yapılmıştır. Yapının yatay yük analizi ile ilgili tüm yapı ve zemin parametreleri bu yönetmelik ışığı altında değerlendirilmiş ve yönetmeliğin uygun gördüğü değerler kullanılmıştır. Yapı üç boyutlu olarak modellenmiş olup yatay yük analizinde hem modal analiz yöntemi hem de eşdeğer deprem yükü yöntemi kullanılmıştır. Her iki yöntemde de elastik deprem yükünün bulunmasında kullanılan Elastik Deprem Yükleri İçin Spektral Katsayısı $A(T)$ %5 sönüm oranı için tasarım ivme spektrumunun yerçekimi ivmesi g 'ye bölünmesine karşı gelen Spektral İvme Katsayısı;

$$A(T)=A_0.I.S(T) \quad (4.1)$$

ile verilir. Etkin yer ivmesi katsayısı adını alan A_0 için değerler Tablo 4-1'de tanımlanmıştır.

Tablo 4-1 Etkin yer ivmesi katsayısı (A_0)

Deprem Bölgesi	A_0
1	0.40
2	0.30
3	0.20
4	0.10

Yapılan kabuller:

- Yapı 1. derece deprem bölgesinde olup $A_0=0,40$ alınmıştır.
- Bina önem katsayısı olan (I) Tablo 4-3'e göre (yapı işyeri ve büro olarak kullanılacaktır) $I=1,00$ alınmıştır.
- Yapının deprem hesabına esas olan kütlelerinin hesabında kullanılacak olan hareketli yük katılım katsayısı Tablo 4-2 'den ($n=0,30$) olarak alınmıştır.

Tablo 4-2 Hareketli yük katılım katsayısı (n)

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

Tablo 4-3 Bina önem katsayısı (I)

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

Denklem (4.1)'de yer alan Spektrum Katsayısı, S(T), yerel zemin koşullarına ve bina doğal periyodu T'ye bağlı olarak denklem (4.2) ile hesaplanacaktır (Şekil 4.2).

$$S(T) = 1 + 1.5 T / T_A \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (4.2a)$$

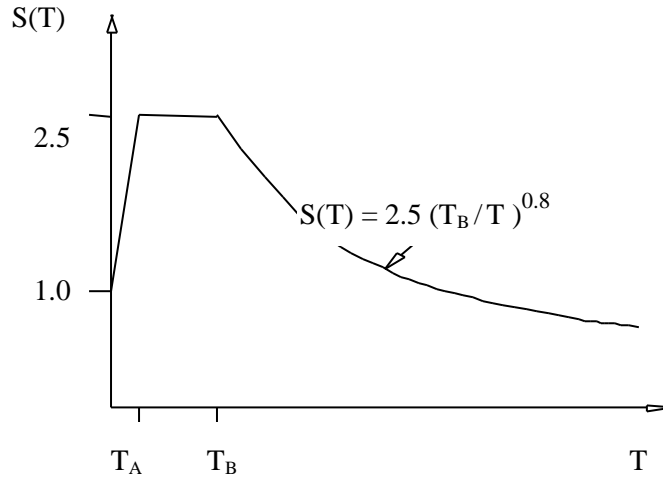
$$S(T) = 2.5 \quad (T_A < T \leq T_B) \quad (4.2b)$$

$$S(T) = 2.5 (T_B / T)^{0.8} \quad (T > T_B) \quad (4.2c)$$

Denklem (4.2)'deki Spektrum Karakteristik Periyotları, T_A ve T_B , yerel zemin sınıflarına bağlı olarak Tablo 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4-4 - Spektrum Karakteristik Periyotları (T_A , T_B)

Deprem Yön. göre Yerel Zemin Sınıfı	T_A (saniye)	T_B (saniye)
Z1	0.10	0.30
Z2	0.15	0.40
Z3	0.15	0.60
Z4	0.20	0.90



Şekil 4.2 İvme Spektrumu

- Yapı Z2 sınıfı zemin üzerinde bulunmaktadır. $T_A=0,15$ ve $T_B=0,40$
- Depremde taşıyıcı sistemin kendine özgü doğrusal elastik olmayan davranışını gözönüne almak üzere denklem (4.1)'de verilen spektral ivme katsayısına göre bulunacak deprem yükleri, aşağıda tanımlanan Deprem Yüğü Azaltma Katsayısına bölünecektir.

$$R_a(T) = 1.5 + (R - 1.5) T / T_A \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (4.3a)$$

$$R_a(T) = R \quad (T > T_A) \quad (4.3b)$$

Taşıyıcı sistem davranış katsayısı R ile ilgili değerler Tablo 6-5'de verilmiştir.

Tablo 4-5 Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R)

BİNA TAŞIYICI SİSTEMİ	Süneklik Düzeyi Normal Sistemler	Süneklik Düzeyi Yüksek Sistemler
(1) YERİNDE DÖKME BETONARME BİNALAR		
(1.1) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar.....	4	8
(1.2) Deprem yüklerinin tamamının bağ kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı binalar.....	4	7
(1.3) Deprem yüklerinin tamamının boşluksuz perdelerle taşındığı binalar.....	4	6
(1.4) Deprem yüklerinin çerçeveler ile boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar....	4	7

Taşıyıcı sistem davranış katsayısı olarak $R=7$ (deprem yüklerinin çerçeveler ile boşluksuz perdelerle birlikte taşındığı binalar) seçilmiştir. Süneklik düzeyi yüksek olarak tasarlanan yapıda $R=7$ katsayısının kullanılabilmesi için gerekli aşağıda verilen koşullara olan uygunluk kontrol edilmiştir. Deprem yüklerinin süneklik düzeyi yüksek boşluksuz (bağ kirişsiz) betonarme perdeler ile süneklik düzeyi yüksek betonarme veya çelik çerçeveler tarafından birlikte taşındığı binalara ilişkin koşullar aşağıda verilmiştir.

- Bu tür sistemlerde Tablo 4-5'te verilen $R=7$ katsayısının kullanılabilmesi için, boşluksuz perdelerin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen eğilme momentlerinin toplamı, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam devrilme momentinin %75'inden daha fazla olmayacaktır ($\alpha_M \leq 0.75$).
- Yukarıdaki koşulun sağlanamaması durumunda, $0.75 < \alpha_M \leq 1.0$ aralığında kullanılacak R katsayısı, $R = 10 - 4\alpha_M$ bağıntısı ile belirlenecektir.

4.1.2 Modal Analiz İle Yatay Yüklerin Hesabı

Buraya kadar verilen yatay yük hesabına esas olan yapı ve zemin parametreleri ışığı altında yapının üç boyutlu olarak deprem hesabı ETABS v7.18 ile yapılmıştır. Hazırlanan bilgisayar modelinde kolon ve kirişler çubuk eleman olarak tariflenmiş olup uç kısımlarında herhangi bir rijit bölge tanımlaması yapılmamıştır. Çekirdek ve bodrum kat perdeleri tamamı ile kabuk elemanlarla modellenmiştir. Bu kabuk elemanlar hem kendi düzlemlerine dik hem de kendi düzlemleri içindeki yüklemelere cevap verebilen serbestliklere sahip elemanlardır. Bilgisayar modelinde döşemeler büyük levha elemanlar olarak girilmiştir. Bu levha elemanlar ise sadece kendi düzlemi içindeki yüklemeye cevap verebilen elemanlardır. Kabuk elemanlarda olduğu gibi düşey yükleri aktarma özelliği olmayan bu elemanlarda döşeme düzlemi içindeki büyük eğilme rijitliğini yansıtması açısından herhangi bir problem yoktur. Kalınlıkları ve her türlü malzeme özellikleri ile modelde var olan bu elemanlardan dolayı döşeme düzleminde meydana gelecek olan rijit cisim hareketini tarifleyebilmek için herhangi özel bir hareket tanımlamasına gerek görülmemiştir.

Levha elemanlarla tariflenen döşemeler üzerindeki sabit ve hareketli yükleri sistemi aktarılması yük etki alanları yöntemi ile ETABS v7.18 tarafından otomatik olarak yapılmıştır. Hazırlanan bu modeldeki yük aktarımının doğruluğu SAP2000 yapısal analiz programı ile de gerçekleştirilmiştir.

Yatay yüklere göre hesap programa girilen Deprem Yönetmeliği göre göre tariflenen tepki spektrumu ile modal analiz yöntemi kullanılarak yapılmıştır.

Yapının modal analiz sonuçları gözlemlendiğinde Deprem Yönetmeliği Madde 6.8.4 ile verilen mod katkılarının birleştirilmesi bahsindeki kurallara uygun olarak mod katkıları tam karesel birleştirme yöntemi ile birleştirilmiştir.

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

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

Modal analiz için yeterli mod sayısını belirlenmesinde Deprem Yönetmeliği Madde 6.8.3 ile verilen kural uyularak toplam 50 mod gözüne alınmıştır.

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

Modal analiz sonuçları Tablo 4-6'da verilmiştir. Bu tabloda,
(U_x:Herhangi bir moda ait X yönü etkin kütle katılım oranı)
(U_y:Herhangi bir moda ait Y yönü etkin kütle katılım oranı)

Tablo 4-6 Modal Analiz Sonuçları

Mod	Periyot	UX	UY	Top(UX)	Top(UY)
1	1,07321	3,0851	11,4012	3,0851	11,4012
2	0,901757	8,0355	49,6401	11,1206	61,0413
3	0,877969	52,4719	3,6837	63,5924	64,725
4	0,409126	1,4499	0,8803	65,0424	65,6054
5	0,290411	2,9935	10,7059	68,0359	76,3113
6	0,259962	9,8046	2,4085	77,8405	78,7197
7	0,229837	0,6435	0,1728	78,484	78,8925
8	0,170256	0,0813	0,1274	78,5652	79,0199
9	0,157326	1,3558	2,9838	79,921	82,0037
10	0,135991	2,6234	1,2626	82,5444	83,2663
11	0,127385	0,0153	0,0017	82,5597	83,2681
12	0,111629	0,5371	1,0054	83,0969	84,2734
13	0,106973	0,2702	0,0156	83,367	84,289
14	0,101748	0,0618	0,0724	83,4288	84,3614
15	0,10145	0,094	0,0988	83,5228	84,4602
16	0,098285	0,5544	0,0877	84,0772	84,5479
17	0,097978	0,0002	0,0002	84,0774	84,5481
18	0,097846	0,0317	0,0005	84,1091	84,5486
19	0,097121	0,3553	0,6634	84,4644	85,212
20	0,088382	0,5485	0,47	85,0129	85,682
21	0,079426	0,3171	0,7101	85,33	86,3921
22	0,078894	0,0271	0,0002	85,3571	86,3922
23	0,077054	0,4433	0,1584	85,8004	86,5506
24	0,070608	0,1477	0,3788	85,948	86,9294
25	0,069221	0,2558	0,1335	86,2038	87,0629
26	0,06766	0,0232	0,0057	86,2271	87,0686
27	0,065696	0,1227	0,0253	86,3497	87,0939
28	0,065174	0,3984	0,3619	86,7482	87,4558
29	0,064562	0,1279	0,206	86,8761	87,6618
30	0,063939	0,0018	0,0019	86,878	87,6636
31	0,062979	0,0689	0	86,9468	87,6637
32	0,061735	0,2341	0,6763	87,1809	88,34
33	0,061083	0,0008	0,0176	87,1817	88,3576
34	0,060665	0,0422	0,0002	87,224	88,3579
35	0,058952	0,0104	0,0783	87,2344	88,4362
36	0,058622	0,0363	0,0097	87,2707	88,4459
37	0,057123	0,0196	0,3618	87,2903	88,8078
38	0,055886	0,186	0,0375	87,4763	88,8453
39	0,055189	0,705	0,5915	88,1813	89,4367
40	0,05403	0,3862	0,5536	88,5676	89,9903
41	0,052981	0,4462	0,0306	89,0138	90,0209
42	0,052602	0,1025	0,1405	89,1163	90,1614
43	0,051333	0,1735	1,128	89,2898	91,2894
44	0,050928	0,0135	0,0178	89,3033	91,3072
45	0,049927	2,2252	0,1791	91,5285	91,4863
46	0,049633	0,7883	0,0556	92,3168	91,5419
47	0,048965	0,3443	0,9207	92,6611	92,4626
48	0,048498	0,2315	0,7422	92,8926	93,2048
49	0,047782	0,0026	0,0229	92,8951	93,2277
50	0,047044	0,0609	0,2118	92,956	93,4395

Modal analiz sonucu bulunan tepki spektrumu taban tesirleri Deprem Yönetmeliği Madde 6.8.5 ile verilen altsınır değerine göre($\beta=1.00$) eşdeğer deprem yükü ile verilen toplam taban kesme kuvveti değerine ilgili artırım katsayıları ile çekilmiştir. Bundan sonraki tüm boyutlamaya esas kesit etkilerinde bu artırılmış değerler kullanılmıştır.

6.8.5 Gözönüne alınan deprem doğrultusunda, 6.8.4'e göre birleştirilerek elde edilen bina toplam deprem yükü V_{tB} 'nin, Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi'nde Denk.6.4'ten hesaplanan bina toplam deprem yükü V_t 'ye oranının aşağıda tanımlanan β değerinden küçük olması durumunda ($V_{tB} < \beta V_t$), Mod Birleştirme Yöntemi'ne göre bulunan tüm iç kuvvet ve yerdeğiştirme büyüklükleri, denklem (4.4)'e göre büyütülecektir.

$$B_D = (\beta V_t / V_{tB}) B_B \quad (4.4)$$

A1, B2 veya B3 türü düzensizliklerden en az birinin binada bulunması durumunda denklem(4.4)'de $\beta=1.00$, bu düzensizliklerden hiçbirinin bulunmaması durumunda ise $\beta=0.90$ alınacaktır.

4.1.3 Eşdeğer Deprem Yüküne Göre Yatay Yük Hesabı

Gözönüne alınan deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen Toplam Eşdeğer Deprem Yükü (taban kesme kuvveti), V_t , denklem (4.5) ile belirlenecektir:

$$V_t = W A(T_1) / R_a(T_1) \geq 0.10 A_o I W \quad (4.5)$$

Denklem (4.5)'te yer alan ve binanın deprem sırasındaki toplam ağırlığı olarak gözönüne alınacak olan W , denklem (4.6) ile belirlenecektir.

$$W = \sum_{i=1}^N w_i \quad (4.6)$$

Denklem (4.6)'teki w_i kat ağırlıkları ise denklem (4.7) ile hesaplanacaktır.

$$w_i = g_i + n q_i \quad (4.7)$$

Denklem (4.7)'da yer alan Hareketli Yük Katılım Katsayısı, n , Tablo 4-2'de verilmiştir.

- Yapının ETABS v7.18'den doğrudan hesaplanan ağırlığı

$$\sum M = 15224,37 \text{ kN.sn}^2/\text{m} \quad \sum W = 15224,37.9,81 = 149351 \text{ kN 'dur.}$$

Yapının modal analiz sonuçları incelendiğinde eşdeğer deprem yükü ile toplam taban kesme kuvvetinin hesaplamasında kullanılması gereken X ve Y doğrultusu karakteristik öteleme periyotlarının yapının X ve Y doğrultusundaki hareketini en iyi temsil eden (içinde barındıran)

$$T_x=0,878 \text{ s (3. Mod)}$$

$$T_y=0,902 \text{ s (2. Mod)}$$

olduğu görülür. Bu periyotlar ve denklem (4.2) yardımı ile,

$$S(T_x) = 2.5 (0,40 / 0,878)^{0.8} = 1,333 \quad \text{“X doğrultusu Spektrum katsayısı”}$$

$$S(T_y) = 2.5 (0,40 / 0,902)^{0.8} = 1,304 \quad \text{“Y doğrultusu Spektrum katsayısı”}$$

Denklem (4.5)‘den

$$V_{tx} = 149351.0,40.1,333.1,0 / 7 = 11376,3 \text{ kN} \geq 0.10 A_o I W = 5974,04 \text{ kN}$$

$$V_{ty} = 149351.0,40.1,304.1,0 / 7 = 11228,8 \text{ kN} \geq 0.10 A_o I W = 5974,04 \text{ kN}$$

Modal analiz ile bulunan,

	<u>X</u>	<u>Y</u>
SPECX (Toplam)	7518	1625,4
SPECX (Toplam)	1625,4	6974,5

toplam taban kesme kuvveti değerlerinin eşdeğer deprem yükü ile bulunan yukarıdaki toplam taban kesme kuvveti değerlerine çekilmiş hali Tablo 4-7 ve Tablo 4-8 ‘de verilmiştir.

Tablo 4-7 X Doğrultusu Tepki Spektrumu Taban Tesirleri

Spec	Mod	Yön	Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
SPECX	1	U1	448,5	-862,2	0	26485,18	13913,21	-826,22
SPECX	2	U1	1342,3	3336,2	0	-102503,32	41566,02	66489,75
SPECX	3	U1	8959,1	-2373,8	0	73526,16	277187,67	-223594,71
SPECX	4	U1	456,4	-355,7	0	1941,94	4074,32	1385,36
SPECX	5	U1	958,1	1811,8	0	-12110,81	6899,68	26367,01
SPECX	6	U1	3138	-1555,3	0	10847,30	23645,8	-98772,45
SPECX	7	U1	205,9	-106,7	0	889,26	1560,05	424,83
SPECX	8	U1	26	-32,6	0	177,68	-47,42	330,1
SPECX	9	U1	433,9	643,7	0	-4715,25	3102,8	7381,93
SPECX	10	U1	859,3	-596,2	0	4141,41	6066,5	-29929,06
SPECX	11	U1	5,1	-1,7	0	9,83	60,76	267,2
SPECX	12	U1	183	250,3	0	-1116,52	824,11	1299,23
SPECX	13	U1	92,7	22,3	0	-74,86	453,57	653,64
SPECX	14	U1	21,4	23,1	0	-94,25	87,52	525,02
SPECX	15	U1	32,5	-33,4	0	135,43	134,01	-772,42
SPECX	16	U1	193,4	-76,9	0	309,15	772,06	-6599,39
SPECX	17	U1	0,1	-0,1	0	0,36	0,21	-3,16
SPECX	18	U1	11,1	1,3	0	2,97	67,29	112,74
SPECX	19	U1	124,4	-170	0	740,39	627,5	-5810,01
SPECX	20	U1	197,4	182,8	0	-1085,98	1256,09	277,79
SPECX	21	U1	117,4	-175,6	0	961,69	653,61	-5339,33
SPECX	22	U1	10	-0,8	0	25,35	82,93	-778,47
SPECX	23	U1	165,2	98,8	0	-435,02	686,01	121,06
SPECX	24	U1	56,1	-89,9	0	353,85	242,1	-2964,17
SPECX	25	U1	97,6	70,5	0	-336,61	485,51	-225,79
SPECX	26	U1	8,9	4,4	0	-28,12	48,8	-39,28
SPECX	27	U1	47,3	21,5	0	-79,37	190,09	-377,61
SPECX	28	U1	153,9	146,6	0	-609,04	620,2	94,29
SPECX	29	U1	49,5	-62,8	0	299,22	236,04	-2198,57
SPECX	30	U1	0,7	-0,7	0	1,51	3,52	-13,35
SPECX	31	U1	26,8	0,7	0	0,9	134,92	147,9
SPECX	32	U1	91,3	-155,2	0	632,95	363	-4951,1
SPECX	33	U1	0,3	1,5	0	-6,28	1,06	30,32
SPECX	34	U1	16,5	-1,2	0	-20,36	74,19	-313,64
SPECX	35	U1	4,1	11,2	0	-52,41	17,26	164,86
SPECX	36	U1	14,3	7,4	0	-34,68	61,18	-33,32
SPECX	37	U1	7,8	33,3	0	-142,14	37,79	557,13
SPECX	38	U1	73,8	33,1	0	-145,19	324,03	-481,66
SPECX	39	U1	280,2	256,6	0	-1136,7	1299,35	348,52
SPECX	40	U1	154	-184,4	0	767,17	702,89	-6374,16
SPECX	41	U1	178,4	-46,7	0	222,6	753,33	-3643,39
SPECX	42	U1	41,1	-48,1	0	213,13	201,84	-1810,53
SPECX	43	U1	69,7	177,7	0	-706,38	295,88	2400,85
SPECX	44	U1	5,4	6,2	0	-23	21,51	40,42
SPECX	45	U1	898	254,8	0	-1100,6	3821,04	-8986,19
SPECX	46	U1	319	84,7	0	-307,98	1230,91	-3325,54
SPECX	47	U1	140,2	-229,3	0	896,02	621,21	-5433,08
SPECX	48	U1	94,7	-169,6	0	644,75	339,95	-6043,96
SPECX	49	U1	1,1	-3,1	0	10,48	8,8	-83,85
SPECX	50	U1	25,3	47,1	0	-191,2	112,89	455,16
SPECX	All	All	11377,6	2459,8	0	46446,12	321316,7	192835,35

Tablo 4-8 Y Doğrultusu Tepki Spektrumu Taban Tesirleri

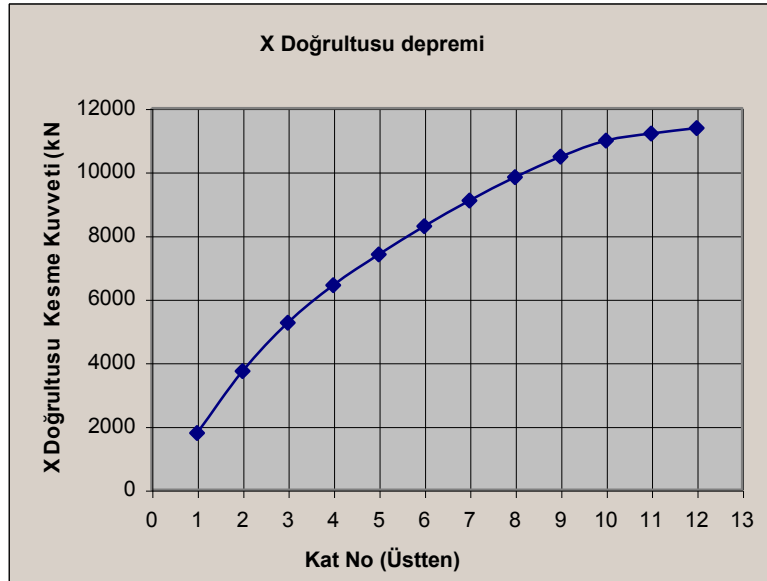
Spec	Mod	Dir	Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
SPECY	1	U2	-908,9	1747,3	0	-53673,6	-28195,85	1674,38
SPECY	2	U2	3516,9	8741,3	0	-268573,61	108909,02	174212,81
SPECY	3	U2	-2502,4	663	0	-20537,08	-77423,12	62453,71
SPECY	4	U2	-374,9	292,1	0	-1595,16	-3346,76	-1137,97
SPECY	5	U2	1910	3612,1	0	-24144,13	13755,21	52565,32
SPECY	6	U2	-1639,5	812,6	0	-5667,5	-12354,46	51606,63
SPECY	7	U2	-112,5	58,3	0	-485,79	-852,23	-232,08
SPECY	8	U2	-34,3	43	0	-234,5	62,59	-435,67
SPECY	9	U2	678,6	1006,7	0	-7374,04	4852,38	11544,38
SPECY	10	U2	-628,5	436	0	-3028,75	-4436,64	21888,12
SPECY	11	U2	-1,8	0,6	0	-3,49	-21,57	-94,85
SPECY	12	U2	263,9	361	0	-1610,33	1188,6	1873,85
SPECY	13	U2	23,5	5,6	0	-18,94	114,76	165,38
SPECY	14	U2	24,4	26,4	0	-107,56	99,88	599,13
SPECY	15	U2	-35,2	36	0	-146,33	-144,8	834,58
SPECY	16	U2	-81,1	32,2	0	-129,61	-323,68	2766,79
SPECY	17	U2	-0,1	0,1	0	-0,43	-0,25	3,8
SPECY	18	U2	1,4	0,2	0	0,38	8,56	14,34
SPECY	19	U2	-179,2	244,9	0	-1066,52	-903,91	8369,25
SPECY	20	U2	192,7	178,4	0	-1059,77	1225,77	271,08
SPECY	21	U2	-185,1	277	0	-1516,95	-1031	8422,21
SPECY	22	U2	-0,8	0,1	0	-2,11	-6,89	64,68
SPECY	23	U2	104,1	62,2	0	-274,09	432,24	76,28
SPECY	24	U2	-94,8	151,8	0	-597,46	-408,77	5004,9
SPECY	25	U2	74,3	53,7	0	-256,32	369,72	-171,94
SPECY	26	U2	4,6	2,3	0	-14,67	25,46	-20,5
SPECY	27	U2	22,6	10,3	0	-38	91	-180,77
SPECY	28	U2	154,6	147,3	0	-611,9	623,11	94,74
SPECY	29	U2	-66,2	84	0	-400,27	-315,76	2941,09
SPECY	30	U2	-0,8	0,8	0	-1,6	-3,74	14,18
SPECY	31	U2	0,7	0	0	0,02	3,53	3,87
SPECY	32	U2	-163,6	278,1	0	-1134,15	-650,45	8871,68
SPECY	33	U2	1,6	7,3	0	-30,59	5,17	147,74
SPECY	34	U2	-1,3	0,1	0	1,59	-5,79	24,49
SPECY	35	U2	11,8	32,5	0	-151,48	49,89	476,49
SPECY	36	U2	7,8	4	0	-18,92	33,38	-18,18
SPECY	37	U2	35,1	150,8	0	-643,14	171	2520,79
SPECY	38	U2	34,9	15,7	0	-68,72	153,38	-228
SPECY	39	U2	270,5	247,8	0	-1097,54	1254,59	336,52
SPECY	40	U2	-194,4	232,7	0	-968,22	-887,09	8044,62
SPECY	41	U2	-49,2	12,9	0	-61,43	-207,88	1005,39
SPECY	42	U2	-50,7	59,3	0	-263,02	-249,08	2234,25
SPECY	43	U2	187,4	477,7	0	-1898,69	795,3	6453,31
SPECY	44	U2	6,6	7,6	0	-27,89	26,09	49,01
SPECY	45	U2	268,6	76,2	0	-329,16	1142,78	-2687,56
SPECY	46	U2	89,3	23,7	0	-86,19	344,46	-930,63
SPECY	47	U2	-241,7	395,3	0	-1544,62	-1070,9	9365,97
SPECY	48	U2	-178,8	320,1	0	-1216,99	-641,67	11408,23
SPECY	49	U2	-3,3	9,9	0	-33,09	-27,78	264,62
SPECY	50	U2	49,7	92,6	0	-375,81	221,88	894,62
SPECY	All	All	2593,1	11126,8	0	307214,39	49919,67	256897,4

Yapılan modal analiz sonucu oluşan kat kesme kuvvetleri Tablo 4-9 'da verilmiştir.

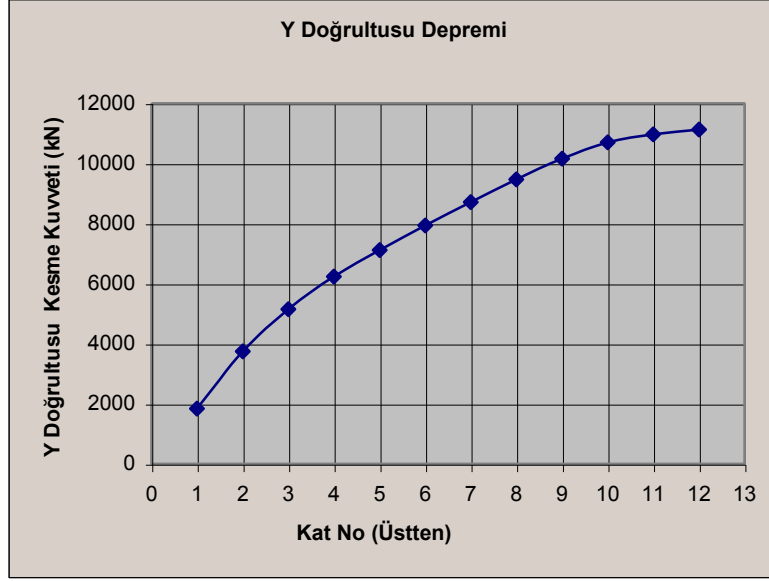
Tablo 4-9 X ve Y doğrultusu Kat Kesme kuvvetleri (X ve Y doğrultusu depreminde)

Kat	F _x (kN)	F _y (kN)
9	1785,2	1837
8	3736,1	3740,2
7	5249,1	5151,1
6	6431,8	6231,1
5	7400,8	7114,8
4	8292,3	7936,8
3	9099,8	8715,8
2	9833,9	9463,9
1	10476,4	10155,6
Zemin	10978	10701,4
Bodrum1	11207,2	10964,5
Bodrum2	11377,5	11126,9

Her iki deprem doğrultusundaki kat kesme kuvveti değişimi de Şekil 4-3 ve Şekil 4-4 'de verilmiştir.



Şekil 4-3 X doğrultusu depreminde X doğrultusunda oluşan kat kesme kuvveti değişimi



Şekil 4-4 Y doğrultusu depreminde Y doğrultusunda oluşan kat kesme kuvveti değişimi

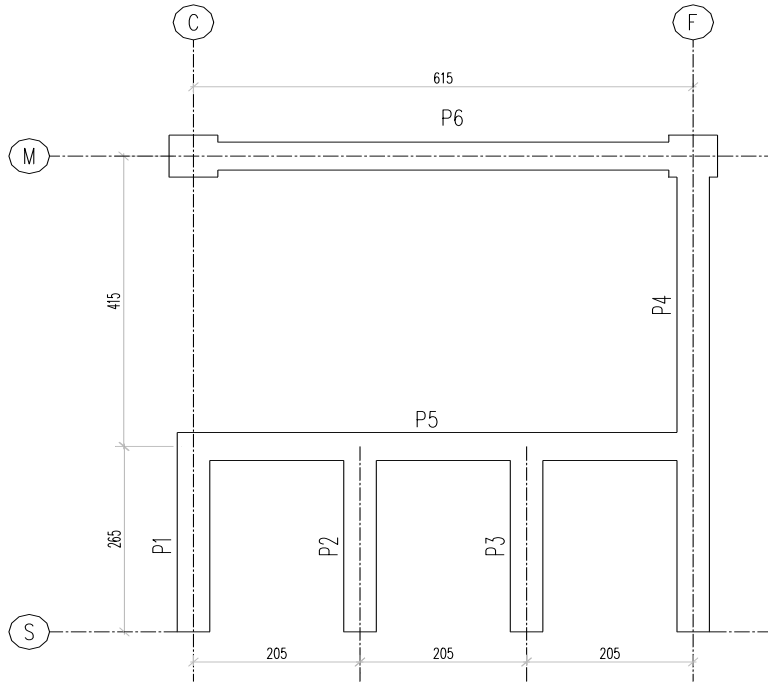
4.1.4 R=7 Katsayısının Kontrolü

Taşıyıcı sistem davranış katsayısı olarak $R=7$ (deprem yüklerinin çerçeveler ile boşluksuz perdelerle birlikte taşındığı binalar) seçilmiştir. Süneklik düzeyi yüksek olarak tasarlanan yapıda $R=7$ katsayısının kullanılabilmesi için ($\alpha_M \leq 0.75$) olmalıdır. Bu tür sistemlerde Tablo 4-5'te verilen $R = 7$ katsayısının kullanılabilmesi için, boşluksuz perdelerin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen eğilme momentlerinin toplamı, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam devrilme momentinin %75'inden daha fazla olmayacaktır ($\alpha_M \leq 0.75$).

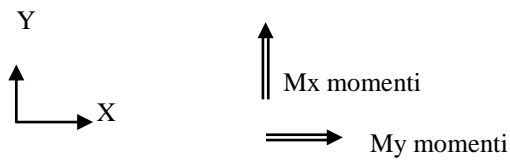
Yukarıdaki koşulun sağlanamaması durumunda, $0.75 < \alpha_M \leq 1.0$ aralığında kullanılacak R katsayısı, $R = 10 - 4 \alpha_M$ bağıntısı ile belirlenecektir. Artırılmış modal analiz yükleri altında perdelerde oluşan moment tesirleri bulunarak bunlar X ve Y yönünde oluşan deprem kuvveti altındaki toplam devrilme momentine oranlanarak α_M katsayıları bulunacaktır. Bodrum katlar üst katlara oranla çok daha rijit olduğundan bu değerlendirme zemin kat perdeleri tabanında yapılacaktır. Zemin kat perdelerinde oluşan taban devrilme momentleri Tablo 4-10'da verilmiştir. Zemin kat perdeleri yerleşimide Şekil 4-5 'de görülmektedir.

Tablo 4-10 Zemin Kat Perde Devrilme Momentleri

Perde	SpecX	SpecY
P1 (x)	125,21	56,20
P2 (x)	81,67	36,33
P3 (x)	83,02	46,57
P4 (x)	481,67	73,78
P5 (x)	10901,85	1773,40
P6 (x)	25928,41	5185,58
P1 (y)	879,76	2100,32
P2 (y)	310,64	1384,40
P3 (y)	264,05	1352,81
P4 (y)	8159,13	24467,39
P5 (y)	37,87	130,69
P6 (y)	135,68	650,64



Şekil 4-5 Zemin Kat Perde Yerleşimi



Şekil 4-6 Perdelerde Moment Yönleri

$\sum M_x = 253537,01$ kNm (zemin kat tabanında oluşan X doğ. devrilme momenti)

$\sum M_y = 241905,95$ kNm (zemin kat tabanında oluşan Y doğ. devrilme momenti)

X doğrultusundaki perdelerde X doğrultusu depreminden dolayı oluşan taban momentleri toplamı:

$$125,21+81,67+83,02+481,67+10901,85+25928,41=37601,83 \text{ kNm}$$

Y doğrultusundaki perdelerde Y doğrultusu depreminden dolayı oluşan taban momentleri toplamı:

$$2100,32+1384,4+1352,81+24467,39+130,69+650,64=30086,25 \text{ kNm}$$

$$\alpha_{Mx} = 37601,83 / 253537,01 = 0,1483 < 0,75$$

$$\alpha_{My} = 30086,25 / 241905,95 = 0,1244 < 0,75$$

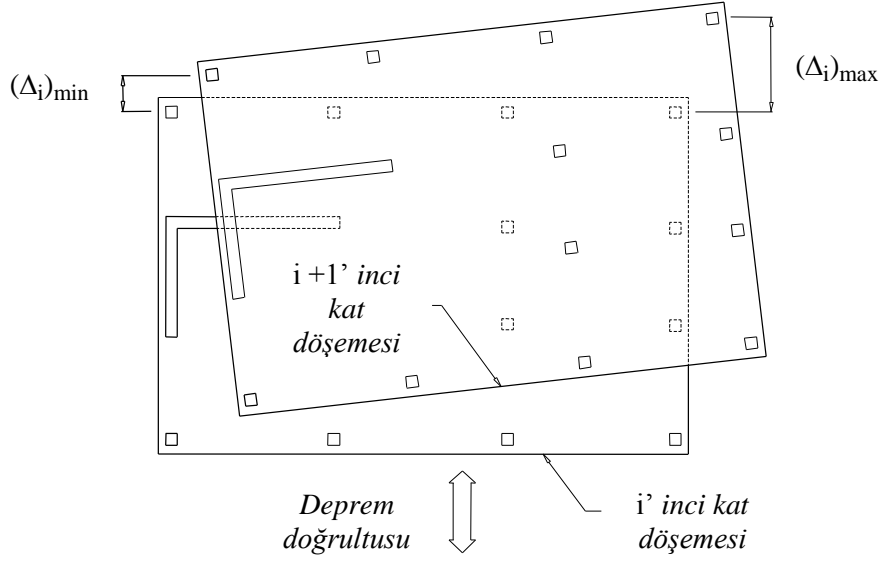
Sonuç olarak kullanılan R Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı'nın uygun olduğu görülür.

4.2 Yapısal Düzensizliklerin İncelenmesi

4.2.1 Planda Düzensizlik Durumları

4.2.1.1 (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 Burulma Düzensizliği Katsayısı η_{bi} 'nin 1.2'den büyük olması durumu (Şekil 4-7). [$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{\max} / (\Delta_i)_{\text{ort}} > 1.2$]



Şekil 4-7 Burulma düzensizliği

Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda

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

Burulma düzensizliği katsayısı :

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

Burulma düzensizliği durumu : $\eta_{bi} > 1.2$

Burulma düzensizliği deprem hesabında kullanılacak yöntemin seçiminde esastır.

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

Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin uygulanabileceği binalar Tablo 4.11'de özetlenmiştir. Tablo 4-10'nın kapsamına girmeyen binaların deprem hesabında, Mod Birleştirme Yöntemi ve Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemleri kullanılacaktır.

Tablo 4-11 Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin Uygulanabileceği Binalar

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

Yapımızda her iki deprem doğrultusu için X ve Y doğrultusunda kat içinde seçilen kolon ve perde uç noktaları deplasmanlarından hareketle her kattaki tüm bu noktaların bir altta bulunan kata göre yapmış oldukları relatif yerdeğiştirmeler verilmiş olup her iki doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları hesaplanmıştır.

Tablo 4-12 X doğrultusu depremi X yönü deplasmanları burulma oranları

KAT	Δi Max	Δi Min	Δi Ort	η_{bi}
KAT9	0,30930	0,17710	0,2432	1,272
KAT8	0,36270	0,27100	0,3169	1,145
KAT7	0,38060	0,33070	0,3557	1,070
KAT6	0,41360	0,33910	0,3764	1,099
KAT5	0,37910	0,24780	0,3135	1,209
KAT4	0,40030	0,27300	0,3367	1,189
KAT3	0,40290	0,28780	0,3454	1,167
KAT2	0,34640	0,23160	0,2890	1,199
KAT1	0,34120	0,23970	0,2905	1,175
ZEMİN	0,41150	0,23380	0,3227	1,275
BODRUM1	0,10490	0,02170	0,0633	1,657
BODRUM2	0,05110	0,01020	0,0307	1,667

Tablo 4-13 Y doğrultusu depremi Y yönü deplasmanları burulma oranları

KAT	Δi Max	Δi Min	Δi Ort	η_{bi}
KAT9	0,30420	0,19410	0,24915	1,221
KAT8	0,43630	0,26480	0,35055	1,245
KAT7	0,51730	0,29910	0,40820	1,267
KAT6	0,60840	0,32550	0,46695	1,303
KAT5	0,44530	0,29280	0,36905	1,207
KAT4	0,49170	0,31340	0,40255	1,221
KAT3	0,51440	0,31670	0,41555	1,238
KAT2	0,41610	0,27940	0,34775	1,197
KAT1	0,42620	0,26820	0,34720	1,228
ZEMİN	0,57750	0,26940	0,42345	1,364
BODRUM1	0,10990	0,01850	0,06420	1,712
BODRUM2	0,04210	0,00900	0,02555	1,648

Tablo 4-12 ve Tablo 4-13 de burulma oranlarından görüldüğü gibi yapıda B2 türü düzensizlikte (daha sonra inceleyeceğimiz) olmadığı için ve her katta burulma düzensizliği katsayısı 2,0'den küçük olduğundan eşdeğer deprem yükü ile yatay yük hesabı mümkündür. Ancak hesaplarda modal analiz yöntemi kullanılmıştır.

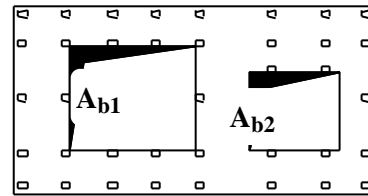
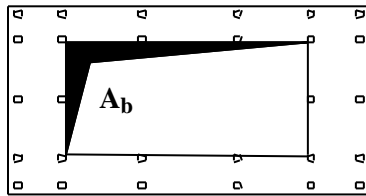
4.2.1.2 (A2) Döşeme Süreksizlikleri

Herhangi bir kattaki döşemede (Şekil 4-8)

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

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

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



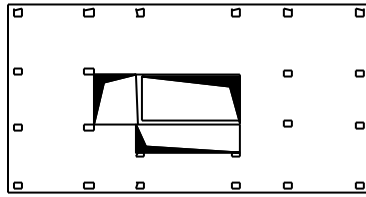
$$A_b = A_{b1} + A_{b2}$$

A2 türü düzensizlik durumu - I

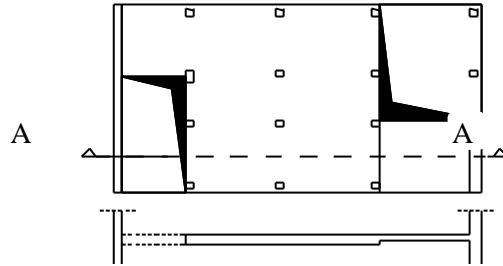
$$A_b / A > 1/3$$

A_b : Boşluk alanları toplamı

A : Brüt kat alanı



A2 türü düzensizlik durumu - II



Kesit A-A

A2 türü düzensizlik durumu - II ve III

Şekil 4-8 Döşeme Süreksizlikleri

Yapının yaklaşık olarak kat alanı : 882 m²

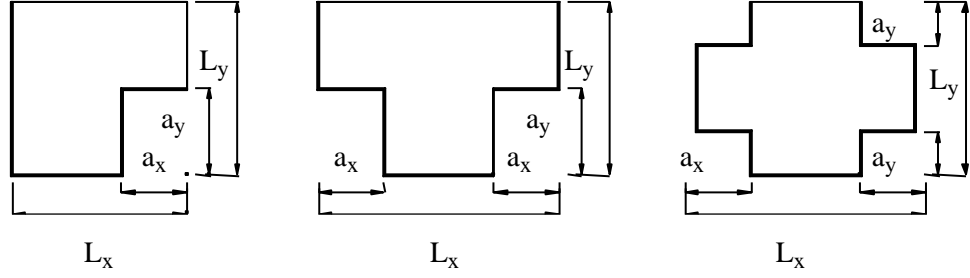
Kat içindeki merdiven ve asansör boşlukları alanı: 42 m²

$$42 < 882/3 = 294 \text{ m}^2$$

Döşemede bulunan bu boşluklar (A2) türü düzensizliği oluşturacak büyüklükte değildir .Yapıda bu düzensizlik mevcut değildir.

4.2.1.3 (A3) Planda Çıkıntılar Bulunması

Bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de, binanın o katının aynı doğrultudaki toplam plan boyutlarının %20'sinden daha büyük olması durumu (Şekil 4-9) da gösterilmiştir. Yapının geometrik şekli incelendiğinde yapıda bu düzensizliğin olduğu görülür.



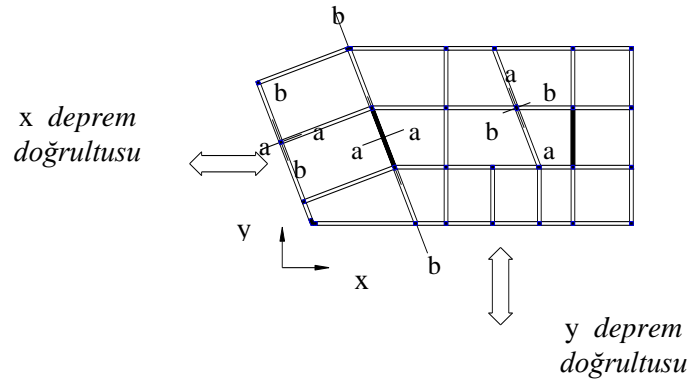
A3 türü düzensizlik durumu:

$$a_x > 0.2 L_x \text{ ve aynı zamanda } a_y > 0.2 L_y$$

Şekil 4-9 Planda Çıkıntılar Düzensizliği

4.2.1.4 Taşıyıcı Sistem Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması

Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının plandaki asal eksenlerinin, gözönüne alınan birbirine dik yatay deprem doğrultularına paralel olmaması durumu (Şekil 4-10)



Şekil 4-10 Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Paralel Olmaması

A4 türü düzensizliğin bulunduğu binalarda, elemanların asal eksen doğrultularındaki iç kuvvetler denklem (4.8)'e göre elde edilecektir (Şekil 4-10).

$$B_a = \pm B_{ax} \pm 0.30 B_{ay} \quad (4.8a)$$

$$B_a = \pm 0.30 B_{ax} \pm B_{ay} \quad (4.8b)$$

Yukarıdaki işlemler, a ekseni ve buna dik b ekseni için, x ve y deprem doğrultuları ve yönleri gözönüne alınarak en elverişsiz sonucu verecek şekilde yapılacaktır.

Denklem (4.8) doğrultusunda asal eksenleri deprem doğrultusuna paralel olmayan taşıyıcı elemanlardaki iç kuvvetler en elverişsiz değeri verecek şekilde birleştirilmiştir.

4.2.2 Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları

4.2.2.1 (B1) Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat)

Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki etkili kesme alanı'nın, bir üst kattaki etkili kesme alanı'na oranı olarak tanımlanan Dayanım Düzensizliği Katsayısı η_{ci} 'nin 0.80'den küçük olması durumu. [$\eta_{ci} = (\sum A_e)_i / (\sum A_e)_{i+1} < 0.80$]

Herhangi bir katta etkili kesme alanının tanımı :

$$\sum A_e = \sum A_w + \sum A_g + 0.15 \sum A_k$$

X ve Y doğrultusu için Zayıf kat kontrolü Tablo 4-14'de verilmiştir. Yapı dış hattı boyunca her katta var olan duvar alanları değişmediğinden oranın hesaplanmasında gözönüne alınmamıştır. Zayıf kat düzensizliği yapıda mevcut değildir.

Tablo 4-14 Zayıf Kat Kontrolü

Kat	$\sum A_w$ (cm ²)	$\sum A_g(x)$ cm ²	$\sum A_g(y)$ cm ²	$\sum A_e(x)$ cm ²	$\sum A_e(y)$ cm ²	$\eta_{ci}(x)$	$\eta_{ci}(y)$
9	74300	32750	37625	107050	111925	-	-
8	74300	32750	37625	107050	111925	1,00	1,00
7	74300	32750	37625	107050	111925	1,00	1,00
6	74300	32750	37625	107050	111925	1,00	1,00
5	134050	32750	37625	166800	171675	1,56	1,53
4	134050	32750	37625	166800	171675	1,00	1,00
3	134050	32750	37625	166800	171675	1,00	1,00
2	195100	39300	45150	234400	240250	1,41	1,40
1	195100	39300	45150	234400	240250	1,00	1,00
Zemin	195100	52400	60200	247500	255300	1,06	1,06
Bodrum1	199250	52400	60200	251650	259450	1,02	1,02
Bodrum2	199250	52400	60200	251650	259450	1,00	1,00

4.2.2.2 (B2) Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat)

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir i'inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesinin bir üst kattaki ortalama görelî kat ötelemesine oranı olarak tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı η_{ki} 'nin 1.5'tan fazla olması durumu [$\eta_{ki} = (\Delta_i)_{ort} / (\Delta_{i+1})_{ort} > 1.5$] Yatay yüklere göre çözüm yönteminin belirlenmesinde kullanılan bir yöntemdir. Herhangi başka bir yaptırım söz konusu değildir. Tablo 4-15 'de X ve Y doğrultusu depremlî durumda her katta ki değerler görülmektedir. Yumuşak kat düzensizliği yapımızda mevcut değildir.

Tablo 4-15 Rijitlik Düzensizliği

Kat	$\Delta_{iort} (x)$	$\eta_{ki} (x)$	Kat	$\Delta_{iort} (y)$	$\eta_{ki} (y)$
9	0,2432	-	9	0,24915	-
8	0,3169	1,303	8	0,35055	1,407
7	0,3557	1,122	7	0,4082	1,164
6	0,3764	1,058	6	0,46695	1,144
5	0,3135	0,833	5	0,36905	0,790
4	0,3367	1,074	4	0,40255	1,091
3	0,3454	1,026	3	0,41555	1,032
2	0,2890	0,837	2	0,34775	0,837
1	0,2905	1,005	1	0,3472	0,998
Zemin	0,3227	1,111	Zemin	0,42345	1,220
Bodrum1	0,0633	0,196	Bodrum1	0,0642	0,152
Bodrum2	0,0307	0,484	Bodrum2	0,02555	0,398

4.2.2.3 (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 veya kirişlere oturtulması durumu , Yapımızda bu tür düzensizlik mevcut değildir.

BÖLÜM 5 ZEMİN KAT (± 0.00) KOTU BETONARME KİRİŞLERİ STATİK VE BETONARME HESABI

Bu bölümde Zemin katta bulunan betonarme kirişlerin hesabı TS500 ve Deprem Yönetmeliği'nde belirtilen kurallar ışığında yapılmıştır. Yapımızdaki simetri nedeniyle kat içinde bulunan farklı kirişlerin statik ve betonarme hesabı yapılmış olup benzeyen kirişler aynı kiriş numarasıyla ifade edilmiştir. Kirişlerin betonarme hesabına esas olan iç kuvvet değerleri üç boyutlu bilgisayar modeli (ETABS v7.18) den alınmıştır.

Üç boyutlu bilgisayar modelinde kirişler çubuk eleman olarak tariflenmiş olup atalet momentinin belirlenmesindeki güçlüklerde gözönünde bulundurularak tablasız olarak girilmiştir. Betonarme hesaplarda da yine tablasız kesit kullanılmıştır. Kirişlerin statik hesabı sonucu bulunan kesit etkileri üzerinde herhangi bir mesnet momenti düzeltilmesi yapılmamış olup direkt olarak mesnet eksenlerindeki kesit etkileri kullanılmıştır.

Yapımızın geometrik özelliği dolayısıyla düşey taşıyıcı elemanların bazılarının asal eksenlerinin birbirine dik olarak düşünülen deprem etkisi doğrultularıyla çakışmadığı görülür. Deprem Yönetmeliği Madde 6.7.5 'te asal eksenleri deprem doğrultusuna paralel olmayan taşıyıcı sistem elemanları (A4) düzensizliği olarak tariflenen bu durumda ;

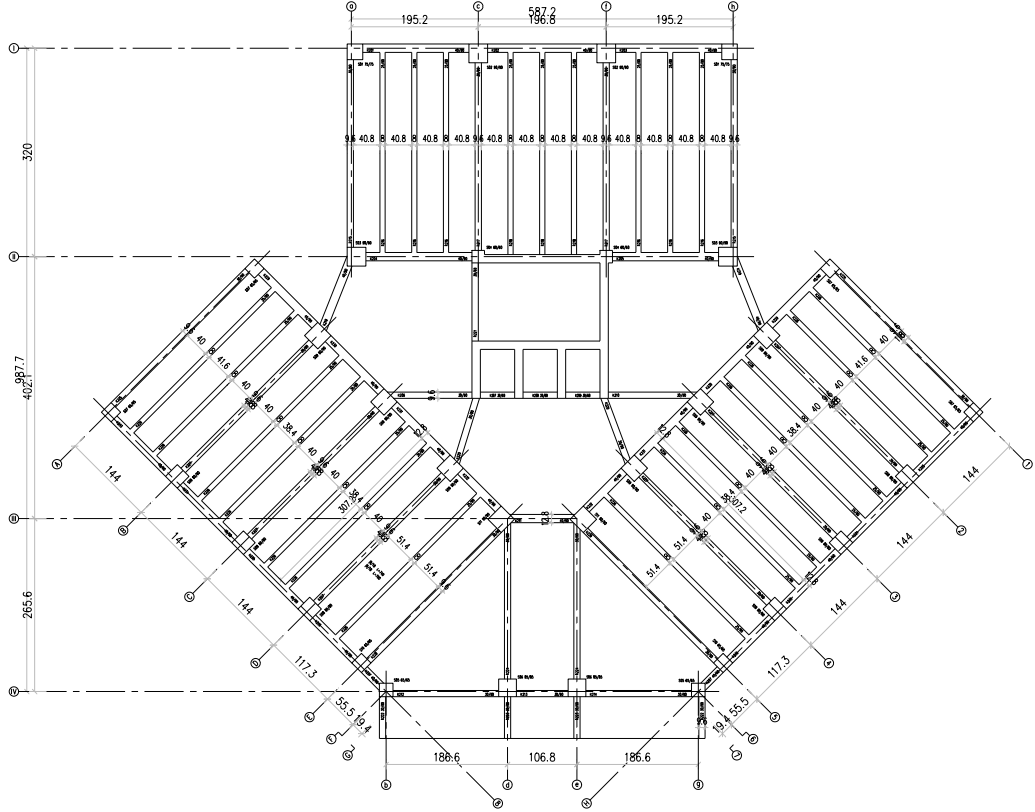
$$B_a = \pm B_{ax} \pm 0.30 B_{ay} \quad (5.1)$$

$$B_a = \pm 0.30 B_{ax} \pm B_{ay} \quad (5.2)$$

(Yukarıdaki işlemler, a eksenini ve buna dik b eksenini için, x ve y deprem doğrultuları ve yönleri gözönüne alınarak en elverişsiz sonucu verecek şekilde yapılacaktır.)

Yukarıdaki 5.1 ve 5.2 bağıntılarında görüldüğü gibi her iki deprem etkisinde oluşan tesirler belirli oranlarda gözönüne alınmaktadır. Asal eksenleri X ve Y olarak

düşünülen birbirine dik deprem doğrultularına paralel olmayan betonarme kirişlerde bu durum hesaba katılacaktır.



Şekil 5-1 Normal kat kalıp planı

Şekil 5-1 de kalıp planı görülen normal katta A aksı üzerindeki K225 (30/90) kirişi ve I aksı üzerinde yer alan K201, K202, K203 kirişlerinin betonarme hesapları TS500 ve Deprem Yönetmeliği'ndeki kurallar dahilinde ayrıntılı olarak verilecektir. Diğer kirişler ile ilgili tüm hesaplar ise tablo halinde EK B 'de verilmiştir. Tüm betonarme kirişlerde boyutlamaya esas olan yük kombinasyonları aşağıda gösterilmiştir.

BET 1:1,4G+1,6Q
 BET 2:1,0G+1,0Q ± 1,0E_x
 BET 3: 1,0G+1,0Q ± 1,0E_y
 BET 4:1,0G ± 1,0Q+ASAL₁
 BET 5:1,0G+1,0Q ± ASAL₂
 BET 6:0,9G ± ASAL₁
 BET 7:10,9G ± ASAL₂
 BET 8:0,9G ± 1,0E_x
 BET 9:0,9G ± 1,0E_y
 ASAL₁:1,0E_x ± 0,30E_y
 ASAL₂:0,30E_x ± 1,0E_y

5.1 K225 Kirişi Betonarme Hesabı

A Aksı üzerinde yer alan 30/90 K225 kirişi birbirine dik olan X ve Y deprem doğrultusuna paralel olmadığından boyutlamada her iki depremin de gözönüne alındığı yükleme kombinasyonları kullanılmıştır.

5.1.1 TS500 ‘e göre Boyut ve Donatılar İle İlgili Koşullar

İlk olarak TS500 ‘deki kurallar kontrol edilirse;

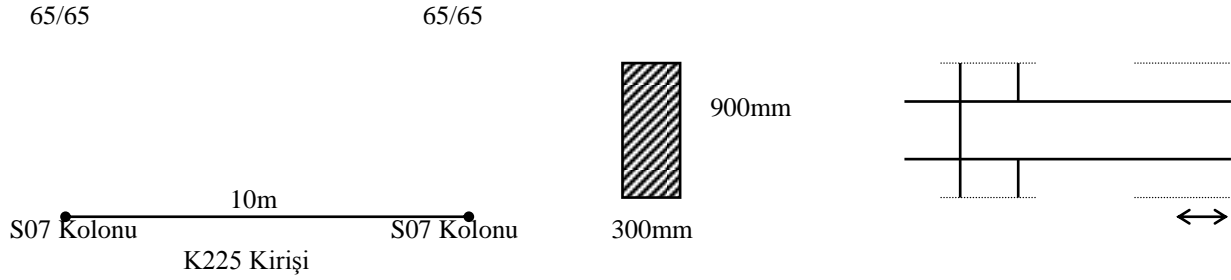
- $N_d \leq 0,1 \cdot f_{ck} \cdot A_c$ (Kirişlerde aşılmaması gereken hesap eksenel kuvveti)
 $96,9 \text{ kN} \leq 0,1 \cdot 2000 \cdot 30 \cdot 90 = 540 \text{ kN}$
- $h \geq 300 \text{ mm}$ $h \geq 3h_f$
 $h = 900 \text{ mm} \geq 300 \text{ mm}$ $h = 900 \text{ mm} \geq 3 \cdot 120 = 360 \text{ mm}$
- $b \geq 200 \text{ mm}$ $b \geq h + b_{w1}$
 b_{w1} :Kirişin birleştiği kolonun kirişe dik boyutu
 $b = 300 \text{ mm} \geq 200 \text{ mm}$ $b = 300 \text{ mm} \geq 900 + 650 = 1550 \text{ mm}$
- Kirişlerde çekme donatısı oranı ρ aşağıdaki değerden az olamaz.

$$\frac{A_s}{b_w \cdot d} \geq \rho_{\min} = 0,8 \cdot \frac{f_{ctd}}{f_{yd}} \quad \text{ayrıca bu oran } \rho \leq 0,02 \text{ olmalıdır.}$$

$$\rho_{\min} \geq 0,8 \cdot \frac{100}{36500} = 0,00219 \text{ olmalıdır.}$$

- Kirişlerde 12 mm den küçük çaplı donatı kullanılmaz ve gövde yüksekliği 600 mm den büyük kirişlerde en az $A_{s1}=0,001.b_w.d$ kadar bir gövde donatısı kullanılmalıdır. Gövde donatısı çapı 10 mm den az ve aralığı 300 mm fazla olamaz.

K225 kirişinde her iki yüzde 300mm ara ile $\Phi 14$ gövde donatısı kullanılacaktır.



Şekil 5-2 K225 kirişi

5.1.2 A.B.Y.Y.H.Y'e göre Süneklik Düzeyi Yüksek Kirişlerdeki Koşullar

Deprem Yönetmeli'ndeki kurallar incelenirse;

5.1.2.1 Enkesit Koşulları

Kolonlarla birlikte çerçeve oluşturan veya perdelerle kendi düzlemleri içinde bağlanan kirişlerin enkesit boyutlarına ilişkin koşullar aşağıda verilmiştir:

- Kiriş gövde genişliği en az 250 mm olacaktır. Gövde genişliği, kiriş yüksekliği ile kirişin birleştiği kolonun kirişe dik genişliğinin toplamını geçmeyecektir.
- Kiriş yüksekliği, döşeme kalınlığının 3 katından ve 300 mm'den daha az, kiriş gövde genişliğinin 3.5 katından daha fazla olmayacaktır .
- Kiriş yüksekliği, serbest açıklığın 1/4'ünden daha fazla olmamalıdır.
- Kiriş genişliği ve yüksekliği ile ilgili olarak yukarıda belirtilen sınırlamalar, kolonlara mafsallı olarak bağlanan betonarme ya da öngerilmeli prefabrike kirişler, bağ kirişli (boşluklu) perdelerin bağ kirişleri ve çerçeve kirişlerine kolon kiriş düğüm noktaları dışında sapan ikincil kirişler için geçerli değildir.

Kirişlerde enkesit boyutlarına ilişkin bu koşullar K225 kirişinde yukarıda da kontrolünü yaptığımız üzere aynen sağlanmaktadır.

5.1.2.2 Boyuna Donatı Koşulları

- Kiriş mesnetlerinde üstteki çekme donatısının minimum oranı için denklem (5.2) ile verilen koşula uyulacaktır.

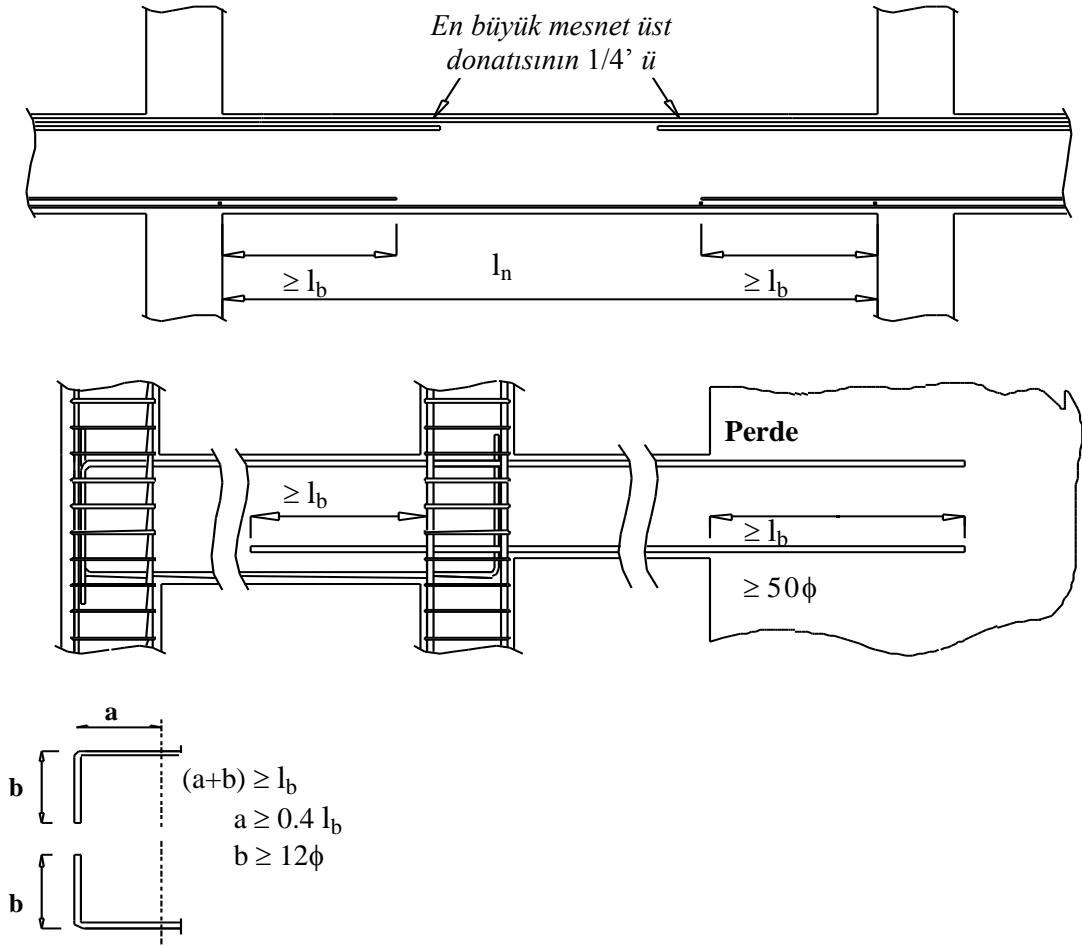
$$\rho_{\bar{u}} \geq f_{ctd} / f_{yd} \geq 100/36500=0,00274 \quad (5.2)$$

- Boyuna donatıların çapı 12 mm'den az olmayacaktır. Kirişin alt ve üstünde en az iki donatı çubuğu, kiriş açıklığı boyunca sürekli olarak bulunacaktır.
- Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerindeki taşıyıcı sistemlerde, kiriş mesnedindeki alt donatı, aynı mesnetteki üst donatının %50'sinden daha az olamaz. Ancak, üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde bu oran %30'a indirilebilir.
- Açıklık ve mesnetlerdeki çekme donatısı oranı TS-500'de verilen maksimum değerden ve %2'den fazla olmayacaktır.
- Kiriş gövdesinin her iki yüzüne, kiriş yüksekliği boyunca gövde donatısı konulacaktır. Toplam gövde donatısı alanı, sağ veya sol mesnet kesitlerinde üst ve alt boyuna donatı alanları toplamının en büyüğünün %30'undan daha az olmayacaktır. Gövde donatısı çapı 12 mm'den az, aralığı ise 300 mm'den fazla olmayacaktır.

5.1.2.3 Boyuna Donatının Düzenlenmesi

Boyuna donatıların yerleştirilmesi ve kenetlenmesine ilişkin koşullar aşağıda verilmiştir (Şekil 5.3).

- Kirişin iki ucundaki mesnet üst donatılarının büyük olanının en az 1/4'ü tüm kiriş boyunca sürekli olarak devam ettirilecektir. Mesnet üst donatısının geri kalan kısmı, TS-500'e göre düzenlenecektir.
- Kolona birleşen kirişlerin kolonun öbür yüzünde devam etmediği durumlarda kirişlerdeki alt ve üst donatı, kolonun etriyelerle sarılmış çekirdeğinin karşı taraftaki yüzeyine kadar uzatılıp etriyelerin iç tarafından 90 derece bükülecektir. Bu durumda boyuna donatının kolon içinde kalan yatay kısmı ile 90 derece kıvrılan düşey kısmının toplam uzunluğu, TS-500'de öngörülen düz kenetlenme boyu l_b 'den az olmayacaktır. 90 derecelik kancanın yatay kısmı $0.4l_b$ 'den, düşey kısmı ise $12\emptyset$ 'den az olmayacaktır.



Şekil 5-3 Kirişlerde boyuna donatının düzenlenmesi

- Her iki taraftan kirişlerin kolonlara birleşmesi durumunda kiriş alt donatıları, kolon yüzünden itibaren komşu açıklığa en az TS-500'de verilen kenetlenme boyu l_b kadar uzatılacaktır. Kirişlerdeki derinlik farkı gibi nedenlerle bu olanağın bulunmadığı durumlarda kenetlenme, yukarıdaki paragrafa göre kirişin kolonun öbür yüzünde devam etmediği durumlar için tanımlanan biçimde yapılacaktır.
- Perdelere kendi düzlemleri içinde bağlanan kirişlerde boyuna donatıların kenetlenmesi, kanca yapılmaksızın düz olarak sağlanabilir. Bu durumda donatının perde içindeki kenetlenme boyu l_b 'den ve 50ϕ 'den az olmayacaktır.

5.1.2.4 Boyuna Donatıların Eklenmesine İlişkin Koşullar

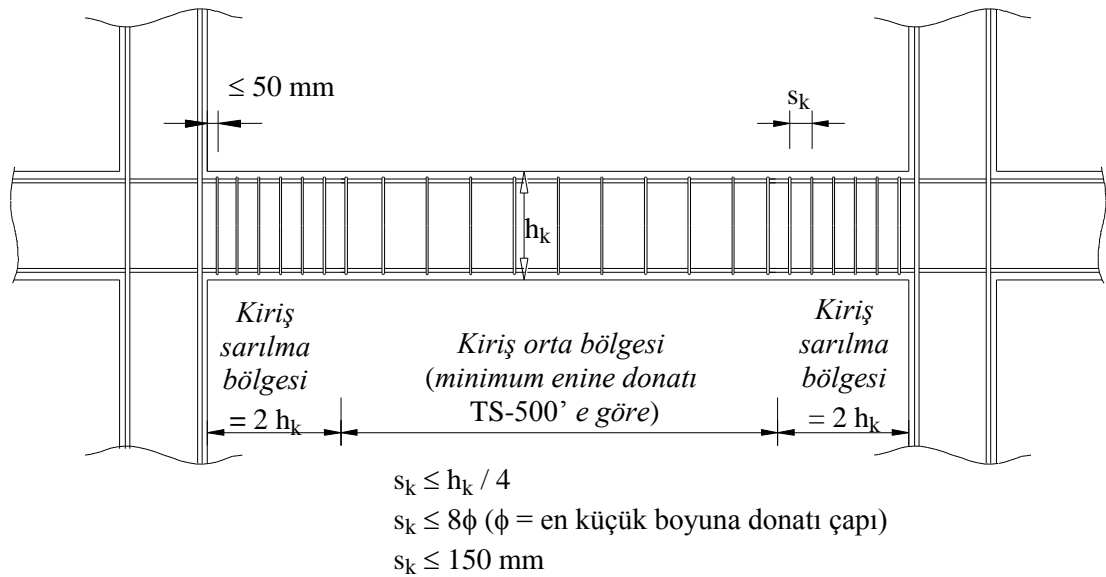
- Kiriş sarılma bölgeleri, kolon-kiriş birleşim bölgeleri ve açıklık ortasında alt donatı bölgeleri gibi, donatının akma durumuna ulaşma olasılığı bulunan kritik bölgelerde bindirmeli ek yapılmayacaktır. Bu bölgeler dışında bindirmeli eklerin

yapılabileceği yerlerde, ek boyunca özel deprem etriyeleri kullanılacaktır. Bu etriyelerin aralıkları kiriş derinliğinin 1/4'ünü ve 100 mm'yi aşmayacaktır.

- Manşonlu ekler veya bindirmeli kaynak ekleri, bir kesitte ancak birer donatı atlayarak uygulanacak ve birbirine komşu iki ekin merkezleri arasındaki boyuna uzaklık 600 mm'den daha az olmayacaktır.

5.1.2.5 Enine Donatı Koşulları

Kiriş mesnetlerinde kolon yüzünden itibaren kiriş derinliğinin iki katı kadar uzunluktaki bölge, *Sarıлма Bölgesi* olarak tanımlanacak ve bu bölge boyunca özel deprem etriyeleri kullanılacaktır. Sarılma bölgesinde, ilk etriyenin kolon yüzüne uzaklığı en çok 50 mm olacaktır. Etriye aralıkları kiriş yüksekliğinin 1/4'ünü, en küçük boyuna donatı çapının 8 katını ve 150 mm'yi aşmayacaktır (Şekil 5-4). Sarılma bölgesi dışında, TS-500'de verilen minimum enine donatı koşullarına uyulacaktır.



Şekil 5.4 Kirişlerde enine donatı düzenlemesi

5.1.3 Boyuna Donatı Hesabı

Yukarıda verilmiş olan kurallar dahilinde K225 kirişi hesapları aşağıda verilmiştir.

Malzeme: BS20 $f_{cd}=13$ MPa $f_{ctd}=1$ MPa

BÇIII $f_{yd}=365$ MPa

K225 Kirişi Açıklıkta hesap:

$$b=30 \text{ cm}$$

$$h=90 \text{ cm}$$

$$d'=2,5 \text{ cm}$$

$$d=87,5 \text{ cm}$$

$$M_d=200,49 \text{ kN}$$

$$K=b \cdot d^2 / M_d$$

$$K=30 \cdot 87,5^2 / 2004,9=114,56 \quad k_s=0,304 \quad A_s=k_s \cdot M_d / d=0,304 \cdot 2004,9 / 87,5=6,97 \text{ cm}^2$$

K225 Kirişi Sol Mesnette Hesap:

$$b=30 \text{ cm}$$

$$h=90 \text{ cm}$$

$$d'=2,5 \text{ cm}$$

$$d=87,5 \text{ cm}$$

$$M_d=-403,09 \text{ kN}$$

$$K=b \cdot d^2 / M_d$$

$$K=30 \cdot 87,5^2 / 4030,9=56,98 \quad k_s=0,317 \quad A_s=k_s \cdot M_d / d=0,317 \cdot 4030,9 / 87,5=14,60 \text{ cm}^2$$

K225 Kirişi Sağ Mesnette Hesap:

$$b=30 \text{ cm}$$

$$h=90 \text{ cm}$$

$$d'=2,5 \text{ cm}$$

$$d=87,5 \text{ cm}$$

$$M_d=-387,68$$

$$K=b \cdot d^2 / M_d$$

$$K=30 \cdot 87,5^2 / 3876,8=59,25 \quad k_s=0,315 \quad A_s=k_s \cdot M_d / d=0,315 \cdot 3876,8 / 87,5=13,97 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin(\text{açıklık})}=0,8 \cdot 100 / 36500 \cdot 30 \cdot 90=5,92 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin(\text{mesnet})}=100 / 36500 \cdot 30 \cdot 90=7,40 \text{ cm}^2$$

Seçilen donatılar: 3Φ22 (Mesnette Ek)

3Φ18 (Açıklık)

2Φ16 (Montaj) + 4Φ14 (Gövde)

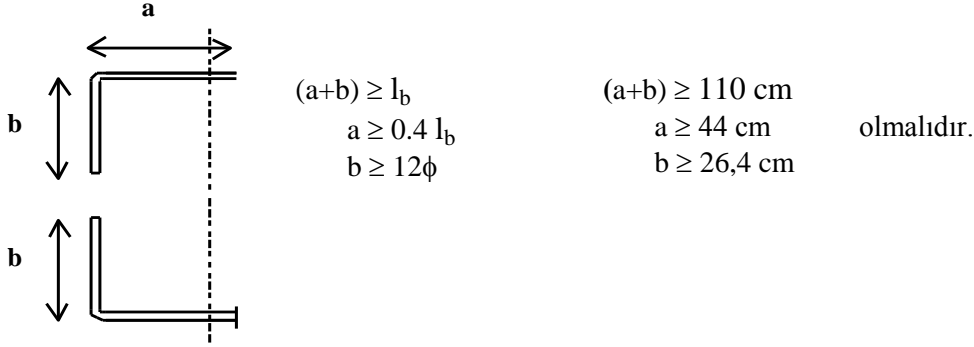
- Kiriş mesnedindeki alt donatı 3Φ18=7,62 cm² > 1/2. 3Φ22=5,7 cm²
- Yapı II. derece deprem bölgesindedir. Madde 5.1.2.2 'de verilen koşul sağlanmaktadır.
- Kirişin üstünde montaj donatısı olarak 2Φ16=4,02 cm² > 1/4. 3Φ22=2,85 cm²

bulunmaktadır dolayısıyla Madde 5.1.1.3 'de verilen koşul da sağlanmaktadır.

- TS500 'e göre l_b kenetlenme boyu;

$$l_b = (0,12 \cdot f_{yd} / f_{ctd}) \geq 20\Phi$$

$$l_b = (0,12 \cdot 36500 / 100) = 43,8\Phi \quad 50\Phi \text{ olarak alınacaktır.}$$



Şekil 5-5 Kiriş mesnetlerinde kenetlenme

- Kolon yüzünden itibaren $2h=180$ cm kadar bir bölgede sarılma bölgesi teşkil edilecektir. İlk etriyenin kolon yüzüne mesafesi en fazla 50 mm olacaktır.

$$s_k \leq h_k / 4 = 90 / 4 = 22,5 \text{ cm}$$

$$s_k \leq 8\Phi = 8 \cdot 1,8 = 14,4 \text{ cm}$$

$$s_k \leq 15 \text{ cm}$$

5.1.4 Kesme Güvenliğinin Sağlanması

Kirişlerde enine donatı hesabına esas alınacak kesme kuvveti, V_e , depremin soldan sağa veya sağdan sola etkimesi durumları için ayrı ayrı ve elverişsiz sonuç verecek şekilde, denklem (5.3) ile bulunacaktır. (Şekil 5-6)

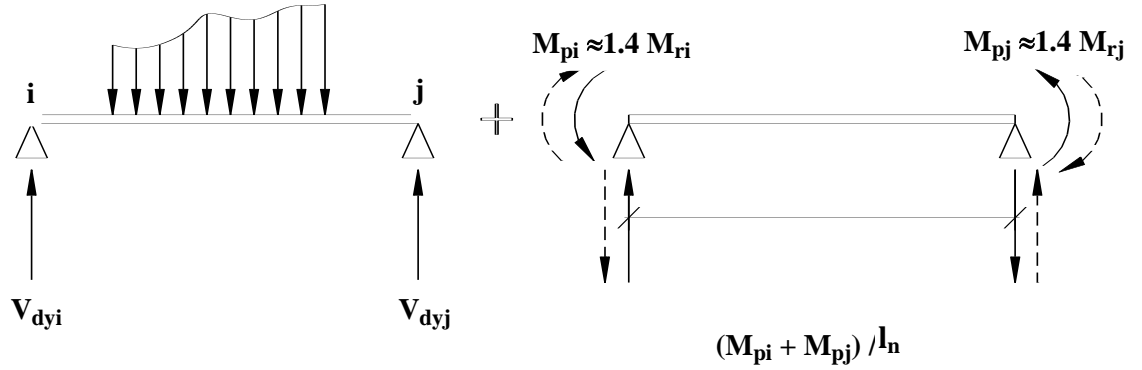
$$V_e = V_{dy} \pm (M_{pi} + M_{pj}) / l_n \quad (5.3)$$

Kiriş uçlarındaki pekleşmeli taşıma gücü momentleri, daha kesin hesap yapılmadığı durumlarda, $M_{pi} \cong 1.4 M_{ri}$ ve $M_{pj} \cong 1.4 M_{rj}$ olarak alınabilir.

Denklem (5.3) ile hesaplanan kesme kuvveti, V_e , aşağıda denklem (5.4) ile verilen koşulları sağlayacaktır. Denklem (5.4b)'deki koşulun sağlanamaması durumunda, kesit boyutları gereği kadar büyütülerek deprem hesabı tekrarlanacaktır.

$$V_e \leq V_r \quad (5.4a)$$

$$V_e \leq 0.22 b_w d f_{cd} \quad (5.4b)$$



Şekil 5-6 Enine donatı hesabına esas kesme kuvveti

Kiriş enine donatısının V_e kesme kuvvetine göre hesabında, betonun kesme dayanımına katkısı, V_c , TS-500'e göre belirlenecektir. Ancak, kiriş sarılma bölgelerindeki enine donatının hesabında $V_e - V_{dy} \geq 0.5 V_d$ olması durumunda, betonun kesme dayanımına katkısı $V_c = 0$ alınacaktır. Hiçbir durumda pliyelelerin kesme dayanımına katkıları gözönüne alınmayacaktır.

Statik çözüm sonucu bulunan en büyük kesme kuvveti (V_d)

$$V_d = 178,6 \text{ kN}$$

İşletme yükleri altında mesnetlerde oluşan kesme kuvveti (V_{dy})

$$V_{dy} = 115,5 \text{ kN}$$

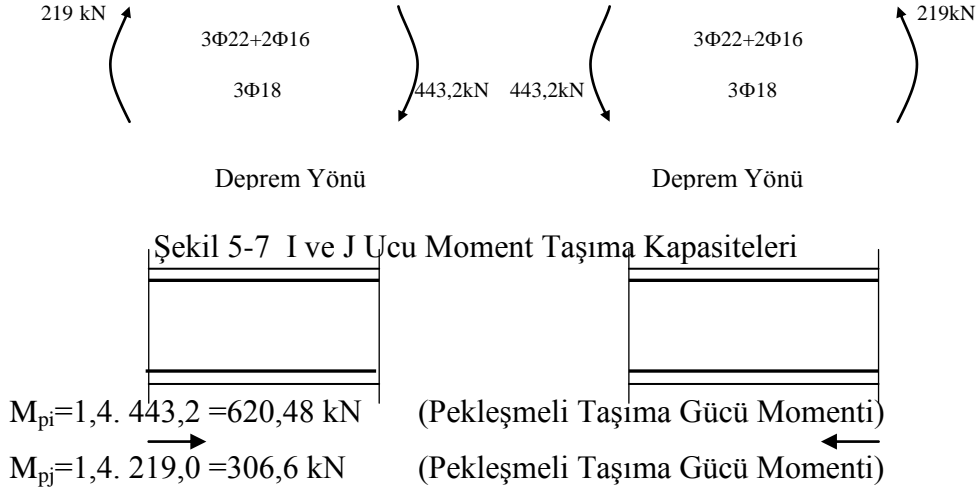
Kirişin sağ yada sol ucunda f_{cd} ve f_{yd} ye göre hesaplanan pozitif veya negatif taşıma gücü momentleri (M_{ri} , M_{rj})

$$M_{ir}, M_{rj} \cong 0,9 \cdot f_{yd} \cdot d \cdot A_s$$

Şekil 5-7 'de görüldüğü gibi i ve j ucu moment taşıma kapasiteleri;

$$M_{ri} = 0,9 \cdot 365 \cdot 87,5 \cdot 15,42 = 443,2 \text{ kN}$$

$$M_{rj} = 0,9 \cdot 365 \cdot 87,5 \cdot 7,62 = 219,0 \text{ kN}$$



$$l_n = (10 - 0,65) = 9,35 \text{ m}$$

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

$$V_e = 115,5 + (620,48 + 306,6) / 9,35 = 214,65 \text{ kN} \quad (\text{Tasarıma Esas Kesme Kuvveti})$$

$$V_e \leq 0,22 b_w d f_{cd}$$

$$V_r = 0,22 \cdot 30 \cdot 87,5 \cdot 1,3 = 750,075 \text{ kN} \quad (\text{Kiriş Kesme Kuvveti Dayanımı})$$

$$V_e = 214,65 \text{ kN} \leq 750,075 \text{ kN}$$

$$V_e - V_{dy} \geq 214,65 - 115,5 = 99,15 \text{ kN} \geq 0,5 \cdot 178,6 = 89,3 \text{ kN}$$

olduğundan betonun kesme dayanımına katkısı gözönüne alınamaz. Sonuç olarak sarılma bölgesindeki etriye hesabına esas olan kesme kuvveti değeri

$$V_e = 214,65 \text{ kN} \text{ 'dir.}$$

Etriye ile taşınabilecek kesme kuvveti (V_w)

$$V_w = \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{ywd} \cdot d = \frac{2 \cdot 0,79}{15} \cdot 36,5 \cdot 87,5 = 336,41 \text{ kN} \quad (5.5)$$

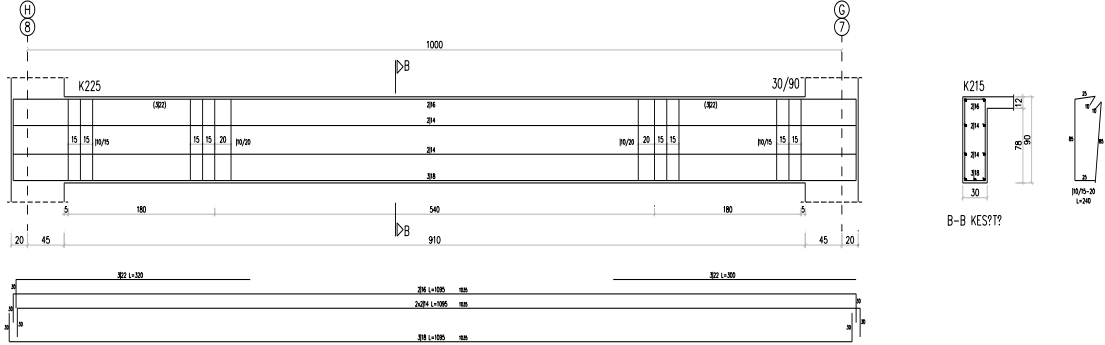
$$V_w > V_e$$

Sarılma bölgesinde $\Phi 10/15$ etriye yeterlidir. Sarılma bölgesi dışında ise TS500 'de verilen minimum enine donatı uygulanacaktır.

$$\min \rho = 0,30 \cdot \frac{f_{ctd}}{f_{ywd}} \cdot d \quad (5.6)$$

$$\min \rho = 0,30 \cdot \frac{100}{36500} \cdot 87,5 = 0,02466 < 2 \cdot \frac{0,79}{20} = 0,072$$

K225 kirişinde kullanılacak etriye $\Phi 10/15-20$ olacaktır.



Şekil 5-8 K225 Kirişi Donatı Düzeni

5.2 K201, K202, K203 Kirişleri Betonarme Hesabı

I Aksı üzerinde yer alan 0,40mx0,90m K201, K202, K203 kirişleri birbirine dik olan X ve Y doğrultusu depremine paralel olduğundan boyutlamada ilgili yük kombinasyonları kullanılacaktır.

5.2.1 TS500 'e göre Boyut ve Donatılar İle İlgili Koşullar

İlk olarak TS500 'deki kurallar kontrol edilirse;

- $N_d \leq 0,1 \cdot f_{ck} \cdot A_c$ (Kirişlerde aşılmaması gereken hesap eksenel kuvveti)

$$69,6 \text{ kN} \leq 0,1 \cdot 2000 \cdot 40 \cdot 90 = 720 \text{ kN} \quad (\text{K203 kirişi})$$

- $h \geq 300 \text{ mm} \quad h \geq 3h_f$

$$h = 900 \text{ mm} \geq 300 \text{ mm} \quad h = 900 \text{ mm} \geq 3 \cdot 120 = 360 \text{ mm}$$

- $b \geq 200 \text{ mm} \quad b \geq h + b_{w1}$

b_{w1} : Kirişin birleştiği kolonun kirişe dik boyutu

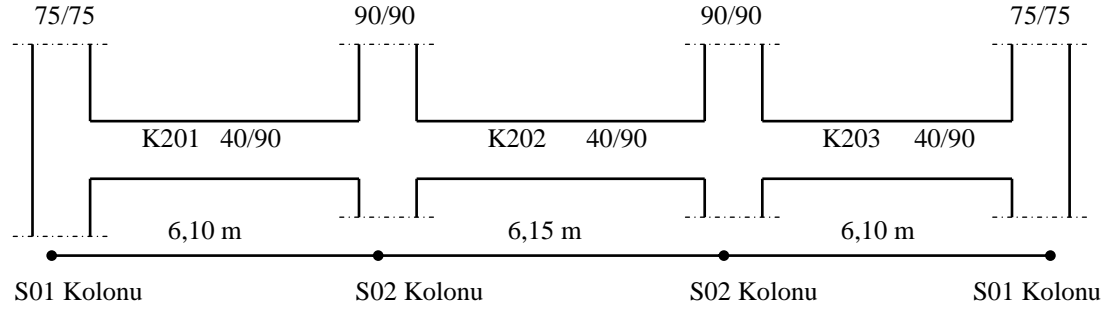
$$b = 300 \text{ mm} \geq 200 \text{ mm} \quad b = 300 \text{ mm} \geq 900 + 650 = 1550 \text{ mm}$$

- Kirişlerde çekme donatısı oranı ρ aşağıdaki değerden az olamaz.

$$\frac{A_s}{b_w \cdot d} \geq \rho_{\min} = 0,8 \cdot \frac{f_{ctd}}{f_{yd}} \quad \text{ayrıca bu oran } \rho \leq 0,02 \text{ olmalıdır.}$$

$$\rho_{\min} \geq 0,8 \cdot \frac{100}{36500} = 0,00219 \text{ olmalıdır.}$$

- Kirişlerde 12 mm den küçük çaplı donatı kullanılmaz ve gövde yüksekliği 600 mm den büyük kirişlerde en az $A_{sl}=0,001.b_w.d$ kadar bir gövde donatısı kullanılmalıdır. Gövde donatısı çapı 10 mm den az ve aralığı 300 mm fazla olamaz. K201, K202, K203 kirişinde her iki yüzde 300mm ara ile $\Phi 14$ gövde donatısı kullanılacaktır.



Şekil 5-9 K201-K202-K203 Kirişi

5.2.2 Deprem Yönetmeliği'ne göre Süneklik Düzeyi Yüksek Kirişlerdeki Koşullar

Deprem Yönetmeliği 'ndeki kurallar incelenirse;

5.2.2.1 Enkesit Koşulları

5.1.2.1 'de verilen enkesit koşulları K201, K202, K203 kirişleri içinde aynen geçerlidir. Tüm enkesit koşulları sağlanmaktadır.

5.2.2.2 Boyuna Donatı Koşulları

5.1.2.2 de verilen boyuna donatı koşulları aynen geçerlidir.

5.2.2.3 Boyuna Donatının Düzenlenmesi

5.1.2.3 de verilen boyuna donatı düzenlemesi koşulları aynen geçerlidir.

(Bkz. Şekil 5-3)

5.2.2.4 Boyuna Donatıların Eklenmesine İlişkin Koşullar

5.1.2.4 de verilen boyuna donatı eklenmesine ilişkin koşullar aynen geçerlidir.

5.2.2.5 Enine Donatı Koşulları

5.1.2.5 de verilen enine donatı koşulları aynen geçerlidir. (Bkz. Şekil 5-4)

5.2.3 Boyuna Donatı Hesabı

Yukarıda verilmiş olan kurallar dahilinde K201-K202-K203 kirişleri hesapları aşağıda verilmiştir.

Malzeme : BS20 fcd=13 MPa fctd=1MPa
 BÇIII fyd=365 MPa

K201 Kirişi Açıklıkta Hesap:

$$b=40 \text{ cm}$$

$$h=90 \text{ cm}$$

$$d'=2,5 \text{ cm}$$

$$d=87,5 \text{ cm}$$

$$M_d=295,58 \text{ kN}$$

$$K=b \cdot d^2 / M_d$$

$$K=40 \cdot 87,5^2 / 295,8=103,61 \quad k_s=0,304 \quad A_s=k_s \cdot M_d / d=0,304 \cdot 295,8 / 87,5=10,27 \text{ cm}^2$$

K201 Kirişi Sol Mesnette Hesap:

$$b=40 \text{ cm}$$

$$h=90 \text{ cm}$$

$$d'=2,5 \text{ cm}$$

$$d=87,5 \text{ cm}$$

$$M_d=-693,63 \text{ kN}$$

$$K=b \cdot d^2 / M_d$$

$$K=40 \cdot 87,5^2 / 693,3=44,15 \quad k_s=0,325 \quad A_s=k_s \cdot M_d / d=0,325 \cdot 693,3 / 87,5=25,76 \text{ cm}^2$$

K201 Kirişi Sağ Mesnette Hesap:

$$b=40 \text{ cm}$$

$$h=90 \text{ cm}$$

$$d'=2,5 \text{ cm}$$

$$d=87,5 \text{ cm}$$

$$M_d=-684,99$$

$$K=b \cdot d^2 / M_d$$

$$K=40.87,5^2/6849,9= 44,71 \quad k_s=0,325 \quad A_s=k_s.M_d/d=0,325.6849,9/87,5=25,44 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{min}(\text{a\cık\lık})}=0,8.100/36500.40.90=7,89 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{min}(\text{mesnet})}=100/36500.40.90=9,86 \text{ cm}^2$$

K202 Kirişı Açıklıkta Hesap:

$$b=40 \text{ cm}$$

$$h=90 \text{ cm}$$

$$d'=2,5 \text{ cm}$$

$$d=87,5 \text{ cm}$$

$$M_d=336,86 \text{ kN}$$

$$K=b.d^2/M_d$$

$$K=40.87,5^2/3368,6=90,91 \quad k_s=0,306 \quad A_s=k_s.M_d/d=0,306.3368,6/87,5=11,78 \text{ cm}^2$$

K202 Kirişı Sol Mesnette Hesap:

$$b=40 \text{ cm}$$

$$h=90 \text{ cm}$$

$$d'=2,5 \text{ cm}$$

$$d=87,5 \text{ cm}$$

$$M_d=-733,49 \text{ kN}$$

$$K=b.d^2/M_d$$

$$K=40.87,5^2/7334,9=41,75 \quad k_s=0,327 \quad A_s=k_s.M_d/d=0,327.7334,9/87,5=27,41 \text{ cm}^2$$

K202 Kirişı Sağ Mesnette Hesap:

$$b=40 \text{ cm}$$

$$h=90 \text{ cm}$$

$$d'=2,5 \text{ cm}$$

$$d=87,5 \text{ cm}$$

$$M_d=-686,88$$

$$K=b.d^2/M_d$$

$$K=40.87,5^2/6868,8= 44,59 \quad k_s=0,325 \quad A_s=k_s.M_d/d=0,325.6868,8/87,5=25,51 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{min}(\text{a\cık\lık})}=0,8.100/36500.40.90=7,89 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{min}(\text{mesnet})}=100/36500.40.90=9,86 \text{ cm}^2$$

K203 Kirişı Açıklıkta Hesap:

$$b=40 \text{ cm}$$

$$h=90 \text{ cm}$$

$$d'=2,5 \text{ cm}$$

$$d=87,5 \text{ cm}$$

$$M_d=320,9 \text{ kN}$$

$$K=b \cdot d^2/M_d$$

$$K=40.87,5^2/3209=95,43 \quad k_s=0,305 \quad A_s=k_s \cdot M_d/d=0,305 \cdot 3209/87,5=11,19 \text{ cm}^2$$

K203 Kirişi Sol Mesnette Hesap:

$$b=40 \text{ cm}$$

$$h=90 \text{ cm}$$

$$d'=2,5 \text{ cm}$$

$$d=87,5 \text{ cm}$$

$$M_d=-729,95 \text{ kN}$$

$$K=b \cdot d^2/M_d$$

$$K=40.87,5^2/7299,5=41,95 \quad k_s=0,327 \quad A_s=k_s \cdot M_d/d=0,327 \cdot 7299,5/87,5=27,28 \text{ cm}^2$$

K203 Kirişi Sağ Mesnette Hesap:

$$b=40 \text{ cm}$$

$$h=90 \text{ cm}$$

$$d'=2,5 \text{ cm}$$

$$d=87,5 \text{ cm}$$

$$M_d=-643,72$$

$$K=b \cdot d^2/M_d$$

$$K=40.87,5^2/6437,2=47,56 \quad k_s=0,321 \quad A_s=k_s \cdot M_d/d=0,321 \cdot 6437,2/87,5=23,62 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin(açıklık)}=0,8 \cdot 100/36500 \cdot 40 \cdot 90=7,89 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin(mesnet)}=100/36500 \cdot 40 \cdot 90=9,86 \text{ cm}^2$$

5.2.4 Kesme güvenliğinin Sağlanması

Kirişlerde enine donatı hesabına esas alınacak kesme kuvveti, V_e , depremin soldan sağa veya sağdan sola etkimesi durumları için ayrı ayrı ve elverişsiz sonuç verecek şekilde, denklem(5.3) ile bulunacaktır (Bkz. Şekil 5-6).

Kiriş uçlarındaki pekleşmeli taşıma gücü momentleri, daha kesin hesap yapılmadığı durumlarda, $M_{pi} \cong 1.4 M_{ri}$ ve $M_{pj} \cong 1.4 M_{rj}$ olarak alınabilir.

Denklem (5.3) ile hesaplanan kesme kuvveti, V_e , denklem (5.4) ile verilen koşulları sağlayacaktır. Denklem (5.4b)'deki koşulun sağlanamaması durumunda, kesit boyutları gereği kadar büyütülerek deprem hesabı tekrarlanacaktır.

Kiriş enine donatısının V_e kesme kuvvetine göre hesabında, betonun kesme dayanımına katkısı, V_c , TS-500'e göre belirlenecektir. Ancak, kiriş sarılma bölgelerindeki enine donatının hesabında $V_e - V_{dy} \geq 0.5 V_d$ olması durumunda, betonun kesme dayanımına katkısı $V_c = 0$ alınacaktır. Hiçbir durumda pliyelelerin kesme dayanımına katkıları gözönüne alınmayacaktır.

Statik çözüm sonucu bulunan en büyük kesme kuvveti (V_d)

$$K201 V_d = 364,4 \text{ kN}$$

$$K202 V_d = 362,1 \text{ kN}$$

$$K203 V_d = 376,6 \text{ kN}$$

İşletme yükleri altında mesnetlerde oluşan kesme kuvveti (V_{dy})

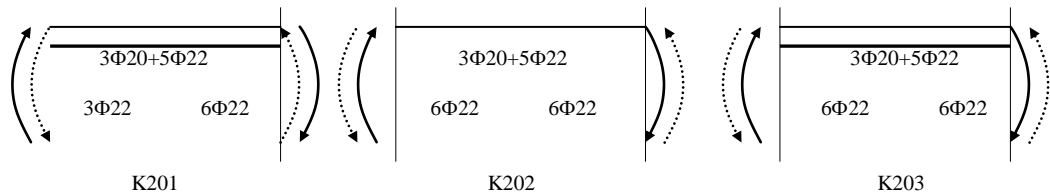
$$K201 V_{dy} = 220,2 \text{ kN}$$

$$K202 V_{dy} = 206,1 \text{ kN}$$

$$K203 V_{dy} = 231,7 \text{ kN}$$

Kirişin sağ yada sol ucunda f_{cd} ve f_{yd} ye göre hesaplanan pozitif veya negatif taşıma gücü momentleri M_{ri} , M_{rj}

M_{ri} , $M_{rj} \cong M_d \cdot A_s(\text{mevcut}) / A_s(\text{hesap})$ hesaplanacak olursa;



Şekil 5-10 I ve J ucu Moment Taşıma Kapasiteleri

Deprem'in soldan sağa etkimesi durumunda:

K201 Kirişinde;

$$M_{ri} = 693,63 \cdot 28,42 / 25,76 = 765,2 \text{ kN}$$

$$M_{rj} = 295,58 \cdot 22,8 / 10,28 = 655,6 \text{ kN}$$

K202 Kirişinde;

$$M_{ri} = 733,49 \cdot 28,42 / 27,41 = 760,5 \text{ kN}$$

$$M_{rj} = 336,86 \cdot 22,8 / 11,78 = 665 \text{ kN}$$

K203 Kirişinde;

$$M_{ri}=729,95.28,42/27,28=760,5 \text{ kN}$$

$$M_{rj}=320,9.11,40/11,19=327 \text{ kN}$$

Depremi sağdan sola etkimesi durumunda:

K201 Kirişinde;

$$M_{ri}=295,58.11,40/10,28=377,8 \text{ kN}$$

$$M_{rj}=684,99.28,42/25,44=765,2 \text{ kN}$$

K202 Kirişinde;

$$M_{ri}=665 \text{ kN}$$

$$M_{rj}=686,88.28,42/25,51=765,2 \text{ kN}$$

K203 Kirişinde;

$$M_{ri}=320,9.22,8/11,19=653,8 \text{ kN}$$

$$M_{rj}=643,72.28,42/23,62=774,5 \text{ kN}$$

K201 Kirişinde;

$$M_{pi}=1,4.765,2=1071,28 \text{ kN}$$

$$M_{pj}=1,4.655,6=917,84 \text{ kN}$$

$$l_n=5,275 \text{ m}$$

$$V_e=220,2+(1071,28+917,84)/5,275=597,3 \text{ kN}$$

K202 Kirişinde;

$$M_{pi}=1,4.665=931 \text{ kN}$$

$$M_{pj}=1,4.765,2=1071,28 \text{ kN}$$

$$l_n=5,25 \text{ m}$$

$$V_e=206,1+(1071,28+931)/5,25=587,5 \text{ kN}$$

K203 Kirişinde;

$$M_{pi}=1,4.653,8=915,3 \text{ kN}$$

$$M_{pj}=1,4.774,5=1084,3 \text{ kN}$$

$$l_n=5,275 \text{ m}$$

$$V_e=231,7+(915,3+1084,3)/5,275=610,8 \text{ kN}$$

K201, K202, K203 kirişlerinde $V_e - V_{dy} \geq 0,5.V_d$ koşulu sağlandığından betonun kesme dayanımına katkısı gözönüne alınamaz. Sonuç olarak sarılma bölgesindeki etriye hesabına esas olan kesme kuvveti değeri V_e ile bulunan değerlerdir.

Etriye ile taşınabilecek kesme kuvveti (V_w) $\Phi 12/10$ ile,

$$V_w = \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{ywd} \cdot d = \frac{2 \cdot 1,13}{10} \cdot 36,5 \cdot 87,5 = 721,79 = kN$$

Görüldüğü gibi sarılma bölgelerinde yerleştirilecek $\Phi 12/10$ etriye bu kirişlerdeki tasarıma esas olan kesme kuvvetini karşılamaktadır. Sarılma bölgesi dışında ise TS500 'de verilen minimum enine donatı uygulanacaktır.

$$\min \rho = 0,30 \cdot \frac{f_{ctd}}{f_{ywd}} \cdot d$$

$$\min \rho = 0,30 \cdot \frac{100}{36500} \cdot 87,5 = 0,072 < 2 \cdot \frac{1,13}{20} = 0,113$$

K201, K202, K203 kirişlerinde $\Phi 12/10-20$ etriye kullanılacaktır.

BÖLÜM 6 ZEMİN KAT VE BİRİNCİ KAT BETONARME KOLONLARI STATİK VE BETONARME HESABI

Bu bölümde ± 0.00 +4.50 kotları arasındaki Zemin Kat Kolonları ve +4.50 +8.00 kotları arasındaki 1.Kat Kolonları statik ve betonarme hesapları TS500 ve Deprem Yönetmeliği'ndeki kurallar ışığında yapılmıştır.

6.1 Kolonlarda Narinlik Kontrolü

Yüksek dayanımlı betonların üretilmesi ve kolon boyutlarında bu sayede sağlanan kesit küçülmesi narinliğin önemli bir sorun olarak ortaya çıkmasına neden olmuştur. Narinlik bir kolonun iki ucunun mesnetlenme durumuna, kesitine ve kolonun içinde bulunduğu çerçevenin yerdeğiştirme durumuna bağlıdır. Narinlik hesabında iki ucu mafsallı bir kolonun boyuna eşdeğer bir etkili boy tarifi esastır. Bu durumda bu iki ucun birbirine göre relatif olarak hareket edip etmeyeceğide önemlidir.

Genel olarak söylenebilirki,

Yanal yerdeğiştirmesi önlenmiş sistemlerde $k \leq 1.0$

Yanal yerdeğiştirmesi önlenmemiş sistemlerde $k \geq 1.0$ kabul edilebilir. Burada

k :burkulma boyu katsayısı

Bu katsayıların belirlenmesinde kolonun iki ucunun bağlandığı noktalardaki elemanların relatif dönme rijitlikleri etkili olur. Kolonlar kirişlere göre çok daha rijit ise mafsallı birleşime yaklaşılırken kirişlerin rijit olması ankastre birleşime yaklaşır.

$k=(\text{Yerdeğiştirme durumu, } \alpha_A, \alpha_B)$

$$\alpha = \left(\sum \frac{I}{l} \right)_{\text{kolon}} / \left(\sum \frac{I}{l} \right)_{\text{kiriş}} \quad (6.1)$$

Bu katsayıları bulurken abakların yanında ACI-398 'in verdiği ifadelerde kullanılabilir (Bkz.Denklem 6.4).

Kolonun narinliği atalet yarıçapında bağlıdır:

$$i = \sqrt{(I / A)} \quad (6.2)$$

Narinliğin bir kolonun dayanımını önemli ölçüde etkileyip etkilemediğininde, aşağıdaki sınır değerlerle anlaşılır.

$l_k/i < 20$ ise narinliğin kolon dayanımına fazla bir etkisi olmaz.

$l_k/i > 70$ ise narinliğin kolon dayanımını etkiler, taşıma gücüne ulaşılmadan kolonun burkulma tehlikesi vardır.

Yapıdaki zemin kat ve birinci kat kolonlarında en fazla narinlik etkisinin olabileceği kesit bakımından küçük, narin kirişlerle kuşatılmış kolonlar dikkate alınarak narinlik etkisi araştırılacak ve bu tehlike söz konusu ise TS500'de verilen kurallar dahilinde narinlik etkisi hesaba katılacaktır.

6.1.1 Zemin Kat Yanal Yerdeğiştirme Durumunun Değerlendirilmesi

Narinlik etkisinin bulunabilmesi için önce yanal öteleme durumunun bilinmesine ihtiyaç vardır. Yapı sistemi içinde yeterli rijitliği sağlayan perde duvar benzeri elemanlar varsa yanal öteleme önlenmiş sayılabilir. Bunun yanında ikinci mertebe hesabıyla doğrusal elastik malzeme davranışı kabulüyle yatay ve düşey yükler altında yapılan hesaplar sonucu kolon uç momentlerindeki değişimin birinci mertebe hesaba göre en çok %5 fark ettiği gösterilebiliyorsa yanal ötelemenin önlenmiş olduğu varsayılabilir. Eğer ikinci mertebe çözüm yapılmıyorsa yapının herhangi bir katı için taşıyıcı sistemin bütününe gözönünde tutarak hesaplanan duraylılık (stabilite) göstergesi TS500 Madde 7.6.2.1'de verilen sınırı aşmadığı durumlarda yanal ötelemenin önlenmiş olduğu varsayılabilir.

$$\varphi = 1,5 \cdot \Delta_i \frac{\sum \frac{N_{di}}{l_i}}{V_{fi}} \leq 0,05 \quad (6.3)$$

Bu hesaplarda çatlamamış kesit varsayımı altında $F_d=1,0G+1,0Q+1,0E$ ve $F_d=1,0G+1,3Q+1,3W$ birleşimlerinden bulunan değerlerin elverişsizi alınmalıdır.

Zemin Kat Kolonları için bu bağıntı uygulanırsa;

P6 perdesi için başlık bölgesi teşkil eden koloncuklar haricinde zemin katta 30 adet kolon mevcuttur. BET-2 Kombinasyonunda oluşan zemin kat kolonları normal kuvvetleri toplamı: $N_{di}=135368$ kN dir.

BET-2 Kombinasyonunda oluşan görelî kat ötelemesi (Δ_i):

Zemin kat içinde yer alan tüm noktaların görelî kat ötelemeleri ortalaması:

$$G+Q+E_x=0,307 \text{ cm}$$

$$G+Q-E_x=-0,318 \text{ cm}$$

Zemin Katta X doğrultusundaki depremde oluşan kesme kuvveti (V_{fi}):

$$V_{fi}=10978 \text{ kN dir.}$$

$$\text{O halde } \varphi_x=1,5 \cdot 0,318 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{135368/4,5}{10978} = 0,013 \leq 0,05$$

BET-3 Kombinasyonunda oluşan zemin kat kolonları normal kuvvetleri toplamı:

$$N_{di}=136663 \text{ kN dir.}$$

BET-3 Kombinasyonunda oluşan görelî kat ötelemesi (Δ_i):

Zemin Kat içinde yer alan tüm noktaların görelî kat ötelemeleri ortalaması:

$$G+Q+E_y=0,351 \text{ cm}$$

$$G+Q-E_y=-0,342 \text{ cm}$$

Zemin katta Y doğrultusundaki depremde oluşan kesme kuvveti (V_{fi}):

$$V_{fi}=10701,4 \text{ kN dir.}$$

$$\text{O halde } \varphi_y=1,5 \cdot 0,351 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{136663/4,5}{10701,4} = 0,015 \leq 0,05$$

Sonuç olarak tüm zemin kat kolonları için yanâl öteleme önlenmiştir.

6.1.2 S07 (Zemin) Kolonunda Narinlik Etkisi Kontrolü

Zemin Kat kalıp planında köşede yer alan S07 (0,65mx0,65m) boyutlu bu kolonda burkulma boyunu bulursak;

$$k=(\text{Yerdeğiştirme durumu, } \alpha_A, \alpha_B)$$

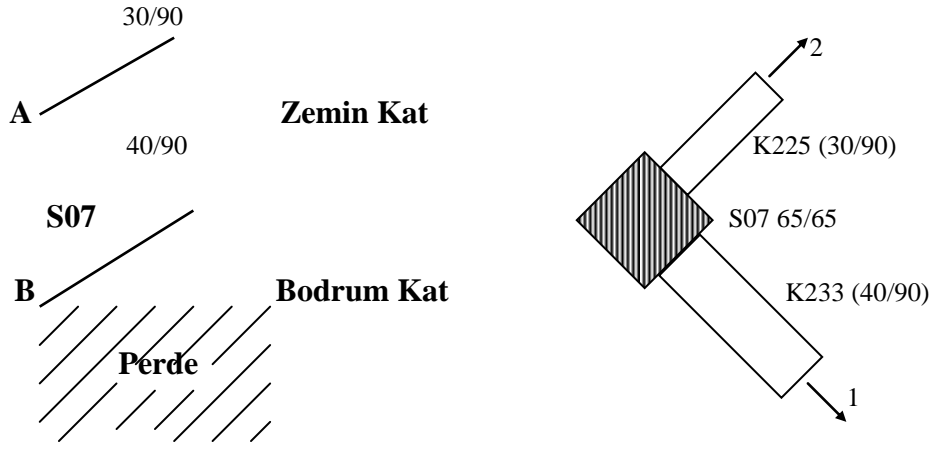
$$\alpha=(\sum \frac{I}{l})_{\text{kolon}} / (\sum \frac{I}{l})_{\text{kiriş}}$$

Yanâl ötelemesi önlenmiş olan bu kolonda

$$k=0,7+0,05 \cdot (\alpha_1+\alpha_2) \leq (0,85+0,05\alpha_{\min}) \leq 1,0 \quad (6.4)$$

Bu iki bağıntıdan bulunan değerin küçüğü alınır.

Şekil 6-1'deki S07 kolonunun çerçeve içindeki durumuna bakarak asal eksenleri doğrultusunda burkulma boyları hesaplanırsa;



Şekil 6-1 S07 Kolonu (Zemin Kat)

1 doğrultusunda hesap:

$$\alpha_A = \frac{\{(65^4/12):4,5 + (65^4/12):3,5\}}{\{(30.90^3/12):10\}}$$

$$\alpha_A = 4,146$$

$$\alpha_B = 1,00 \text{ alınacaktır.}$$

2 doğrultusunda hesap:

$$\alpha_A = \frac{\{(65^4/12):4,5 + (65^4/12):3,5\}}{\{(40.90^3/12):4,56\}}$$

$$\alpha_A = 1,418$$

$$\alpha_B = 1,00 \text{ alınacaktır.}$$

Denklem (6.4) bağıntısıyla;

$$k = 0,7 + 0,05 \cdot (4,146 + 1,0) = 0,9573 \quad \longrightarrow \text{1 doğrultusu}$$

$$k = 0,85 + 0,05 \cdot 1,00 = 0,900$$

$$k = 0,7 + 0,05 \cdot (1,418 + 1,0) = 0,821 \quad \longrightarrow \text{2 doğrultusu}$$

$$k = 0,85 + 0,05 \cdot 1,0 = 0,900$$

1 yönü için $k=0,900$ 2 yönü için ise $k=0,821$ olarak bulunur.

TS500 Madde 7.6.2.3'e göre yanal ötelemesi önlenmiş kolonlarda

$$l_k / i \leq 34 - 12 \cdot (M_1 / M_2) \leq 40 \quad (6.5)$$

koşulu sağlanıyorsa narinlik etkisi ihmal edilebilir.

$$l_k = k \cdot l = 0,900 \cdot 450 = 405 \text{ cm} \quad (\text{burkulma boyu})$$

$$i = \sqrt{(65^4 / 12) : 65^2} = 18,8 \text{ cm}$$

$$l_k / i \leq 21,58 \leq 22$$

Burada M_1 ve M_2 herhangi bir yük kombinasyonunda yapısal çözümlenmeden elde edilen kolon uç momentleridir. ($M_1 \leq M_2$) M_1 ve M_2 aynı yüzde basınç doğuracak şekilde ise (tek eğrilikli kolon) M_1/M_2 oranı pozitif, tersi durumda negatif alınmalıdır.

En elverişsiz değer olarak M_1/M_2 oranının 1,0 olduğunu düşünürsek $l_k / i \leq 22$ olması gerektiği ortaya çıkar bu şartta sağlanmakta olduğundan S07 kolonunda narinlik etkisi hesaba katılmayabilir.

6.1.3 S01 (Zemin) Kolonunda Narinlik Etkisi Kontrolü

Zemin Kat kalıp planında köşede yer alan S01 (75/75) boyutlu bu kolonda burkulma boyunu bulursak;

$$k = (\text{Yerdeğiştirme durumu}, \alpha_A, \alpha_B)$$

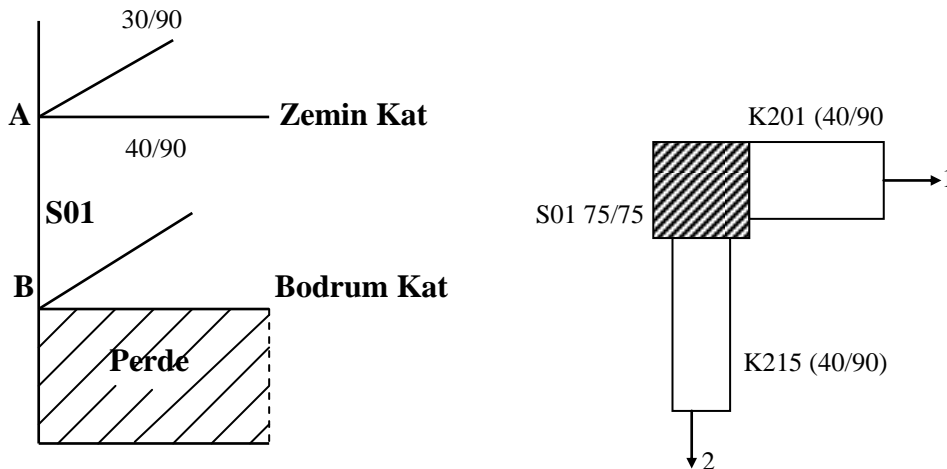
$$\alpha = \left(\sum \frac{I}{l} \right)_{\text{kolon}} / \left(\sum \frac{I}{l} \right)_{\text{kiriş}}$$

Yanal ötelemesi önlenmiş olan bu kolonda

$$k = 0,7 + 0,05 \cdot (\alpha_1 + \alpha_2) \leq (0,85 + 0,05 \alpha_{\min}) \leq 1,0$$

Bu iki bağıntıdan bulunan değerlerin küçüğü alınır.

Şekil 6-2'deki S01 kolonunun çerçeve içindeki durumuna bakarak asal eksenleri doğrultusunda burkulma boyları hesaplanırsa;



Şekil 6-2 S01 Kolonu (Zemin Kat)

1 doğrultusunda hesap:

$$\alpha_A = \{(75^4/12):4,5 + (75^4/12):3,5\} / \{(40.90^3/12):6,10\}$$

$$\alpha_A = 3,362$$

$\alpha_B = 1,00$ alınacaktır.

2 doğrultusunda hesap:

$$\alpha_A = \{(75^4/12):4,5 + (75^4/12):3,5\} / \{(30.90^3/12):10\}$$

$$\alpha_A = 7,349$$

$\alpha_B = 1,00$ alınacaktır.

Denklem (6.4) bağıntısıyla;

$$k = 0,7 + 0,05 \cdot (3,362 + 1,0) = 0,918 \quad \longrightarrow \quad 1 \text{ doğrultusunda}$$

$$k = 0,85 + 0,05 \cdot 1,00 = 0,900$$

$$k = 0,7 + 0,05 \cdot (7,349 + 1,0) = 1,117 \quad \longrightarrow \quad 2 \text{ doğrultusunda}$$

$$k = 0,85 + 0,05 \cdot 1,0 = 0,900$$

1 doğrultusunda için $k = 0,900$ 2 yönü için ise $k = 0,900$ olarak bulunur.

TS500 Madde 7.6.2.3'e göre yanal ötelemesi önlenmiş kolonlarda

$$l_k / i \leq 34 - 12 \cdot (M_1 / M_2) \leq 40$$

koşulu sağlanıyorsa narinlik etkisi ihmal edilebilir.

$$l_k = k \cdot l = 0,900 \cdot 450 = 405 \text{ cm} \quad \text{“Burkulma Boyu”}$$

$$i = \sqrt{(75^4 / 12) : 65^2} = 21,65 \text{ cm}$$

$$l_k / i \leq 18,70 \leq 22$$

Burada M_1 ve M_2 herhangi bir yük kombinasyonunda yapısal çözümlenmeden elde edilen kolon uç momentleridir. ($M_1 \leq M_2$) M_1 ve M_2 aynı yüzde basınç doğuracak şekilde ise (tek eğrilikli kolon) M_1/M_2 oranı pozitif , tersi durumda negatif alınmalıdır.

En elverişsiz değer olarak M_1/M_2 oranının 1,0 olduğunu düşünürsek $l_k / i \leq 22$ olması gerektiği ortaya çıkar bu şartta sağlanmakta olduğundan S01 kolonunda narinlik etkisi hesaba katılmayabilir. Sonuç olarak narinlik açısından elverişsiz

durumda olan bu iki kolonun incelenmesinden zemin katta narinlik etkisinin önemli olmadığı ve ihmal edilebileceği ortaya çıkar.

6.1.4 1.Kat Yanal Yerdeğiştirme Durumunun Değerlendirilmesi

1. Kat Kolonları için denklem 6.3 uygulanırsa; P6 perdesi için başlık bölgesi teşkil eden koloncuklar haricinde 1. katta 30 adet kolon mevcuttur.

BET-2 Kombinasyonunda oluşan 1. kat kolonları normal kuvvetleri toplamı:

$N_{di}=119577$ kN dir.

BET-2 Kombinasyonunda oluşan görece kat ötelemesi (Δ_i):

1. Kat içinde yer alan tüm noktaların görece kat ötelemeleri ortalaması:

$$G+Q+E_x=0,258\text{cm}$$

$$G+Q-E_x=-0,269\text{cm}$$

1. Katta X yönündeki depremde oluşan kesme kuvveti (V_{fi}):

$V_{fi}= 10476,4$ kN dir.

$$\text{O halde } \varphi_x=1,5 \cdot 0,269 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{119577/3,5}{10476,4} = 0,013 \leq 0,05$$

BET-3 Kombinasyonunda oluşan 1. kat kolonları normal kuvvetleri toplamı:

$N_{di}=120510$ kN dir.

BET-3 Kombinasyonunda oluşan görece kat ötelemesi (Δ_i):

1. Kat içinde yer alan tüm noktaların görece kat ötelemeleri ortalaması:

$$G+Q+E_y=0,303\text{cm}$$

$$G+Q-E_y=-0,293\text{cm}$$

1. Katta Y yönündeki depremde oluşan kesme kuvveti (V_{fi}):

$V_{fi}=10155,6$ kN dir.

$$\text{O halde } \varphi_y=1,5 \cdot 0,303 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{120510/3,5}{10155,6} = 0,0154 \leq 0,05$$

Sonuç olarak tüm 1. kat kolonları için yanıl öteleme önlenmiştir.

6.1.5 S07 (1.Kat) Kolonunda Narinlik etkisi Kontrolü

Birinci kat kalıp planında köşede yer alan S07 (65/65) boyutlu bu kolonda burkulma boyunu bulursak;

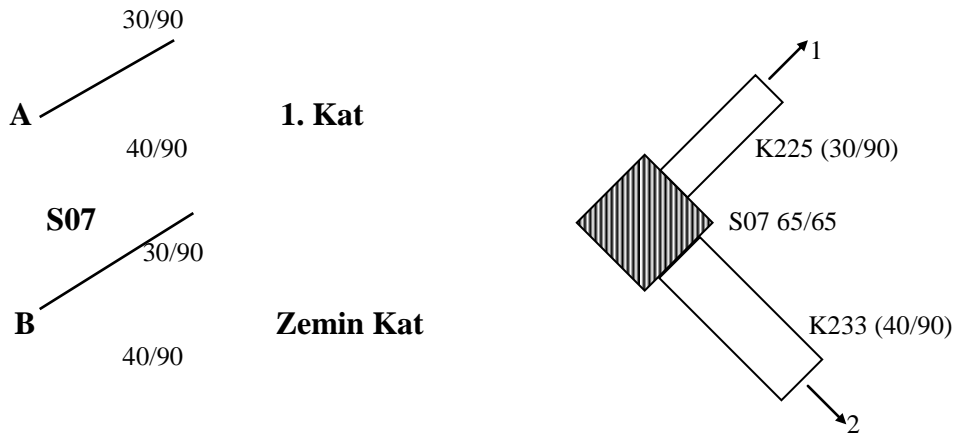
$k=(\text{Yerdeğiştirme durumu}, \alpha_A, \alpha_B)$

$$\alpha=(\sum \frac{I}{l})_{\text{kolon}}/(\sum \frac{I}{l})_{\text{kiriş}}$$

Yanal ötelemesi önlenmiş olan bu kolonda

$$k=0,7+0,05 \cdot (\alpha_1+\alpha_2)\leq(0,85+0,05\alpha_{\min})\leq 1,0$$

Bu iki bağıntıdan bulunan değer in küçüğü alınır. Şekil 6-3'deki S07 kolonunun çerçeve içindeki durumuna bakarak asal eksenleri doğrultusunda burkulma boyları hesaplanırsa;



Şekil 6-3 S07 Kolonu (1.Kat)

1 doğrultusunda hesap:

$$\alpha_A=\frac{\{(65^4/12):3,5+(65^4/12):3,5\}}{\{(30.90^3/12):10\}}$$

$$\alpha_A=4,664$$

$$\alpha_B=\frac{\{(65^4/12):3,5+(65^4/12):4,5\}}{\{(30.90^3/12):10\}}$$

$$\alpha_B=4,146$$

2 doğrultusunda hesap:

$$\alpha_A=\frac{\{(65^4/12):3,5+(65^4/12):3,5\}}{\{(40.90^3/12):4,56\}}$$

$$\alpha_A=1,595$$

$$\alpha_B=\frac{\{(65^4/12):4,5+(65^4/12):3,5\}}{\{(40.90^3/12):4,56\}}$$

$$\alpha_B=1,418$$

Denklem (6.4) bağıntısıyla;

$$k=0,7+0,05.(4,664+4,146)=1,1405 \longrightarrow 1 \text{ doğrultusunda}$$

$$k=0,85+0,05.4,146=1,057 \text{ (1.00 alınır.)}$$

$$k=0,7+0,05.(1,595+1,418)=0,851 \longrightarrow 2 \text{ doğrultusunda}$$

$$k=0,85+0,05.1,418=0,921$$

1 yönü için $k=1,00$ 2 yönü için ise $k=0,851$ olarak bulunur.

TS500 Madde 7.6.2.3'e göre yanal ötelemesi önlenmiş kolonlarda

$$l_k / i \leq 34 - 12 \cdot (M_1 / M_2) \leq 40$$

koşulu sağlanıyorsa narinlik etkisi ihmal edilebilir.

$$l_k = k.l = 1,0.450 = 450 \text{ cm} \quad (\text{burkulma boyu})$$

$$i = \sqrt{(65^4 / 12)} : 65^2 = 18,76 \text{ cm}$$

$$l_k / i \leq 18,65 \leq 22$$

Burada M_1 ve M_2 herhangi bir yük kombinasyonunda yapısal çözümlemeden elde edilen kolon uç momentleridir. ($M_1 \leq M_2$) M_1 ve M_2 aynı yüzde basınç doğuracak şekilde ise (tek eğrilikli kolon) M_1/M_2 oranı pozitif, tersi durumda negatif alınmalıdır.

En elverişsiz değer olarak M_1/M_2 oranının 1,0 olduğunu düşünürsek $l_k / i \leq 22$ olması gerektiği ortaya çıkar bu şartta sağlanmakta olduğundan S07 kolonunda narinlik etkisi hesaba katılmayabilir.

Sonuç olarak narinlik açısından elverişsiz durumda olan bu kolonun incelenmesinden 1. katta narinlik etkisinin önemli olmadığı ve ihmal edilebileceği ortaya çıkar.

6.2 Zemin ve 1.Kat Kolonlarında Boyuna Donatıların Hesaplanması

Zemin ve 1.Kat kolon boyuna donatılarının bulunmasına esas olan kesit tesirleri 3 boyutlu bilgisayar modelinden alınmıştır(ETABS v7.18). Tüm yükleme kombinasyonlarına ait kesit tesirleri içinden en büyük boyuna donatı miktarını veren kombinasyon değerleri Tablo 6-1 ve Tablo 6-2 'de ayrıntılı olarak verilmiştir.

Boyuna donatı miktarı yapılan bilgisayar programı ile donatı yerleşiminide gözönüne alacak şekilde bulunmuştur [8]. (Bilgisayar Programı ekte verilmiştir.)

Eksenel kuvvetin çekme olması durumunda da [8]'de önerilen bağıntılar yardımıyla boyuna donatı miktarı bulunmuştur. Ayrıca verilen Tablo 6-1 ve Tablo 6-2 'de eksenel kuvvetin en büyük değerleri ve Deprem Yönetmeliği'ne göre kesitin sağlaması gereken $N_{max}=0,5.f_{ck}.A_c$ değerleride verilmiştir.

Boyutlamada kullanılan yükleme kombinasyonları aşağıda gösterilmiştir.

$$\text{BET 1: } 1,4G+1,6Q$$

$$\text{BET 2: } 1,0G+1,0Q \pm 1,0E_x$$

$$\text{BET 3: } 1,0G+1,0Q \pm 1,0E_y$$

$$\text{BET 4: } 1,0G \pm 1,0Q+ASAL_1$$

$$\text{BET 5: } 1,0G+1,0Q \pm ASAL_2$$

$$\text{BET 6: } 0,9G \pm ASAL_1$$

$$\text{BET 7: } 10,9G \pm ASAL_2$$

$$\text{BET 8: } 0,9G \pm 1,0E_x$$

$$\text{BET 9: } 0,9G \pm 1,0E_y$$

$$ASAL_1: 1,0E_x \pm 0,30E_y$$

$$ASAL_2: 0,30E_x \pm 1,0E_y$$

6.3 TS500 'e göre uyulması gereken koşullar

Zemin Kat ve 1. Kat kolonlarında K65/65, K75/75, K80/80, K85/85, K90/90 olmak üzere beş farklı boyut vardır . Bu bölümde TS500 'de uyulması gereken kuralların bir hatırlatması yapılacaktır. Tüm bu koşullar kolonlar donatılırken ve düzenlenirken gözönüne alınmıştır.

- Dikdörtgen kesitli kolonlarda kesit genişliği 250 mm 'den az olamaz. Ancak I, T, L kesitli kolonlarda en küçük kalınlık 200 mm seçilebilir. Kutu kesitli kolonlarda en küçük kalınlık 120 mm olabilir. Daire kesitli kolonlarda ise en küçük kolon çapı 300 m 'den az olamaz.

- Tüm kolonlarda aşağıdaki koşul sağlanmalıdır.

$$N_d \leq 0,9 \cdot f_{cd} \cdot A_c \quad (6.6)$$

- Net beton örtüsü c_c dışındaki elemanlarda 25 mm içteki elemanlarda 20 mm'den az olamaz.
- Kolonlardaki minimum donatı oranı $\rho_{\min}=0,01$ 'dir. Ancak gerekli donatının en az 1,3 katının sağlanmasıyla bu değer 0,005 değerine kadar azaltılabilir.
- Kolonlarda boyuna donatı oranı aşağıda verilen değerlerden fazla olamaz.

$$\rho_t \leq 0,04 \quad (\text{Bindirme bölgeleri dışında})$$

$$\rho_t \leq 0,06 \quad (\text{Bindirmeli ek bölgelerinde})$$

- Etriyeli kolonlarda her dış köşede en az bir boyuna donatı bulunmalıdır. Fretli kolon enkesitinde ise en az 6 boyuna donatı bulunmalıdır. Kolonlarda boyuna donatı çubuğu çapı $\Phi 14$ 'den az olamaz.
- Enine donatı çubuk çapı en küçük boyuna donatı çapının 1/3'ünden az olamaz.
- Enine donatı aralığı en küçük boyuna donatı çapının 12 katından ve 200 mm den fazla olamaz.
- Dikdörtgen kesitli kolonlarda etriye veya aynı aralıkta çirozla tutulmuş olan boyuna donatı çubukları arasındaki uzaklık 300 mm'den fazla olamaz.

6.4 Deprem Yönetmeliği 'ne göre uyulması gereken koşullar

Zemin Kat ve 1. Kat kolonlarında K65/65, K75/75, K80/80, K85/85, K90/90 olmak üzere beş farklı boyut vardır . Bu bölümde Deprem Yönetmeliği'ne göre uyulması gereken kuralların bir hatırlatması yapılacaktır.

Tüm bu koşullar kolonlar donatılırken ve düzenlenirken gözönüne alınmıştır

6.4.1 Enkesit Koşulları

TS500'de verilen enkesit koşulları aynen geçerli olmak üzere ,

- Dikdörtgen kesitli kolonlarda en küçük boyut 7500 mm^2 'den az olamaz.
- Kolonun brüt enkesit alanı $A_c \geq N_{dmax}/(0,50.f_{ck})$ koşulunu sağlayacaktır.

6.4.2 Boyuna Donatı Koşulları

TS500'de verilen boyuna donatı koşulları aynen geçerli olmak üzere ,

- Dikdörtgen kesitli kolonlarda $4\Phi 16$ veya $6\Phi 14$ dairesel kolonlarda ise $6\Phi 14$ bulundurulacaktır.

6.4.3 Boyuna Donatının Düzenlenmesi

- Kolon boyuna donatılarının bindirmeli ekleri, mümkün olabildiğince kolon orta bölgesinde yapılmalıdır. Bu durumda bindirmeli ek boyu, TS-500'de çekme donatısı için verilen kenetlenme boyu l_b 'ye eşit olacaktır.

- Boyuna donatıların bindirmeli eklerinin kolon alt ucunda yapılması durumunda ise, aşağıdaki koşullara uyulacaktır:

(a) Boyuna donatıların %50'sinin veya daha azının kolon alt ucunda eklenmesi durumunda bindirmeli ek boyu, l_b 'nin en az 1.25 katı olacaktır.

(b) Boyuna donatıların %50'den fazlasının kolon alt ucunda eklenmesi durumunda bindirmeli ek boyu, l_b 'nin en az 1.5 katı olacaktır. Temelden çıkan kolon filizlerinde de bu koşula uyulacaktır.

$$l_b = 0,12.f_{yd}/f_{ctd} \Phi \geq 20\Phi$$

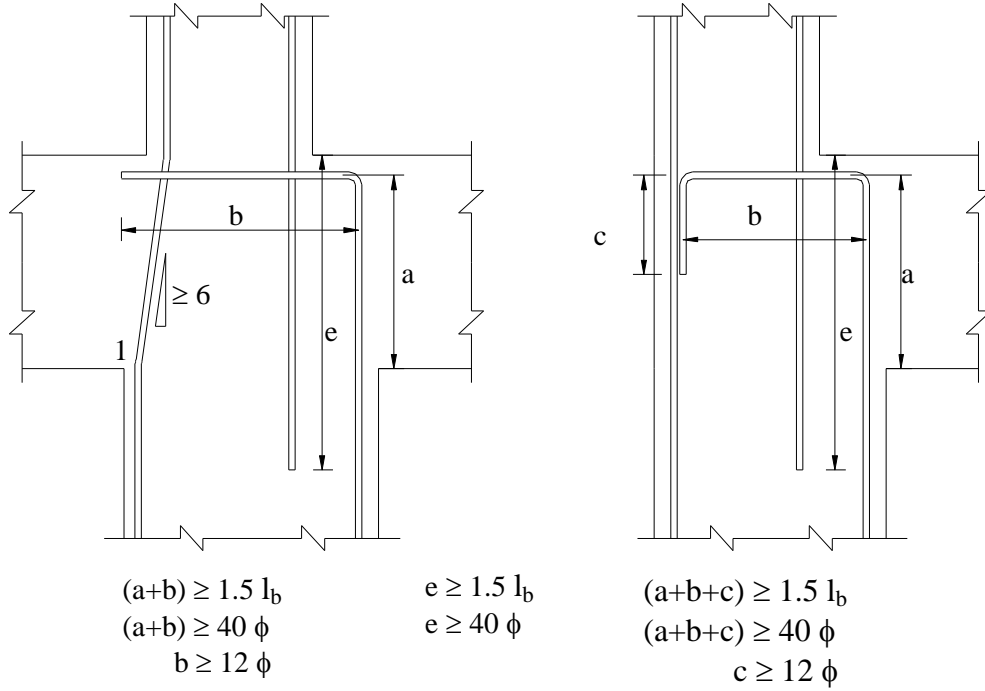
$$l_b = 0,12.36500/100 = 43,8\Phi \quad 1,5.l_b = 65,7\Phi \quad \longrightarrow \quad 70\Phi \text{ alınacaktır.}$$

(c) Yukarıdaki her iki durumda da, bindirmeli ek boyunca minimum enine donatı kullanılacaktır.

- Katlar arasında kolon kesitinin değişmesi durumunda, boyuna donatının kolon-kiriş birleşim bölgesi içinde düşeye göre eğimi $1/6$ 'dan daha fazla olmayacaktır. Kesit değişiminin daha fazla olması durumunda veya en üst kat kolonlarında; alttaki kolonun boyuna donatısının karşı taraftaki kirişin içindeki kenetlenme boyu, TS-500'de çekme donatısı için verilen kenetlenme boyu l_b 'nin 1.5 katından

ve 40ϕ 'den daha az olmayacaktır. Karşı tarafta kiriş bulunmadığı durumlarda kenetlenme, gerekirse kolonun karşı yüzünde aşağıya doğru kıvrım yapılarak sağlanacaktır. 90 derecelik yatay kancanın veya aşağıya kıvrılan düşey kancanın boyu en az 12ϕ olacaktır (Şekil 6-4).

- Yanyana boyuna donatılarda yapılan manşonlu veya kaynaklı eklerin arasındaki boyuna uzaklık 600 mm'den az olmayacaktır.



Şekil 6.4 Kolonlarda Boyuna Donatı Sürekliliği

6.4.4 Enine Donatı Koşulları

- Kolonlarda kullanılacak minimum enine donatıya ilişkin koşullar, kolon sarılma bölgeleri için ve kolon orta bölgesi için Şekil 6-5'de verilmiştir. Tüm kolon boyunca, özel deprem etriyeleri ve özel deprem çirozları kullanılacaktır.
- Her bir kolonun alt ve üst uçlarında özel sarılma bölgeleri oluşturulacaktır. Sarılma bölgelerinin her birinin uzunluğu, döşeme üst kotundan yukarıya doğru veya kolona bağlanan en derin kirişin alt yüzünden başlayarak aşağıya doğru ölçülmek üzere, kolon kesitinin büyük boyutundan (dairesel kesitlerde kolon çapından), kolon serbest yüksekliğinin $1/6$ 'sından ve 500 mm'den az olmayacaktır. Sarılma bölgelerinde kullanılacak enine donatıya ilişkin koşullar

aşağıda verilmiştir. Bu donatılar temel in içinde de, en az kolonun dar kenar boyutunun iki katı kadar bir yükseklik boyunca devam ettirilecektir.

İnceleme yaptığımız zemin ve birinci katta 65/65, 75/75, 80/80, 85/85, 90/90 boyutlu kolonlarımız mevcuttur.

Kat yüksekliğinin 1/6 sı =450/6=75 cm ve 350/6=58,33 cm olarak bulunur

✓ Zemin ve birinci kattaki tüm kolonlarda sarılma bölgesi derinliği 90 cm olacaktır.

(a) Sarılma bölgelerinde Ø8'den küçük çaplı enine donatı kullanılmayacaktır. Kolon boyunca etriye ve çiroz aralığı en küçük enkesit boyutunun 1/3'ünden ve 100 mm'den daha fazla, 50 mm'den daha az olmayacaktır. Etriye kollarının ve/veya çirozların arasındaki yatay uzaklık, a, etriye çapının 25 katından fazla olmayacaktır. Sürekli dairesel spirallerin adımı, göbek çapının 1/5'inden ve 80 mm'den fazla olmayacaktır.

✓ Sarılma bölgesinde Φ10/10 etriye kullanılacaktır.

(b) Etriye kolonlarda $N_d > 0.20 A_c f_{ck}$ olması durumunda sarılma bölgelerindeki minimum toplam enine donatı alanı, Denklem (6.7)'de verilen koşulların elverişsiz olanını sağlayacak şekilde hesaplanacaktır. Bu hesapta kolonun çekirdek boyutu b_k , her iki doğrultu için ayrı ayrı gözönüne alınacaktır (Şekil 6.5).

$$A_{sh} \geq 0.30 s b_k [(A_c / A_{ck}) - 1] (f_{ck} / f_{ywk}) \quad (6.7a)$$

$$A_{sh} \geq 0.075 s b_k (f_{ck} / f_{ywk}) \quad (6.7b)$$

65/65 Boyutlu Kolonlarda:

$$A_{sh} \geq 0,30.10.65 [(65.65 / 60.60) - 1].(2000 / 42000)$$

$$A_{sh} \geq 1,61 \text{ cm}^2$$

$$A_{sh} \geq 0,075.10.65.(200/42000)=2,32 \text{ cm}^2$$

$A_{sh} \geq 2,32 \text{ cm}^2$ olmalıdır. (Her iki doğrultuda)

75/75 Boyutlu Kolonlarda:

$$A_{sh} \geq 0,30.10.75 [(75.75 / 70.70) - 1].(2000 / 42000)$$

$$A_{sh} \geq 1,59 \text{ cm}^2$$

$$A_{sh} \geq 0,075 \cdot 10 \cdot 75 \cdot (200/42000) = 2,68 \text{ cm}^2$$

$A_{sh} \geq 2,68 \text{ cm}^2$ olmalıdır. (Her iki doğrultuda)

80/80 Boyutlu Kolonlarda:

$$A_{sh} \geq 0,30 \cdot 10 \cdot 80 [(80 \cdot 80 / 75 \cdot 75) - 1] \cdot (2000 / 42000)$$

$$A_{sh} \geq 1,58 \text{ cm}^2$$

$$A_{sh} \geq 0,075 \cdot 10 \cdot 80 \cdot (200/42000) = 2,86 \text{ cm}^2$$

$A_{sh} \geq 2,86 \text{ cm}^2$ olmalıdır. (Her iki doğrultuda)

85/85 Boyutlu Kolonlarda:

$$A_{sh} \geq 0,30 \cdot 10 \cdot 85 [(85 \cdot 85 / 80 \cdot 80) - 1] \cdot (2000 / 42000)$$

$$A_{sh} \geq 1,57 \text{ cm}^2$$

$$A_{sh} \geq 0,075 \cdot 10 \cdot 85 \cdot (200/42000) = 3,04 \text{ cm}^2$$

$A_{sh} \geq 3,04 \text{ cm}^2$ olmalıdır. (Her iki doğrultuda)

90/90 Boyutlu Kolonlarda:

$$A_{sh} \geq 0,30 \cdot 10 \cdot 90 [(90 \cdot 90 / 85 \cdot 85) - 1] \cdot (2000 / 42000)$$

$$A_{sh} \geq 1,56 \text{ cm}^2$$

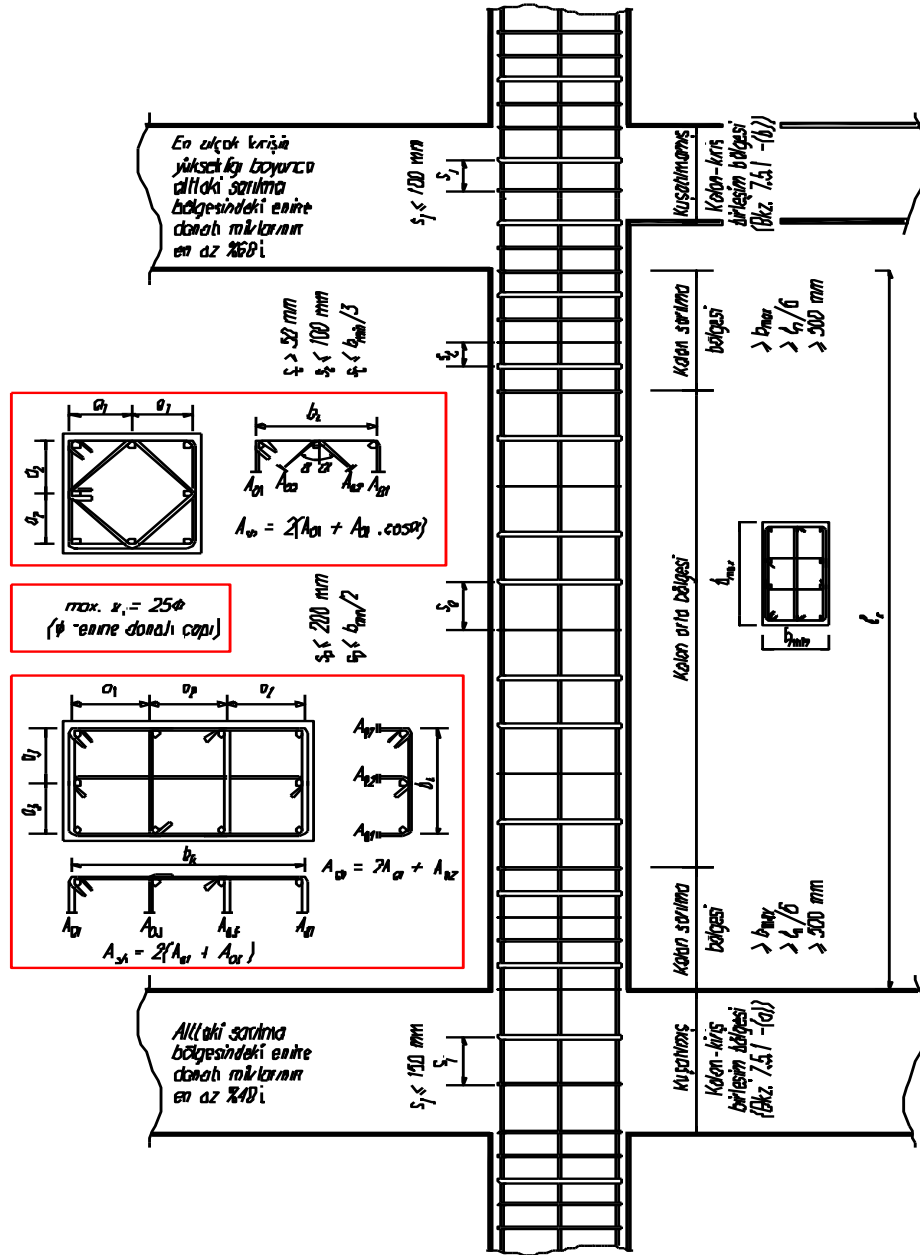
$$A_{sh} \geq 0,075 \cdot 10 \cdot 90 \cdot (200/42000) = 3,21 \text{ cm}^2$$

$A_{sh} \geq 3,21 \text{ cm}^2$ olmalıdır. (Her iki doğrultuda)

(c) $N_d \leq 0.20 A_c f_{ck}$ olması durumunda, kolon sarılma bölgelerinde Denklem (6.7) ile verilen enine donatıların en az 2/3'ü, minimum enine donatı olarak kullanılacaktır.

- Kolon orta bölgesi, kolonun alt ve üst uçlarında tanımlanan sarılma bölgeleri arasında kalan bölgedir (Şekil 6.5).
- Kolon orta bölgesinde $\varnothing 8$ 'den küçük çaplı enine donatı kullanılmayacaktır. Kolon boyunca etriye, çiroz veya spiral aralığı, en küçük enkesit boyutunun yarısından ve 200 mm'den daha fazla olmayacaktır. Etriye kollarının ve/veya çirozların arasındaki yatay uzaklık, a, etriye çapının 25 katından fazla olmayacaktır.

- Kolon sarılma bölgesine konulan enine donatı, aşağıdaki durumlarda kolon orta bölgesinde de aynen devam ettirilecektir.
- (a) Dayanım Düzensizliği Katsayısı'nın (B1) 0.60 ila 0.80 arasında değiştiği katta yer alan bütün kolonlar,
- (b) B3 başlığı ile tanımlanan düzensizlik durumunda üst katlardaki perdelerin altta oturtulduğu kolonlar (Ayrıca bu durumda enine donatı, perde içine kenetlenme boyu kadar uzatılan kolon donatıları boyunca devam ettirilecektir).



Şekil 6-5 Kolonlarda Enine Donatı Düzeni

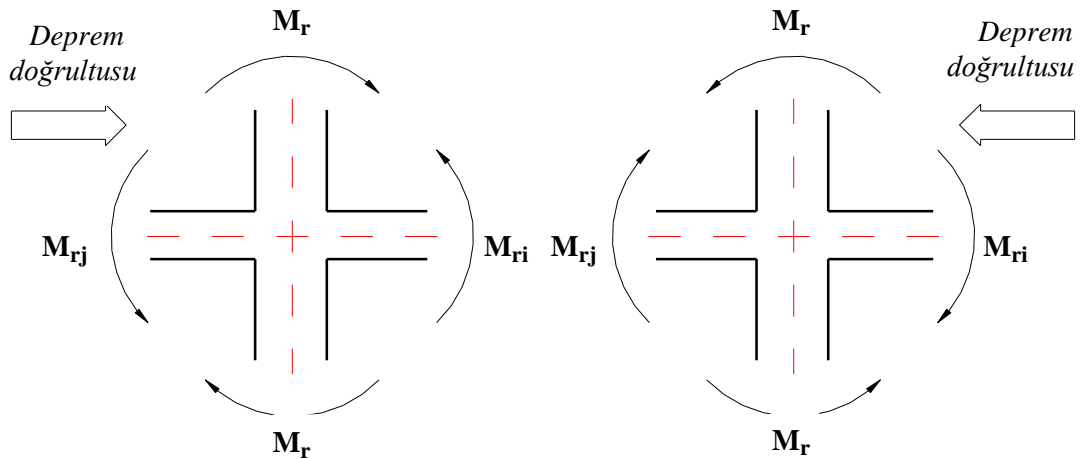
6.5 Kolonların Kirişlerden Daha Güçlü Olması Kontrolü ve Kolonlarda Kesme Güvenliğinin Sağlanması

6.5.1 Kolonların Kirişlerden Güçlü Olması Kontrolü (S08 kolonu)

Sadece çerçevelerden veya perde ve çerçevelerin birleşiminden oluşan taşıyıcı sistemlerde, her bir kolon - kiriş düğüm noktasına birleşen kolonların taşıma gücü momentlerinin toplamı, o düğüm noktasına birleşen kirişlerin taşıma gücü momentleri toplamından en az %20 daha büyük olmalıdır (Şekil 6-6).

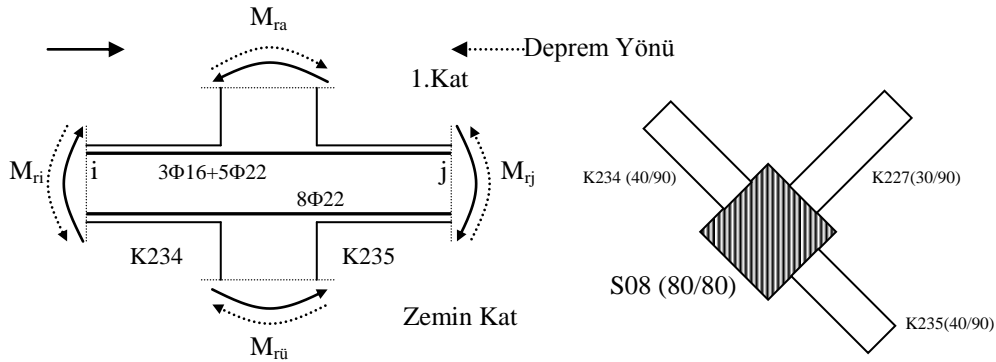
$$(M_{ra} + M_{r\bar{u}}) \geq 1.2 (M_{ri} + M_{rj}) \quad (6.8)$$

- Denklem (6.8)'nin uygulanabilmesi için, düğüm noktasına birleşen kirişlerin Bölüm -5'te verilen boyut koşullarını sağlaması zorunludur.
- Denklem (6.8) her bir deprem doğrultusunda ve depremin her iki yönü için elverişsiz sonuç verecek şekilde ayrı ayrı uygulanacaktır (Şekil 6-6). Kolon taşıma gücü momentlerinin hesabında, depremin yönü ile uyumlu olarak bu momentleri en küçük yapan N_d eksenel kuvvetleri gözönüne alınacaktır.
- Denklem (6.8)'in uygulanmasına ilişkin özel durumlar aşağıda belirtilmiştir:
 - (a) Düğüm noktasına birleşen kolonların her ikisinde de $N_d \leq 0.10 A_c f_{ck}$ olması durumunda, Denklem (6.8)'in sağlanması zorunlu değildir.
 - (b) Tek katlı binalarda ve çok katlı binaların en üst katındaki düğüm noktalarında denklem (6.8)'in sağlanıp sağlanmadığına bakılmayacaktır.
 - (c) Kirişlerin saplandığı perdenin zayıf doğrultuda kolon gibi çalışması durumunda, denklem (6.8)'in sağlanıp sağlanmadığına bakılmayacaktır.



Şekil 6-6 Güçlü Kolon- Zayıf Kiriş

Bu doğrultuda zemin kat kolonlarından kesiti narin, donatısı az, kapasitesi düşük olan buna karşın çok sayıda ve ağır donatılı kirişlerin birleştiği düğüm noktaları incelenecektir. Zemin kat kalıp planından da görüleceği üzere C aksı üzerinde yer alan S08 (80/80) kolonunun güçlü kolon zayıf kiriş kontrolü yaparsak; K234-K235 kirişleri kesişiminde yer alan bu kolonda kiriş açıklık donatıları tam bu kolon üzerinde eklendiğinden altta büyük bir donatı yığılması vardır. Uygulamada çok defa karşılaşılan bu durumda kiriş kapasiteleri artmakta, hem kirişlerin mevcut donatılara göre kesme kuvveti düzenlenmesinde hem de kolonların kirişlerden güçlü olması koşulunu sağlanmasında problemler ortaya çıkmaktadır (Şekil 6-7).



Şekil 6-7 S08 Kolonu Güçlü Kolon-Zayıf Kiriş Kontrolü

Ana doğrultuda Kontrol:

Depremin soldan sağa doğru gelmesi durumunda;

K234 kirişi sağ ucu moment taşıma kapasitesinden

$$M_{ri}=684,5 \text{ kNm}$$

K235 kirişi sol ucu moment taşıma kapasitesinden

$$M_{rj}=8638 \text{ kNm}$$

Depremin sağdan sola gelmesi durumunda;

K234 kirişi sağ ucu moment taşıma kapasitesinden

$$M_{ri}=863,8 \text{ kNm}$$

K235 kirişi sol ucu moment taşıma kapasitesinden

$$M_{rj}=684,5 \text{ kNm}$$

$$M_{ri}+M_{rj}=684,5+863,8=1548,3 \text{ kNm}$$

Alt kolon kesiti eğilme momenti kapasitesi:

Zemin kat S08 kolonu üst ucu eğilme momenti kapasitesini en az yapan normal kuvvete sahip yükleme durumundan hareketle, BET-4 kombinasyonunda $N=4706$ kN normal kuvvet altında kesitin taşıyabileceği moment $M_{\text{ralt}}=1130$ kNm'dir. Kesitin taşıma kapasitesi bulunurken her yükleme kombinasyonuna ait normal kuvvet değerleri ve S08 kolonu donatısından ($20\Phi 20=62,8 \text{ cm}^2$) hareket edilmiştir, kapasiteler [8]'de verilen bağıntılar ile hesaplanmıştır.

Üst kolon kesiti eğilme momenti kapasitesi:

Birinci kat S08 kolonu alt ucu eğilme momenti kapasitesini en az yapan normal kuvvete sahip yükleme durumundan hareketle, BET-4 kombinasyonunda $N=4175,2$ kN normal kuvvet altında kesitin taşıyabileceği moment $M_{\text{ralt}}=1230$ kNm'dir.

$$(M_{\text{ra}} + M_{\text{rü}}) \geq 1.2 (M_{\text{ri}} + M_{\text{rj}})$$

$$M_{\text{ralt}}+M_{\text{rüst}}=1230+1130=2360 \text{ kNm}$$

$$2360 \text{ kNm} > 1,20.(1548,3 \text{ kNm})=1857,96 \text{ kNm}$$

Zayıf doğrultuda kolonun güçlü olduğu aşıkardır.

Bu durumda zemin kat S08 (80/80) kolonu üst ucunda yapılan kontrol sonucu kolonlarımız kirişlerden daha güçlüdür.

6.5.2 Kolonların Kesme Güvenliği (S08Kolonu)

Kolonlarda enine donatı hesabına esas alınacak kesme kuvveti, V_e , Denklem (6.9) ile hesaplanacaktır.

$$V_e = (M_a + M_{\bar{u}}) / l_n \quad (6.9)$$

Denklem (6.9)'teki M_a ve $M_{\bar{u}}$ 'nin hesaplanması için, kolonun alt ve/veya üst uçlarında Denklem(6.8)'in sağlanması durumunda aşağıdaki (a) sağlanamaması durumunda ise (b) uygulanacaktır (Şekil 6-8).

(a) Denklem (6.8)'in sağlandığı düğüm noktasına birleşen kirişlerin uçlarındaki pekleşmeli taşıma gücü momentlerinin toplamı olan ΣM_p momenti hesaplanacaktır:

$$\Sigma M_p = M_{pi} + M_{pj} \quad (6.10)$$

Daha kesin hesap yapılmadığı durumlarda, $M_{pi} \cong 1.4 M_{ri}$ ve $M_{pj} \cong 1.4 M_{rj}$ olarak alınabilir. ΣM_p momenti, kolonların düğüm noktasına birleşen uçlarında Deprem Yönetmeliği Bölüm 6'ya göre elde edilmiş bulunan momentler oranında kolonlara dağıtılacak ve dağıtım sonucunda ilgili kolonun alt veya üst ucunda elde edilen moment, Denklem(6.9)'de M_a veya M_u olarak gözönüne alınacaktır. Depremi her iki yönü için Denklem (6.10) ayrı ayrı uygulanacak ve elde edilen en büyük ΣM_p değeri dağıtımda esas alınacaktır.

Denklem (6.8)'ün sağlanmış olmasına karşın Denklem (6.9)'deki M_a veya M_u 'nün hesabı, güvenli tarafta kalmak üzere, aşağıdaki (b)'ye göre de yapılabilir.

(b) Denklem (6.8)'ün sağlanamadığı düğüm noktasına birleşen kolonların uçlarındaki momentler, pekleşmeli kolon taşıma gücü momentleri olarak hesaplanacak ve Denklem (6.9)'da M_a ve/veya M_u olarak kullanılacaktır. Pekleşmeli taşıma gücü momentleri, daha kesin hesap yapılmadığı durumlarda, $M_{pa} \cong 1.4 M_{ra}$ ve $M_{pu} \cong 1.4 M_{ru}$ olarak alınabilir. M_{pa} ve M_{pu} momentlerinin hesabında, depremin yönü ile uyumlu olarak bu momentleri en büyük yapan N_d eksenel kuvvetleri gözönüne alınacaktır.

- Denklem (6.9) ile hesaplanan kesme kuvveti, V_e , yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan kesme kuvveti V_d 'den daha küçük olmayacak ve ayrıca aşağıda Denlem (6.11) ile verilen koşulları sağlayacaktır. Denklem (7.8b)'deki koşulun sağlanamaması durumunda, kesit boyutları gereği kadar büyütülerek deprem hesabı tekrarlanacaktır.

$$V_e \leq V_r \quad (6.11a)$$

$$V_e \leq 0.22A_w f_{cd} \quad (6.11b)$$

Kat No.	$M_{\bar{u}}$ 'nın hesaplanması		$M_{\bar{o}}$ 'nin hesaplanması	
	Kolon üst ucunda Denk. 7.3'ün sağlanması durumu	Kolon üst ucunda Denk. 7.3'ün sağlanmaması durumu	Kolon alt ucunda Denk. 7.3'ün sağlanmaması durumu	Kolon alt ucunda Denk. 7.3'ün sağlanması durumu
$i+1$				
i				
$i-1$				
	$\Sigma M_p = M_{p1} + M_{p2}$ $M_{\bar{u}} = \frac{M_{h\bar{u}(i)}}{M_{h\bar{u}(i)} + M_{h\bar{o}(i+1)}} \Sigma M_p$		$\Sigma M_p = M_{p1} + M_{p2}$ $M_{\bar{o}} = \frac{M_{h\bar{o}(i)}}{M_{h\bar{o}(i)} + M_{h\bar{u}(i-1)}} \Sigma M_p$	
$M_{h\bar{u}(i)}$: i'inci kat kolonu üst ucunda Bölüm 6'ya göre bulunan moment $M_{h\bar{o}(i)}$: i'inci kat kolonu alt ucunda Bölüm 6'ya göre bulunan moment				

Şekil 6-8 Kolonlarda Kesme Güvenliği

- Kolon enine donatısının V_e kesme kuvvetine göre hesabında, betonun kesme dayanımına katkısı, V_c , TS-500'e göre belirlenecektir. Ancak, tanımlanan kolon sarılma bölgelerindeki enine donatının hesabında, $V_e \geq 0.5 V_d$ ve aynı zamanda $N_d \leq 0.05 A_c f_{ck}$ olması durumunda, betonun kesme dayanımına katkısı $V_c = 0$ alınacaktır.

S08 kolonu kesme güvenliğinin sağlanması için Deprem Yönetmeliği Madde 6.5.2 (b)'de yer alan kolon uçlarındaki pekleşmeli taşıma gücü momentlerine göre hesaplanırsa, zemin kat kolon tesirleri (S08) kolonu için $x=4,5$ m de bu taşıma gücü momentini maximum yapan normal kuvvet değerinin değerin BET-9 kombinasyonunda olduğu görülür. $M_{\bar{u}st}=1310$ kNm (Tablo 6-3)

Tablo 6-3 S08 Kolonu Üst Ucu Taşıma Momenti Kapasiteleri

Kat	Kolon	Yükleme	Yer (m)	N (kN)	Mr (kNm)
ZEMİN	S08	BET1	4,5	-5965,2	866
ZEMİN	S08	BET2 MAX	4,5	-3693,7	1305
ZEMİN	S08	BET2 MIN	4,5	-4536,1	1165
ZEMİN	S08	BET3 MAX	4,5	-3789	1305
ZEMİN	S08	BET3 MIN	4,5	-4440,8	1183
ZEMİN	S08	BET4 MAX	4,5	-3596	1305
ZEMİN	S08	BET4 MIN	4,5	-4633,9	1144
ZEMİN	S08	BET5 MAX	4,5	-3662,7	1306
ZEMİN	S08	BET5 MIN	4,5	-4567,2	1158
ZEMİN	S08	BET6 MAX	4,5	-2265	1277
ZEMİN	S08	BET6 MIN	4,5	-3303	1309
ZEMİN	S08	BET7 MAX	4,5	-2331,7	1284
ZEMİN	S08	BET7 MIN	4,5	-3236,3	1310
ZEMİN	S08	BET8 MAX	4,5	-2362,8	1288
ZEMİN	S08	BET8 MIN	4,5	-3205,2	1309
ZEMİN	S08	BET9 MAX	4,5	-2458,1	1297
ZEMİN	S08	BET9 MIN	4,5	-3109,9	1310

Zemin kat kolon tesirleri (S08) kolonu için $x=0$ m de bu taşıma gücü momentini maximum yapan normal kuvvet değerinin değerin BET-9 kombinasyonunda olduğu görülür. $M_{alt}=1310$ kNm (Tablo 6-4)

$$M_{pa}=1,4.M_{ra}=1,4.1310=1834 \text{ kNm} \quad (\text{pekleşmeli taşıma gücü momentleri})$$

$$M_{pü}=1,4.M_{rü}=1,4.1310=1834 \text{ kNm} \quad (\text{pekleşmeli taşıma gücü momentleri})$$

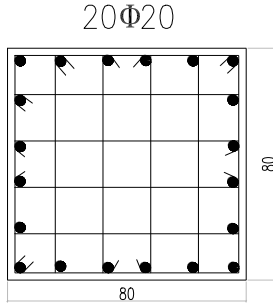
Tablo 6-4 S08 Kolonu Alt Ucu Taşıma Momenti Kapasiteleri

Kat	Kolon	Yükleme	Yer (m)	N (kN)	Mr (kNm)
ZEMİN	C10	BET1	0	-6066	842
ZEMİN	C10	BET2 MAX	0	-3765,7	1306
ZEMİN	C10	BET2 MIN	0	-4608,1	1149
ZEMİN	C10	BET3 MAX	0	-3861	1292
ZEMİN	C10	BET3 MIN	0	-4512,8	1168
ZEMİN	C10	BET4 MAX	0	-3668	1306
ZEMİN	C10	BET4 MIN	0	-4705,9	1130
ZEMİN	C10	BET5 MAX	0	-3734,7	1306
ZEMİN	C10	BET5 MIN	0	-4639,2	1143
ZEMİN	C10	BET6 MAX	0	-2329,8	1284
ZEMİN	C10	BET6 MIN	0	-3367,8	1308
ZEMİN	C10	BET7 MAX	0	-2396,5	1291
ZEMİN	C10	BET7 MIN	0	-3301,1	1309
ZEMİN	C10	BET8 MAX	0	-2427,6	1294
ZEMİN	C10	BET8 MIN	0	-3270	1309
ZEMİN	C10	BET9 MAX	0	-2522,9	1306
ZEMİN	C10	BET9 MIN	0	-3174,7	1310

$$V_e = (M_{pa} + M_{pü}) / l_n$$

$$V_e = 2.1834 / (4,50 - 0,90)$$

$$V_e = 1018,9 \text{ kN}$$



$A_{sh} \geq 2,857 \text{ cm}^2$ olmalıdır. "Her iki doğrultuda"

$$A_{sh \uparrow} = 6.0,79 = 4,74 \text{ cm}^2$$

$$A_{sh \rightarrow} = 6.0,79 = 4,74 \text{ cm}^2$$

Etriye $\Phi 10 > \Phi 8$

Etriye aralığı $a = 15 \text{ cm} < 25\Phi = 25 \text{ cm}$

Şekil 6-9 S08 Kolonu Donatıları

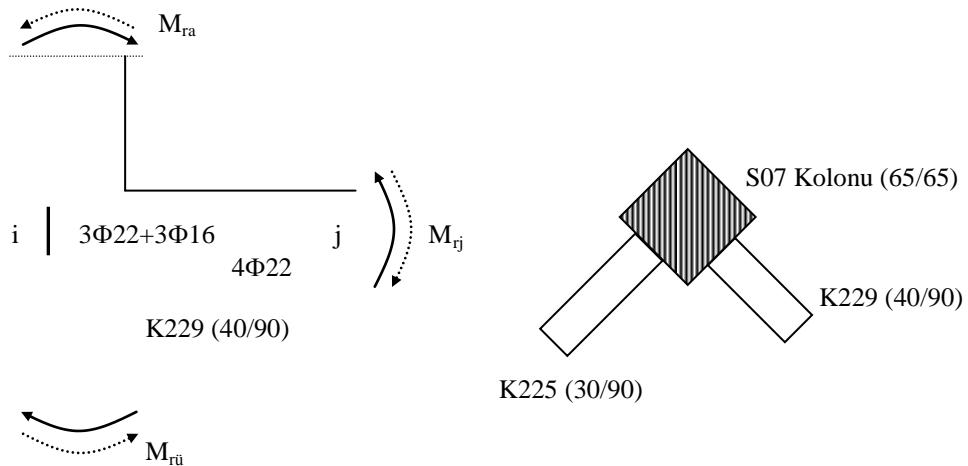
Etriye ile taşınabilecek kesme kuvveti

$$V_w = \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{ywd} \cdot d = \frac{6 \cdot 0,79}{10} \cdot 36500 \cdot 75 = 1298 \text{ kN}$$

$V_w > V_e = 1018,9 \text{ kN}$ S08 kolonunda kesme kuvveti güvenle taşınmaktadır.

6.5.3 Kolonların Kirişlerden Güçlü Olması Kontrolü (S07 Kolonu)

Zemin Katta bulunan 7 Aksı üzerindeki S07 kolonunda da güçlü kolon-zayıf kiriş kontrolü yapılırsa;



Şekil 6-10 S07 Kolonu Güçlü Kolon-Zayıf Kiriş Kontrolü

Ana doğrultuda kontrol:

Depremi soldan sağa doğru gelmesi durumunda;

K229 kirişi sol ucu moment taşıma kapasitesinden

$$M_{rj}=439,2 \text{ kNm}$$

Depremi sağdan sola gelmesi durumunda;

K229 kirişi sağ ucu moment taşıma kapasitesinden

$$M_{ri}=500 \text{ kNm}$$

Alt Kolon kesiti eğilme momenti kapasitesi:

Zemin kat S07 kolonu üst ucu eğilme momenti kapasitesini en az yapan normal kuvvete sahip yükleme durumundan hareketle, BET-5 kombinasyonunda $N=3533,3$ kN normal kuvvet altında kesitin taşıyabileceği moment $M_{ralt}=572$ kNm'dir. Kesitin taşıma kapasitesi bulunurken her yükleme kombinasyonuna ait normal kuvvet değerleri ve S07 kolonu donatısından ($12\Phi 22=45,6 \text{ cm}^2$) hareket edilmiştir, kapasiteler [8]'de verilen bağıntılar ile hesaplanmıştır.

Üst kolon kesiti eğilme momenti kapasitesi:

Birinci kat S07 kolonu alt ucu eğilme momenti kapasitesini en az yapan normal kuvvete sahip yükleme durumundan hareketle, BET-5 kombinasyonunda $N=3125,4$ kN normal kuvvet altında kesitin taşıyabileceği moment $M_{ralt}=634$ kNm'dir.

$$(M_{ra} + M_{rü}) \geq 1.2 (M_{ri} + M_{rj})$$

$$M_{ralt}+M_{rüst}=634+572=1206 \text{ kNm}$$

$$1206\text{kNm} > 1,20.(500 \text{ kNm})=600 \text{ kNm}$$

Zayıf doğrultuda kolonun güçlü olduğu aşıkardır.

Bu halde Zemin Kat S07 (65/65) kolonu üst ucunda yapılan kontrol sonucu kolonlarımız kirişlerden daha güçlüdür.

6.5.4 Kolonların Kesme Güvenliği (S07 Kolonu)

S07 Kolonunun kesme kuvveti tasarımına esas olan değer 6.5.2'deki şekilde hesaplanırsa , denklem (6.12) ve denklem (6.13)

$$M_{\ddot{u}} = \frac{M_{h\ddot{u}}(i)}{M_{h\ddot{u}}(i-1) + M_{ha}(i+1)} \cdot \sum M_p \quad (6.12)$$

$M_{h\ddot{u}}(i)$:i. Katta kolonun üst ucunda bulunan moment

$M_{ha}(i)$:i. Katta kolonun alt ucunda bulunan moment

S07 kolonu için yukarıdaki bağıntı kullanılırsa,

$$M_{\ddot{u}} = \frac{178,69}{178,69 + 54,36} \cdot (500 \cdot 1,4) = 536,7kNm$$

$$M_a = \frac{M_{ha}(i)}{M_{ha}(i) + M_{h\ddot{u}}(i-1)} \cdot \sum M_p \quad (6.13)$$

$$M_a = \frac{160,06}{160,06 + 78,01} \cdot (500 \cdot 1,4) = 470,6kNm$$

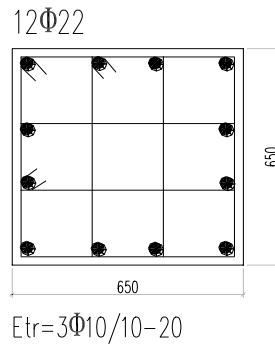
$V_e = (537,6 + 470,6) / (4,50 - 0,90) = 280,06$ kN bulunur.

Deprem Yönetmeliği Madde 6.3.4'te verilen minimum enine donatı koşuluna göre;

$A_{sh} \geq 2,32$ cm² olmalıdır. Şekil 6-11 'de ki enine donatı düzeni uygulanırsa,

$$V_w = \frac{4 \cdot 0,79 \cdot 36500}{10} \cdot 62,5 = 720,9kN > V_e$$

S08 kolonunda kesme güvenliği sağlanmış olur.

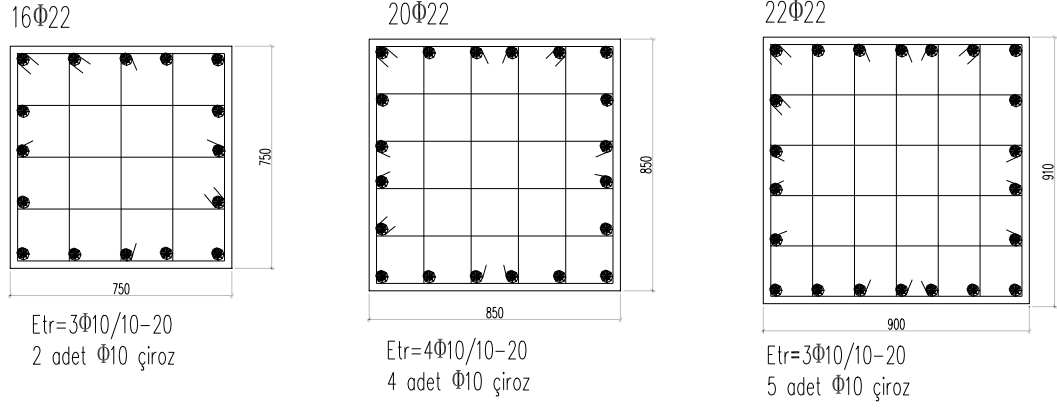


Şekil 6-11 S07 Kolonu Donatıları

Osaglandığı ve tasarıma esas olan kesme kuvveti değerlerinin betonun katkısı düşünülmezsizin Madde 6.3.4'te verilen minumum enine donatı miktarının gerekli kesme güvenliğini sağladığı görülür.

75/75, 85/85, 90/90 kesitindeki kolonlar için uygulanan enine donatı düzeni

Şekil 6-12'de görülmektedir.



Şekil 6-12 Tipik Kolon Donatı Düzenleri

BÖLÜM-7 ZEMİN KAT ÇEKİRDEK PERDELERİNDE HESAP

Bu bölümde Zemin katta bulunan çekirdek perdelerin Deprem Yönetmeliği'ne göre statik ve betonarme hesapları verilmiştir. Deprem Yönetmeliği'ne göre süneklik düzeyi yüksek olan perdeler için verilmiş olan koşullar aşağıdaki gibi özetlenebilir.

7.1. Enkesit Koşulları

- Perdeler, planda uzun kenarının kalınlığına oranı en az yedi olan düşey taşıyıcı sistem elemanlarıdır. Aşağıda belirtilen özel durum dışında perde kalınlığı, kat yüksekliğinin 1/15'inden ve 200 mm'den az olmayacaktır. Ancak $H_w / l_w > 2.0$ olan perdelerde, aşağıda 7.2'de tanımlanan kritik perde yüksekliği boyunca perde kalınlığı, kat yüksekliğinin 1/12'sinden az olmayacaktır.
- Deprem yüklerinin tümünün bina yüksekliği boyunca sadece perdeler tarafından taşındığı binalarda, Denklem (7.1) ile verilen koşulların her ikisinin de sağlanması durumunda perde duvar kalınlığı, binadaki en yüksek katın yüksekliğinin 1/20'sinden ve 150 mm'den az olmayacaktır.

$$\sum A_g / \sum A_p \geq 0.002 \quad (7.1a)$$

$$V_t / \sum A_g \leq 0.5 f_{ctd} \quad (7.1b)$$

Denklem (7.1), bodrum katlarının çevresinde çok rijit betonarme perdelerin bulunduğu binalarda zemin kat düzeyinde, diğer binalarda ise temel üst kotu düzeyinde uygulanacaktır.

Perdeler için uzunluk/kalınlık oranları hesaplanırsa,

Tablo 7-1 Perde boyutları

Perde Adı	Uzunluk cm	Kalınlık cm	Oran
P1	275	40	6,88
P2	275	40	6,88
P3	275	40	6,88
P4	680	40	17,00
P5	655	40	16,38
P6	655	40	16,38

P1,P2 ve P3 perdelerinde bu oran 7'den küçük kalmasına rağmen bu elemanlarda perde olarak değerlendirilecektir. Perde kalınlığı için kat yüksekliğinin 1/15'inden az olamaz koşulu uygulandığında, zemin kat için $450/15=30 \text{ cm} < 40 \text{ cm}$ sağlanmaktadır. Ancak $H_w / l_w > 2.0$ olan perdelerde Madde 7.2'de tanımlanan kritik perde yüksekliği boyunca kat yüksekliğinin 1/12'sinden az olamaz koşulu uygulanmalıdır. $450/12=37,5 \text{ cm} < 40 \text{ cm}$ sağlanmaktadır.

7.2 Perde Uç Bölgeleri ve Kritik Perde Yüksekliği

- $H_w / l_w > 2.0$ olan perdelerin planda her iki ucunda perde uç bölgeleri oluşturulacaktır (Şekil 7.1). Perde uç bölgeleri, perdenin kendi kalınlığı içinde oluşturulabileceği gibi, perdeye birleşen diğer bir perdenin veya perdenin ucunda genişletilmiş bir kesitin içinde de düzenlenebilir.
- Temel üstünden itibaren kritik perde yüksekliği, $2l_w$ değerini aşmamak üzere, aşağıda verilen koşulların elverişsiz olanını sağlayacak biçimde belirlenecektir.

$$H_{cr} \geq l_w \quad (7.2a)$$

$$H_{cr} \geq H_w / 6 \quad (7.2b)$$

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.

Yapıda her iki bodrum katta da rijitliği diğer katlara oranla çok yüksek olan betonarme perdeler bulunduğu için H_w ve H_{cr} büyüklükleri zemin kat döşemesinden itibaren yukarıya doğru gözönüne alınacaktır.

Bu halde yapının bodrum karlar hariç toplam yüksekliği=36 m ($H_w=36 \text{ m}$)

P4 perdesi için kritik perde yüksekliği

$$2.680 > H_{cr} > 680$$

$$2.680 > H_{cr} > 3600/6$$

P5 ve P6 perdesi için kritik perde yüksekliği

$$2.655 > H_{cr} > 655$$

$$2.655 > H_{cr} > 3600/6$$

P1 , P2 ve P3 perdesi için kritik perde yüksekliği

$$2.275 > H_{cr} > 275$$

$$2.275 > H_{cr} > 3600/6$$

Bu değerlerden en olumsuzu seçilirse tüm perdeler için $H_{cr} > 680$ olması gerektiği ortaya çıkar. Sonuç olarak Zemin ve birinci katta yer alan perdelerin kritik perde yüksekliği içinde yer aldığı düşünülecektir.

Kritik perde yüksekliği içinde kalan birinci katta perdelerin kalınlığı 7.1’de verilen koşulu sağlamalıdır.

$$350/12 = 29,167 \text{ cm} < 30 \text{ cm}$$

- Dikdörtgen kesitli perdelerde, yukarıda tanımlanan 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 7.1).
- Perde uç bölgelerinin, perdeye birleşen diğer bir perdenin veya perdenin ucunda genişletilmiş bir kesitin içinde düzenlenmesi durumunda; her bir perde uç bölgesinin enkesit alanı, en az dikdörtgen kesitli perdeler için yukarıda tanımlanan uç bölgesi alanına tanımlanan alana eşit olacaktır.

7.3 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. $H_w / l_w \leq 2.0$ olması durumunda perde gövdesi, perdenin tüm kesiti olarak gözönüne alınacaktır. Perde gövdesinde boyuna ve enine donatı aralığı 250 mm’den fazla olmayacaktır (Şekil 7.1).
- Yukarıdaki Denklem (7.1) ile verilen koşulların her ikisinin de sağlandığı binalarda, düşey ve yatay toplam gövde donatısı oranlarının herbiri 0.0015’e indirilebilir. Ancak bu durumda donatı aralığı 300 mm’yi geçmeyecektir.

- Uç bölgeleri dışında, perde gövdelerinin her iki yüzündeki donatı ağları, beher metrekare perde yüzünde en az 4 adet özel deprem çirozu ile karşılıklı olarak bağlanacaktır. Ancak Madde 7.2’de tanımlanan kritik perde yüksekliği boyunca, uç bölgeleri dışındaki beher metrekare perde yüzünde en az 10 adet özel deprem çirozu kullanılacaktır. Çirozların çapı, en az yatay donatının çapı kadar olacaktır.

7.4 Gövde Donatılarının Düzenlenmesi

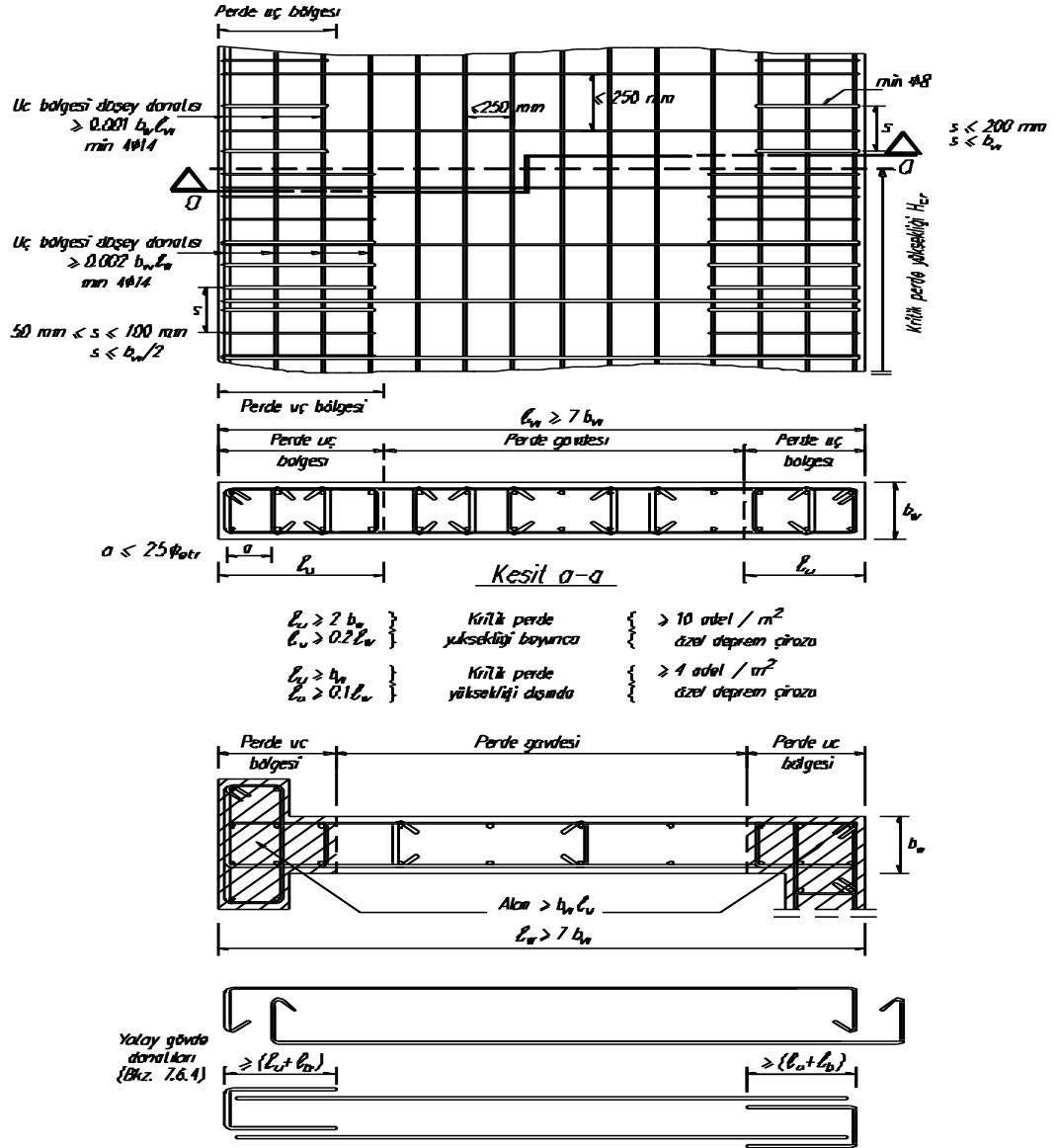
Perdelerin yatay gövde donatıları, aşağıda (a) veya (b)’de belirtildiği şekilde düzenlenebilir (Şekil 7.1). Bu şekilde düzenlenen yatay gövde donatıları, kritik perde yüksekliği boyunca aşağıdaki Madde 7.5’e göre perde uç bölgelerine konulacak sargı donatısının belirlenmesinde hesaba katılabilir.

- (a) Yatay gövde donatıları etriyelerle sarılı perde uç bölgesinin sonunda 90 derece kıvrılarak karşı yüzde köşedeki düşey donatıya 135 derecelik kanca ile bağlanacaktır.
- (b) Yatay gövde donatılarının perde ucunda 90 derece kıvrım yapılmaksızın bitirilmesi durumunda, perdenin her iki ucuna gövde donatısı ile aynı çapta olan \supset biçiminde yatay donatılar yerleştirilecektir. Bu donatılar, perde uç bölgesinin iç sınırından itibaren perde gövdesine doğru en az kenetlenme boyu kadar uzatılacaklardır.

7.5 Perde Uç Bölgelerinde Donatı Koşulları

- Perde uç bölgelerinin her birinde, düşey donatı toplam alanının perde brüt enkesit alanına oranı 0.001’den az olmayacaktır. Ancak, Madde 7.2’de tanımlanan 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 7.1).
- Perde uç bölgelerindeki düşey donatılar, aşağıdaki kurallara uyularak, kolonlarda olduğu gibi etriyeler ve/veya çirozlardan oluşan enine donatılarla sarılacaktır.

(a) Uç bölgelerinde kullanılacak enine donatının çapı 8 mm’den az olmayacaktır. Etriye kollarının ve/veya çirozların arasındaki yatay uzaklık, a, etriye ve çiroz çapının 25 katından fazla olmayacaktır.



Şekil 7-1 Perdelerde Boyuna ve Enine Donatı Düzenlemesi

(b) Madde 7.2’de tanımlanan kritik perde yüksekliği boyunca perde uç bölgelerine, kolonların sarılma bölgeleri için Bölüm 6.4.4 Denklem (6.7) ile belirlenen enine donatıların 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 7.1). Bu donatılar, temelin içinde de en az perde kalınlığının iki katı kadar bir yükseklik boyunca devam ettirilecektir.

(c) 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 7.1). Ancak, perde uç bölgelerindeki enine donatının çapı ve aralığı, hiçbir zaman perde gövdesindeki yatay donatıdan az olmayacaktır.

7.6 Zemin Kat Çekirdek Perdelerinde Donatı Hesabı

Tüm perdelerin moment tesirleri zemin kat tabanında yapılan kesim sonucu oluşan perde düzlemindeki kuvvetlerin perde orta noktasına göre momentlerinin alınmasıyla bulunmuştur. Normal kuvvet değerleride yine perdenin orta noktasında, altında ve üstündeki değerlerdir. Yapılan bu kesimler sonucu orta noktaya göre momentler (ETABS V7.18)'den alınmıştır. M_3 Momenti perdenin güçlü olan (uzun) doğrultusunda oluşan, M_2 Momenti ise zayıf (kısa) doğrultuda oluşan momenti göstermektedir. V_2 ana doğrultudaki kesme kuvveti değerini, V_3 ise zayıf doğrultudaki kesme kuvveti değerini göstermektedir.

Zemin kat perdeleri tabanındaki perde tesirleri kullanıldığından herhangi bir tasarım momenti diyagramı verilmemiştir. Tüm perde donatıları [8]'de verilen bağıntılar yardımıyla hesaplanmıştır.

P1 Perdesinde Hesap (275/40)

Tablo 7-2 P1 Perdesi Kesit Tesirleri

Perde	Yükleme	Yer	N (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	As (cm ²)
P1	BET1	Top	-3243,6	180,6	-23,1	39,79	-295,27	*
P1	BET1	Bottom	-3295,1	152,8	-8,0	-20,74	292,60	*
P1	BET2 MAX	Top	1071,9	796,3	46,8	110,77	406,83	52,96
P1	BET2 MAX	Bottom	2263,8	803,9	75,3	111,03	1081,10	99,59
P1	BET2 MIN	Top	-5547,0	-548,6	-78,5	-56,26	-809,40	*
P1	BET2 MIN	Bottom	-6818,3	-594,4	-86,2	-139,4	-678,42	*
P1	BET3 MAX	Top	-784,2	922,9	16,4	79,95	169,08	*
P1	BET3 MAX	Bottom	92,9	919,1	38,5	42,02	2301,66	64,68
P1	BET3 MIN	Top	-3690,9	-675,2	-48,1	-25,44	-571,65	*
P1	BET3 MIN	Bottom	-4647,4	-709,6	-49,4	-70,38	-1898,99	*
P1	BET8 MAX	Top	1795,1	751,3	52,6	100,71	487,57	71,62
P1	BET8 MAX	Bottom	2972,8	765,8	77,4	116,44	1012,67	117,2
P1	BET8 MIN	Top	-4823,7	-593,5	-72,7	-66,32	-728,66	*
P1	BET8 MIN	Bottom	-6109,3	-632,5	-84,1	-133,98	-746,85	*
P1	BET9 MAX	Top	-61,0	877,9	22,2	69,89	249,82	11,48
P1	BET9 MAX	Bottom	801,9	881	40,6	47,43	2233,23	83,77
P1	BET9 MIN	Top	-2967,6	-720,1	-42,3	-35,49	-490,91	*
P1	BET9 MIN	Bottom	-3938,4	-747,7	-47,3	-64,97	-1967,42	*

* Minimum donatı konmalıdır.

$A_{smax}=117,20 \text{ cm}^2$ bulunur. Dört kenarda eşit olarak kabul edilen donatı düzeni ile ($\alpha \approx 0,90$ alınarak) $117,20/4=29,30 \text{ cm}^2$ her kenarda olması gereken donatı miktarıdır.

P1 Perdesi alt ucunda $10\Phi 20$

P1 Perdesi üst ucunda $17\Phi 20$ (P5 Perdesi ile ortak uç bölgesi)

P1 Perdesi gövde düşey donatısı $2X9\Phi 16/15$

P2 Perdesinde Hesap (275/40)

Tablo 7-3 P2 Perdesi Kesit Tesirleri

Perde	Yüklemeye	Yer	N (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	As (cm2)
P2	BET1	Top	-2902	8,3	-0,8	-1,73	-13,71	*
P2	BET1	Bottom	-3138,5	22,7	8,4	8,87	147,76	*
P2	BET2 MAX	Top	-483,8	128,9	35,0	22,64	140,66	*
P2	BET2 MAX	Bottom	-385,2	143,4	70,2	87,74	411,90	4,86
P2	BET2 MIN	Top	-3521,4	-118,7	-36,1	-24,97	-155,45	*
P2	BET2 MIN	Bottom	-3954,6	-113,4	-58,8	-75,60	-209,39	*
P2	BET3 MAX	Top	-98,6	392,0	17,8	20,71	550,20	11,84
P2	BET3 MAX	Bottom	317,9	400,9	40,6	42,40	1485,66	49,72
P2	BET3 MIN	Top	-3906,6	-381,9	-18,9	-23,04	-564,99	*
P2	BET3 MIN	Bottom	-4657,7	-370,8	-29,1	-30,26	-1283,15	*
P2	BET8 MAX	Top	159,1	123,1	35,1	23,20	156,50	9,477
P2	BET8 MAX	Bottom	284,5	134,4	68,0	85,42	374,73	25,2
P2	BET8 MIN	Top	-2878,5	-124,5	-36,0	-24,42	-139,61	*
P2	BET8 MIN	Bottom	-3284,8	-122,4	-61,0	-77,92	-246,56	*
P2	BET9 MAX	Top	544,3	386,3	17,8	21,27	566,04	31,13
P2	BET9 MAX	Bottom	987,7	391,8	38,4	40,09	1448,49	67,96
P2	BET9 MIN	Top	-3263,7	-387,6	-18,8	-22,48	-549,15	*
P2	BET9 MIN	Bottom	-3988	-379,9	-31,3	-32,58	-1320,32	*

* Minimum donatı konmalıdır.

$A_{smax}=67,96 \text{ cm}^2$ bulunur. Dört kenarda eşit olarak kabul edilen donatı düzeni ile ($\alpha \approx 0,90$ alınarak) $67,96/4=16,99 \text{ cm}^2$ her kenarda olması gereken donatı miktarıdır.

P1 Perdesi alt ucunda $8\Phi 20$

P1 Perdesi üst ucunda $8\Phi 20$

P1 Perdesi gövde düşey donatısı $2X8\Phi 14/20$

P3 Perdesinde Hesap (275/40)

Tablo 7-4 P3 Perdesi Kesit Tesirleri

Perde	Yükleme	Yer	N (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	As (cm2)
P3	BET1	Top	-2810,9	16,2	-0,1	3,96	-7,47	*
P3	BET1	Bottom	-3037,5	22,7	4,5	1,22	159,06	*
P3	BET2 MAX	Top	-1199,7	126,6	38,1	28,55	107,01	*
P3	BET2 MAX	Bottom	-1303,2	123,3	67,3	83,86	372,98	*
P3	BET2 MIN	Top	-2679,8	-105,6	-38,2	-23,14	-113,33	*
P3	BET2 MIN	Bottom	-2897,5	-93,4	-61,1	-82,18	-155,13	*
P3	BET3 MAX	Top	233,6	419,1	28,1	35,83	567,05	22,97
P3	BET3 MAX	Bottom	767,2	430,1	47,4	47,41	1461,73	62,08
P3	BET3 MIN	Top	-4113,2	-398,1	-28,2	-30,41	-573,37	*
P3	BET3 MIN	Bottom	-4968	-400,2	-41,2	-45,74	-1243,89	*
P3	BET8 MAX	Top	-577,3	118,8	38,1	27,53	121,05	*
P3	BET8 MAX	Bottom	-656,8	114	66,1	83,54	332,55	*
P3	BET8 MIN	Top	-2057,4	-113,3	-38,2	-24,16	-99,29	*
P3	BET8 MIN	Bottom	-2251,1	-102,8	-62,3	-82,5	-195,56	*
P3	BET9 MAX	Top	856,1	411,3	28,1	34,8	581,09	40,67
P3	BET9 MAX	Bottom	1413,7	420,7	46,2	47,1	1421,31	80,92
P3	BET9 MIN	Top	-3490,7	-405,8	-28,2	-31,44	-559,33	*
P3	BET9 MIN	Bottom	-4321,5	-409,5	-42,5	-46,05	-1284,31	*

* Minimum donatı konmalıdır.

$A_{smax}=80,92 \text{ cm}^2$ bulunur. Dört kenarda eşit olarak kabul edilen donatı düzeni ile ($\alpha \approx 0,90$ alınarak) $80,92/4=20,23 \text{ cm}^2$ her kenarda olması gereken donatı miktarıdır.

P3 Perdesi alt ucunda $8\Phi 20$

P3 Perdesi üst ucunda $8\Phi 20$

P3 Perdesi gövde düşey donatısı $2X8\Phi 16/20$

P4 Perdesinde Hesap (680/40)

Tablo 7-5 P4 Perdesi Kesit Tesirleri

Perde	Yükleme	N (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	As (cm2)
P4	BET1	-9678,6	351,7	95,2	133,52	6429,51	*
P4	BET2 MAX	-17848,8	1494,8	497,6	572,88	12613,16	*
P4	BET2 MIN	4459,8	-1014,8	-367,7	-390,47	-3705,11	206,13
P4	BET3 MAX	-8242,0	5054,8	141,1	164,99	28921,41	118,4
P4	BET3 MIN	-5147,0	-4574,8	-11,2	17,42	-20013,36	59,72
P4	BET8 MAX	-15801,0	1400,1	471,8	537,48	11295,28	*
P4	BET8 MIN	6507,6	-1109,5	-393,5	-425,86	-5022,99	276,31
P4	BET9 MAX	-6194,2	4960,1	115,3	129,59	27603,53	135,3
P4	BET9 MIN	-3099,2	-4669,5	-37,0	-17,97	-21331,24	128,18

* Minimum donatı konmalıdır.

$A_{smax}=276,31 \text{ cm}^2$ bulunur. Dört kenarda eşit olarak kabul edilen donatı düzeni ile ($\alpha \approx 0,90$ alınarak) $80,92/4=20,23 \text{ cm}^2$ her kenarda olması gereken donatı miktarıdır.

P4 Perdesi alt ucunda $22\Phi 22$

P4 Perdesi üst ucunda $21\Phi 22$

P4 Perdesi gövde düşey donatısı $2X28\Phi 16/15$

P5 Perdesinde Hesap (655/40)

Tablo 7-6 P5 Perdesi Kesit Tesirleri

Perde	Yükleme	Yer	N (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	As (cm2)
P5	BET1	Top	-6898,2	-343,4	-8,7	9,46	-164,18	*
P5	BET1	Bottom	-7790,6	-321,2	-3,3	2,9	-447,76	*
P5	BET2 MAX	Top	-4094,5	2908,6	24,3	22,91	5818,61	*
P5	BET2 MAX	Bottom	-4571,8	2740,8	31,1	39,92	10593,9	*
P5	BET2 MIN	Top	-5436,5	-3376,2	-36,1	-9,9	-6048,28	*
P5	BET2 MIN	Bottom	-6201,2	-3178,3	-35,6	-35,81	-11209,79	*
P5	BET3 MAX	Top	-3529,7	1863,3	86,3	35,68	1810,22	*
P5	BET3 MAX	Bottom	-4179,2	1783,7	95	132,74	1465,46	*
P5	BET3 MIN	Top	-6001,3	-2330,9	-98,2	-22,67	-2039,89	*
P5	BET3 MIN	Bottom	-6593,7	-2221,2	-99,5	-128,63	-2081,34	*
P5	BET8 MAX	Top	-2598,6	3004,5	26,8	20,67	5845,43	*
P5	BET8 MAX	Bottom	-2910,2	2829,8	32	39,63	10699,58	33,34
P5	BET8 MIN	Top	-3940,5	-3280,2	-33,6	-12,14	-6021,47	*
P5	BET8 MIN	Bottom	-4539,6	-3089,3	-34,6	-36,11	-11104,11	*
P5	BET9 MAX	Top	-2033,7	1959,2	88,8	33,44	1837,03	*
P5	BET9 MAX	Bottom	-2517,7	1872,7	95,9	132,45	1571,13	*
P5	BET9 MIN	Top	-4505,4	-2235	-95,7	-24,91	-2013,07	*
P5	BET9 MIN	Bottom	-4932,1	-2132,2	-98,5	-128,93	-1975,67	*

* Minimum donatı konmalıdır.

Kritik perde yüksekliği içinde perde boyunun 0,20 'sine eşdeğer bir uç bölgesi ile bulunan alan $655X0,20x40=5240 \text{ cm}^2$

P5 Perdesi sol ucunda $17\Phi 20$

P5 Perdesi sağ ucunda $17\Phi 20$

P5 Perdesi gövde düşey donatısı $\Phi 12/20$

P6 Perdesinde Hesap (655/40)

Tablo 7-7 P6 Perdesi Kesit Tesirleri

Perde	Yükleme	Yer	N (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	As (cm ²)
P6	BET1	Top	-12418,5	463,6	-47,66	845,97	-2126,49	*
P6	BET1	Bottom	-12353,2	430,3	-35,64	-621,35	-1907,67	*
P6	BET2 MAX	Top	-6360,7	3634,5	-25,33	668,35	13585,74	57,08
P6	BET2 MAX	Bottom	-5405,6	3583,9	-14,95	-285,85	24623,9	168,81
P6	BET2 MIN	Top	-10773,1	-3001,5	-39,5	481,94	-16495,08	25,77
P6	BET2 MIN	Bottom	-11671,6	-2996,8	-33,4	-557,2	-27232,93	176,47
P6	BET3 MAX	Top	1354,9	2324	2,1	1014,6	1734,03	220,15
P6	BET3 MAX	Bottom	3904,1	2307,3	22,8	235,12	3881,06	165,4
P6	BET3 MIN	Top	-18488,8	-1691	-66,93	135,69	-4643,37	*
P6	BET3 MIN	Bottom	-20981,3	-1720,1	-71,15	-1078,17	-6490,1	126,11
P6	BET8 MAX	Top	-3592,2	3510,4	-11,86	427,39	14136	86,66
P6	BET8 MAX	Bottom	-2755,2	3467,8	-4,45	-103,19	25120,4	214,33
P6	BET8 MIN	Top	-8004,6	-3125,7	-26,03	240,99	-15944,82	13,19
P6	BET8 MIN	Bottom	-9021,3	-3112,9	-22,91	-374,54	-26736,43	158,21
P6	BET9 MAX	Top	4123,4	2199,9	15,57	773,65	2284,29	256,82
P6	BET9 MAX	Bottom	6554,5	2191,1	33,3	417,78	4377,56	275,97
P6	BET9 MIN	Top	-15720,2	-1815,2	-53,46	-105,27	-4093,11	*
P6	BET9 MIN	Bottom	-18330,9	-1836,2	-60,66	-895,51	-5993,59	34,13

* Minimum donatı konmalıdır.

$A_{smax}=275,97 \text{ cm}^2$ bulunur. Dört kenarda eşit olarak kabul edilen donatı düzeni ile ($\alpha \approx 0,90$ alınarak) $275,97/4=68,99 \text{ cm}^2$ her kenarda olması gereken donatı miktarıdır.

P6 Perdesi sol ucunda 21Φ22

P6 Perdesi sağ ucunda 21Φ22

P6 Perdesi gövde düşey donatısı 2X31Φ16/15

7.7 Perdelerin Kesme Güvenliği

- Perde veya perde parçalarındaki enine donatının hesabında V_d kesme kuvveti esas alınacaktır.
- Perde kesitlerinin kesme dayanımı V_r , Denklem (7.3) ile hesaplanacaktır.

$$V_r = A_{ch} (0.65 f_{ctd} + \rho_{sh} f_{yd}) \quad (7.3)$$

V_d kesme kuvveti aşağıda tanımlanan koşulları sağlayacaktır:

$$V_d \leq V_r \quad (7.4a)$$

$$V_d \leq 0.22 A_{ch} f_{cd} \quad (7.4b)$$

Aksi durumda, perde kesit boyutları bu koşullar sağlanmak üzere arttırılacaktır.

- Temele bağlantı düzeyinde ve üst katlarda yapılacak inşaat derzlerinde, aktarılan kesme kuvveti için TS-500'de tanımlanan sürtünme kesmesi hesabı mutlaka yapılacaktır.

Denklem (7.3)'den faydalanarak perde kesitlerinin kesme dayanımları hesaplanırsa;

$$V_{r1}=275.40.(0,65.100+0,00921.36500)=4413 \text{ kN}$$

$$V_{r2}=275.40.(0,65.100+0,0075.36500)=3726 \text{ kN}$$

$$V_{r3}=275.40.(0,65.100+0,0075.36500)=3726 \text{ kN}$$

$$V_{r4}=680.40.(0,65.100+0,0035.36500)=5243 \text{ kN}$$

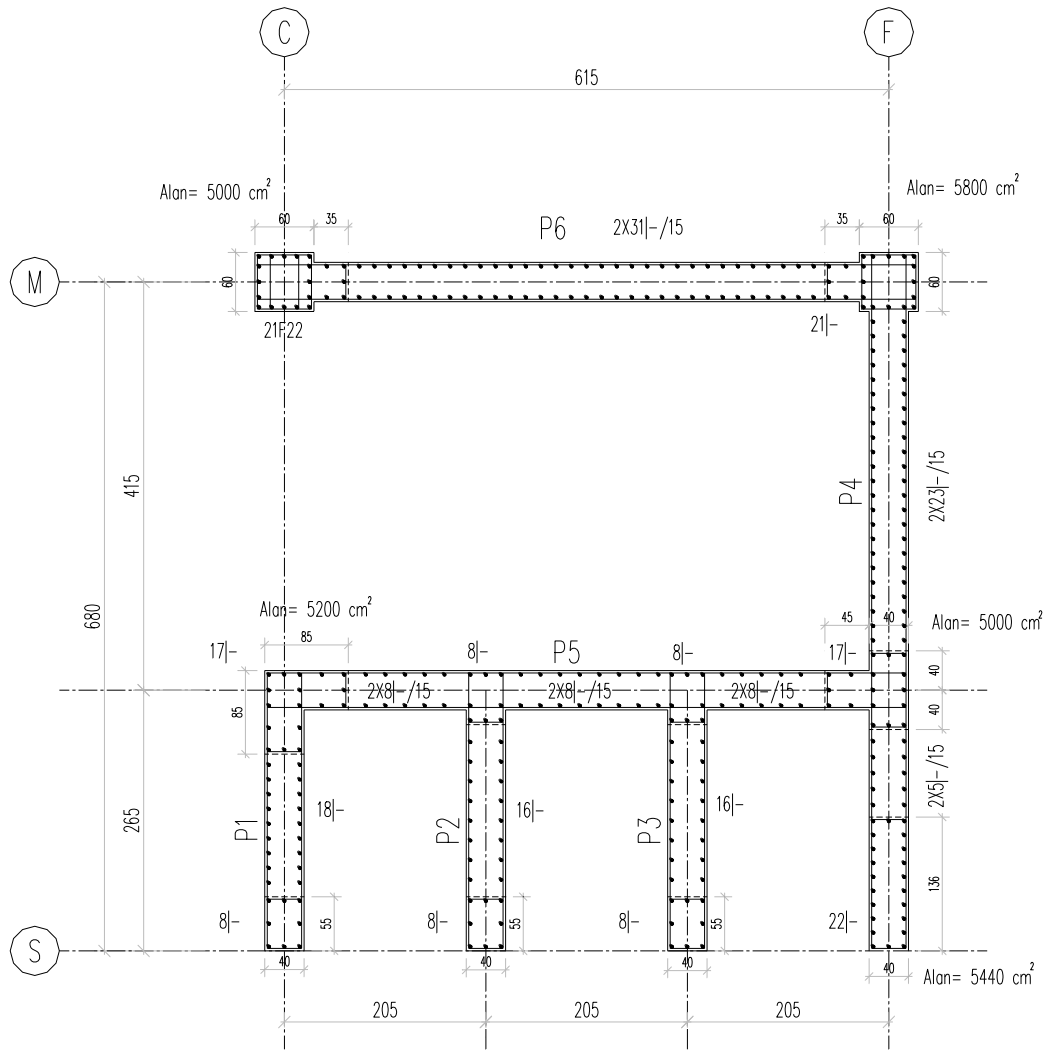
$$V_{r5,6}=655.40.(0,65.100+0,002563.36500)=4154 \text{ kN}$$

Perdelerde oluşan ana doğrultudaki (uzun) kesme kuvvetleri:

Tablo 7-8 Perdelerde Kesme Kuvvetleri

Perde	Ve (kN)	Vd (kN)
P1	922,9	3146
P2	400,9	3146
P3	430,1	3146
P4	5054,8	7779,2
P5	3376,2	7493,2
P6	3634,5	7493,2

Görüldüğü gibi denklem 7.4 ile verilen $V_d < V_r$ şartıda sağlanmaktadır. Sadece P4 perdesinde yatay gövde donatısı $\Phi 14/20$ kullanılmalıdır.



Şekil 7-2’de Zemin kat çekirdek perdelerinin donatı durumu görülmektedir.

Şekil 7-2 Zemin Kat Çekirdek Perde Donatıları

BÖLÜM-8 RADYE TEMEL TASARIMI

Bu bölümde radye temelin statik ve betonarme hesabı TS500’de verilen kurallar dahilinde yapılmıştır. Yapının temel sisteminin seçiminde, büyük kesit tesirlerine sahip olan çekirdek perdeler ve bodrum katta bulunan çepeçevre perde duvarların bulunması etken olmuştur. Kullanılan radye temel sistemi ve düşey taşıyıcı elemanların durumu Şekil 8-1 ‘de verilmiştir.

Diğer elemanlarının boyutlandırılmasında esas olan temelden ankastre çözümden ayrı olarak , radye temelin statik ve betonarme hesabı yapının temeli ile birlikte düşünüldüğü model üzerinde yapılmıştır.

Yapı temelleri ile birlikte ayrıca modellenmiş olup bu modeldeki çözümün ankastre modele göre büyük farklılıklar göstermediği gözlenmiştir. Radye temel ETABS v7.18 ‘de çökmeye karşı tanımlanan düşey yatak katsayıları ile tanımlı sonlu eleman ağı oluşturularak çözülmüştür. Sonlu eleman düğüm noktalarında tanımlanan çökmeye karşı yay sabiti değerleri, düşey yatak katsayısının ilgili sonlu elemanın etkili yük alanı ile çarpılmasından oluşan tekil kuvvetler şeklinde tanımlanmıştır. Bu işlemler ETABS v7.18 tarafından otomatik olarak gerçekleştirilmiştir. Radye temelin boyutlandırılmasında kullanılan zemin parametreleri aşağıda verilmiştir.

Zemin düşey yatak katsayısı $k_v=50000 \text{ kN/m}^3$

Zemin emniyet gerilmesi $\sigma_z=250 \text{ kN/m}^2$

Radye temelin boyutlandırılmasında kullanılan yük kombinasyonları aşağıda verilmiştir;

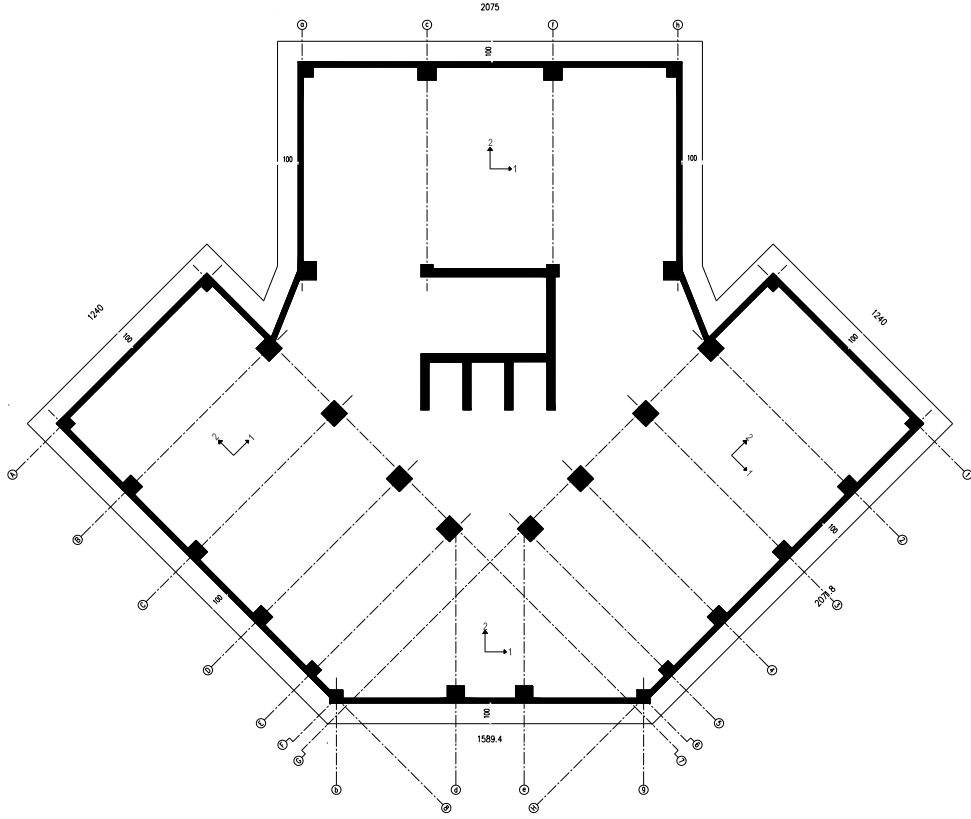
BET 1:1,4G+1,6Q

BET 2:1,0G+1,0Q \pm 1,0E_x

BET 3:1,0G+1,0Q \pm 1,0E_y

BET 8:0,9G \pm 1,0E_x

BET 9:0,9G \pm 1,0E_y



Şekil 8-1 Radye Temel Sistemi

8.1 Radye Temel Kalınlığının Belirlenmesi (Zımbalama Tahkiki)

Radye temelin kalınlığının belirlenmesi zımbalama tahkikine göre yapılmıştır.

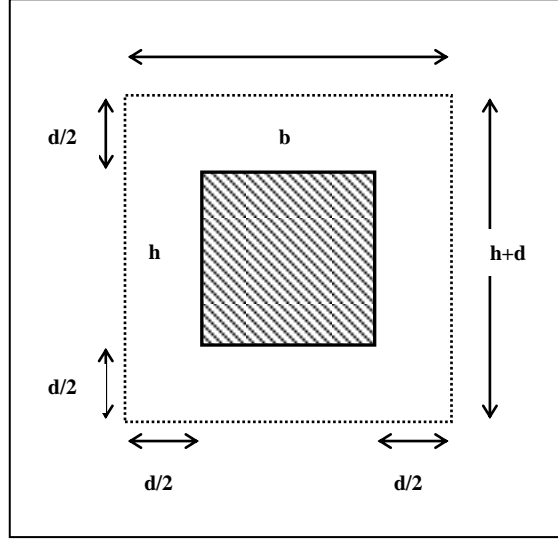
En büyük normal kuvvet değerine sahip kolona bakıldığında E-7 aksları kesişiminde yer alan 1,0m/1,0m boyutlu kolon ($N_{max}=8204$ kN) olduğu görülür.

TS500 Bölüm 8.3’de verilen zımbalama bahsindeki kurallar dahilinde bu kolona ait olan zımbalama çevresi Şekil 8-2 ‘de görülmektedir.

Zımbalamanın oluşmaması için;

$$V_{pr} \geq V_{pd} \quad (8.1)$$

Zımbalama dayanımının hesabında yüklenen alan $d/2$ kadar uzaklıkta yer alan zımbalama çevresi ile belirlenen kesit gözönüne alınır (Şekil 8-2).



Şekil 8-2 Kolon Zımbalama Çevresi

Yukarıda görülen kolon için zımbalama dayanımı ,

$$V_{pr} = \gamma \cdot f_{ctd} \cdot u_p \cdot d \quad (8.2)$$

bağıntısıyla hesaplanmıştır. Burada γ eğilme etkisini yansıtan bir katsayıdır.

Dikdörtgen veya dairesel kolonlar için (8.3) bağıntısıyla bulunur.

($d=115$ cm $h=120$ cm başlangıç değeri olarak seçilirse)

$$\gamma = \frac{1}{1 + 1,5 \cdot \frac{e_x + e_y}{\sqrt{b_x \cdot b_y}}} \quad (8.3)$$

$$e_{min} = 15 \text{ mm} + 0,03 \cdot h \quad (\text{minumum dış merkezlik})$$

$$e_{min} = 1,5 + 0,03 \cdot 100 = 4,5 \text{ cm bulunur.}$$

$$\gamma = \frac{1}{1 + 1,5 \cdot \frac{4,5 + 4,5}{\sqrt{215 \cdot 215}}} = 0,94$$

$$u_p = 2 \cdot (100 + 115) = 860 \text{ cm (zımbalama çevresi)}$$

$$V_{pr} = 0,941 \cdot 860 \cdot 100 \cdot 115 = 9306,5 \text{ kN}$$

$$V_{pd}=N-F_a \quad (8.4)$$

$$F_a=q_{sp} \cdot (b+d) \cdot (h+d) \quad (8.5)$$

olmasına rağmen temelin altında oluşan zemin gerilmesi ile zımbalama alanın çarpılmasında oluşan F_a kuvvetini hesaba katmadan dahi temelin zımbalamaya karşı güvenliği olduğu görülmektedir.

$V_{pr} \geq V_{pd}$ zımbalama tehlikesi yoktur. Sonuç olarak radye temel kalınlığı 120 cm seçilmiştir.

8.2 Zemin Emniyet Gerilmesi Kontrolü

Radye temelde oluşan en büyük oturma miktarından hareketle zemin gerilmesi hesaplanırsa;

Maximum oturma miktarının 0,0069 m (BET-3) kombinasyonunda olduğu görülür.

$\sigma_{zemin}=k_v$ (düşey yatak katsayısı) x Oturma miktarı

$\sigma_{zemin}=50000 \cdot 0,0069=345 \text{ kN/m}^2 \leq 1,5 \cdot \sigma_z$ (zemin emniyet gerilmesi)

$$345 \text{ kN/m}^2 \leq 37,5 \text{ kN/m}^2$$

8.3 Radye Temel Betonarme Hesabı

Radye temelin betonarme hesabı ETABS v 7.18 bilgisayar modeli üzerinde boyutlamaya esas olan yükleme kombinasyonlarında oluşan moment diyagramlarının değerlendirilmesiyle yapılmıştır. İlk olarak radye temellerde uyulması tavsiye edilen çift doğrultuda çalışan döşemeler için verilen 0,0035 oranında minimum donatı oranı ile taşınabilecek moment değeri bulunmuş çeşitli yükleme kombinasyonlarında bu değeri aşan bölgeler ek donatılar yerleştirilmiştir.

Çift doğrultuda çalışan döşemeler için , her iki yönde konacak donatıların toplamı için verilen $\rho_{min}=0,0035$ kuralı uygulanırsa;

$$A_{smin}=0,0035 \cdot 100 \cdot 115=40,25 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Radye temelin üst yüzünde her bir doğrultuda $\Phi 20/15$ (20,94 cm^2/m)

Radye temelin üst yüzünde her bir doğrultuda $\Phi 20/15$ (20,94 cm^2/m)

Bu minimum donatı ile kesitin taşıyacağı moment $M_r=800 \text{ kN/m}$ olarak bulunur.

Ek C 'de verilen şekillerdeki moment diyagramları incelenirse;

- BET-1 kombinasyonu için 1 yönü altta çekme durumunda kolon altlarında minimum donatı ile taşınan 800 kNm/m 'lik momentin aşıldığı gözlenmektedir. Ancak bu aşan bölgelerde kolon yüzünden itibaren bir moment değeri okunduğunda 800 kNm/m taşıma momentinin yeterli olduğu kanaatine varılır. P4 perdesi altında X doğrultusunda ek donatı ihtiyacı gözlenmektedir.
- BET-1 kombinasyonu için 1 yönü üstte çekme durumunda 7-8 ve G-H aksları arasında kalan bölgelerde minimum donatı ile taşınan 800 kNm/m 'lik momentin aşıldığı gözlenmektedir. Üstte kullanılan $\Phi 20/15$ (20,94 cm²/m) donatıya ek olarak $\Phi 20/15$ (20,94 cm²/m) yerleştirildiği takdirde $\Phi 20/7,5$ (41,88 cm²/m) kesitin $M_r=15700$ kNm/m moment taşıyabildiği bunda 1 doğrultusunda üstte oluşan bu aşan momentleri karşıladığı görülür.
- BET-1 kombinasyonu için 2 yönü altta çekme durumunda P6 perdesi altında minimum donatı ile taşınan 800 kNm/m 'lik momentin aşıldığı gözlenmektedir. Bu bölgede altta yerleştirilecek $\Phi 16/20$ (10,05 cm²/m) donatı ile $\Phi 20/15 + \Phi 16/20$ (31,0 cm²/m) $M_r=1200$ kNm/m taşıma kapasitesi yeterlidir.
- BET-1 kombinasyonu için 2 yönü üstte çekme durumunda I-II ve III-IV aksları arasında minimum donatı ile taşınan 800 kNm/m 'lik moment aşılmaktadır. I-II aksları arasında $\Phi 20/15 + \Phi 20/20$ (36,66 cm²/m) $M_r=1380$ kNm/m 'lik taşıma momenti yeterlidir. 3-4 aksları arasında ise $\Phi 20/15 + \Phi 20/15$ (41,88 cm²/m) $M_r=15700$ kNm/m 'lik taşıma momenti yeterlidir.
- BET-2 kombinasyonu için 1 yönü altta çekme durumunda P4 ve P1 perdesi altında minimum donatı ile taşınan 800 kNm/m 'lik moment aşılmaktadır. P4 perdesi altında arasında $\Phi 20/15 + \Phi 20/15$ (41,88 cm²/m) $M_r=1570$ kNm/m 'lik taşıma momenti yeterlidir. P1 perdesi altında ise $\Phi 20/15 + \Phi 16/20$ (31 cm²/m) $M_r=1200$ kNm/m 'lik taşıma momenti yeterlidir. P4 perdesi altında $\Phi 20/15$ P1 perdesi altında ise $\Phi 16/20$ ek donatı yerleştirilmiştir.

- BET-2 kombinasyonu için 1 yönü üstte çekme durumunda $\Phi 20/15$ minimum donatı ile taşınan 800 kNm/m 'lik moment aşılmaktadır. BET-1 kombinasyonu için yerleştirilen $\Phi 20/15 + \Phi 20/15$ ($41,88 \text{ cm}^2/\text{m}$) $M_r=1570 \text{ kNm/m}$ 'lik taşıma momenti yeterlidir.
- BET-2 kombinasyonu için 2 yönü altta çekme durumunda $\Phi 20/15$ minimum donatı ile taşınan 800 kNm/m 'lik moment aşılmaktadır. BET-1 kombinasyonu için yerleştirilen $\Phi 16/20$ ($10,05 \text{ cm}^2/\text{m}$) donatı ile $\Phi 20/15 + \Phi 16/20$ ($31 \text{ cm}^2/\text{m}$) $M_r=1200 \text{ kNm/m}$ taşıma kapasitesi yeterlidir.
- BET-2 kombinasyonu için 2 yönü üstte çekme durumunda I-II ve III-IV aksları arasında minimum donatı ile taşınan 800 kNm/m 'lik moment aşılmaktadır. BET-1 kombinasyonu için yerleştirilen $\Phi 20/15 + \Phi 20/20$ ($36,66 \text{ cm}^2/\text{m}$) $M_r=1380 \text{ kNm/m}$ 'lik taşıma momenti I-II aksı arasındaki bölge için yeterlidir. 3-4 aksları arasında ise $\Phi 20/15 + \Phi 20/15$ ($41,88 \text{ cm}^2/\text{m}$) $M_r=15700 \text{ kNm/m}$ 'lik taşıma momenti yeterlidir.
- BET-3 kombinasyonu için 1 yönü altta çekme durumunda P4 perdesi altında minimum donatı ile taşınan 800 kNm/m 'lik moment aşılmaktadır. P4 perdesi altında $\Phi 20/15 + \Phi 20/15$ ($41,88 \text{ cm}^2/\text{m}$) $M_r=1570 \text{ kNm/m}$ 'lik taşıma momenti yeterlidir.
- BET-3 kombinasyonu için 1 yönü üstte çekme durumunda $\Phi 20/15$ minimum donatı ile taşınan 800 kNm/m 'lik moment aşılmaktadır. BET-1 kombinasyonu için yerleştirilen $\Phi 20/15 + \Phi 20/15$ ($41,88 \text{ cm}^2/\text{m}$) $M_r=1570 \text{ kNm/m}$ 'lik taşıma momenti yeterlidir.
- BET-3 kombinasyonu için 2 yönü altta çekme durumunda $\Phi 20/15$ minimum donatı ile taşınan 800 kNm/m 'lik momenti P6 perdesi altında aşılmaktadır. Bu bölgede altta yerleştirilecek $\Phi 20/15$ ($20,94 \text{ cm}^2/\text{m}$) donatı ile $\Phi 20/15 + \Phi 20/15$ ($41,88 \text{ cm}^2/\text{m}$) $M_r=1570 \text{ kNm/m}$ taşıma kapasitesi yeterlidir.

- BET-3 kombinasyonu için 2 yönü üstte çekme durumunda I-II ve III-IV aksları arasında minimum donatı ile taşınan 800 kNm/m 'lik moment aşılmaktadır. BET-1 kombinasyonu için yerleştirilen $\Phi 20/15 + \Phi 20/20$ ($36,66 \text{ cm}^2/\text{m}$) $M_r=1380 \text{ kNm/m}$ 'lik taşıma momenti I-II aksı arasındaki bölge için yeterlidir. 3-4 aksları arasında ise $\Phi 20/15 + \Phi 20/15$ ($41,88 \text{ cm}^2/\text{m}$) $M_r=15700 \text{ kNm/m}$ 'lik taşıma momenti yeterlidir.

BET-8 ve BET-9 kombinasyonları için yapılan kontrollerde de yukarıda ki kombinasyonlarda oluşan kesit etkilerini karşılamak amacı ile yerleştirilen minimum donatı ve ek donatıların yeterli olduğu görülür.

Sonuç olarak radye temelde her iki doğrultuda alt ve üstte $\Phi 20/15$ ($20,94 \text{ cm}^2/\text{m}$) donatı, 7-8 ve G-H aksları arasında üstte 1 doğrultusunda $\Phi 20/15$ ($20,94 \text{ cm}^2/\text{m}$) ek donatı, I-II aksları arasında üstte 2 doğrultusunda $\Phi 20/15$ ($20,94 \text{ cm}^2/\text{m}$) ek donatı, III-IV aksları arasında 2 doğrultusunda $\Phi 20/20$ ($15,72 \text{ cm}^2/\text{m}$) ek donatı, P4 perdesi altında 1 doğrultusunda $\Phi 20/15$ ($20,94 \text{ cm}^2/\text{m}$) ek donatı, P6 perdesi altında 2 doğrultusunda $\Phi 20/15$ ($20,94 \text{ cm}^2/\text{m}$) ek donatı, P1 perdesi altında 1 doğrultusunda ise $\Phi 16/20$ ek donatı yerleştirilmiştir.

BÖLÜM-9 SONUÇLAR

Bu çalışmada on iki katlı betonarme bir yapının taşıyıcı sistemi yatay ve düşey yükler altında TS500 ve Deprem Yönetmeliği kurallar dahilinde projelendirilmiştir. Yapının taşıyıcı sistemi çekirdek perde ve betonarme çerçevelerden oluşmaktadır. İki katı rijit bodrum kat olan yapıda zemin kat dışında diğer katların yükseklikleri aynıdır. Yapının yatay yük analizinde modların birleştirilmesi yöntemi kullanılmış, bulunan taban kesme kuvveti değerleri Deprem Yönetmeliği'nde belirtilen eşdeğer deprem yükü yöntemi ile bulunan toplam taban kesme kuvveti değerine çekilmiştir. Aşağıda hesaplarda izlenen sıra korunarak betonarme bir yapının tasarımında dikkatle üzerinde durulması gereken bazı kurallara ve tasarımı yapılan bu yapı ile ilgili bazı önemli noktalara değinilmiştir.

Yapıdaki döşeme sistemi kirişli olup deprem yüklerinin düşey taşıyıcı elemanlara aktarılmasında herhangi bir problem bulunmamaktadır, kirişli döşeme sistemi kullanıldığından yatay yükler altında döşeme elemanlarında oluşabilecek kesit etkileri ihmal edilmiş ve döşemeler sistemden ayrı olarak oluşturulan bir model üzerinde sadece düşey yüklerin etkisi gözetilerek hesaplanmıştır. Yapının düşey ve yatay yükler altında çözümlenmesi ve boyutlandırılması sonucu aşağıdaki hususların belirtilmesinde fayda görülmüştür:

- a. Özellikle kirişsiz döşemeli sistemlerde ve derinliği az olan asmolen döşeme sisteminin kullanıldığı yapılarda yatay yükün düşey taşıyıcı elemanlara güvenle aktarımının sağlanmasında azami önem gösterilmeli ve bu tür sistemlerde yatay yükün perdelerde taşınması sağlanmalıdır.
- b. Asmolen döşemeli sistemlerde derinliği az olan yassı kiriş kullanımından dolayı kolon uçlarında oluşan büyük dönmeler sonucu ikinci mertebe etkilerinin önem kazanacağı, yine kirişsiz döşemeli sistemlerde özellikle zımbalama tehlikesi bakımından da yüksek risk taşıyan kolon-döşeme birleşim bölgelerinde, yatay yükün düşey taşıyıcılara doğrudan olarak aktarılması söz konusu olduğundan, bu bölgelerdeki ek zorlamaların güvenle taşındığının gösterilmesi gerektiği unutulmamalıdır.

- c. Sadece düşey yükleri taşımakla kalmayıp düzlemi içinde oluşturduğu büyük rijitlikle bir diyafram etkisi yaratarak yapının stabilitesi açısından önemli bir rol oynayan döşemelerde bu diyafram hareketini engelleyecek tarzda büyük boşluklardan kaçınılmalı, eğer bu tarz boşluklar varsa bu boşluklardan dolayı döşemede oluşacak olan şekil değiştirme ve oluşan gerilme durumu dikkate alınarak, buna uygun matematik modeller kullanılmalıdır.
- d. Yapının yatay yüklere göre hesabında hangi yöntemin (Eşdeğer deprem yükü yöntemi veya Modların birleştirilmesi) kullanılacağı dikkatle belirlenmelidir.
- e. Özellikle burulma oranının yüksek olduğu, geometri ve rijitlik bakımından simetrik olmayan, kat yüksekliklerinin birbirinden önemli ölçüde fark ettiği, kütle dağılımı bakımından düzenli olamayan yapıların hesabında eşdeğer deprem yükü ile yapılacak çözüm sonuçlarının modal analiz yöntemi ile de karşılaştırılması ve kesit etkilerinin katlar bazındaki dağılımında büyük farklar gözlenmesi durumunda modal analiz yönteminin kullanılması yoluna gidilmesi gerektiği unutulmamalıdır.
- f. Burulma oranları incelendiğinde bodrum katlarda bu oranın 1,60–1,70 seviyelerinde olduğu görülür. Bunun nedeni kat içinde herhangi bir hareket kısıtlaması tanımlanmamış olmasından dolayı, asansör boşluklarının olduğu bölgedeki düğüm noktalarının dış hatta bulunan rijit bodrum perdelerine göre büyük yerdeğiştirmeler yapmasıdır. Aynı yapı rijit diyafram tanımlanarak çözüldüğünde bu burulma oranlarını 1,20 seviyelerine indirdiği görülür.
- g. Yapıdaki bazı taşıyıcı elemanların asal eksenleri birbirine dik olarak düşünülen deprem doğrultularına paralel olmadığından bir yöndeki deprem etkisi ile birlikte diğer yönde oluşan deprem etkilerinin de %30 alınarak boyutlamada kullanılmıştır. Bu yükleme kombinasyonu bazı elemanlar için boyutlamaya esas olan kesit tesirlerinde etkili olmuştur.
- h. Özellikle perdeleri birbirine bağlayan kirişlerin yukarıda bahsedilen yükleme durumunda aşırı derecede zorlandığı ve yoğun donatılı olduğu görülür. Bu yoğun donatılı kirişlerde konulan donatılardan hareketle hesaplanan moment taşıma kapasitelerinin yüksek çıktığı ve kiriş boylarında kısa olması gözönünde tutularak kirişlerde kesme güvenliğinin sağlanmasında etriye miktarının arttığı gözlenmiştir.

- i. Deprem esnasında en büyük kesit etkilerinin olduğu kolon-kiriş birleşim bölgelerinde donatı detaylarına özel önem verilmelidir. Bu bölgelerde deprem enerjisinin yutulmasını sağlayacak plastik mafsalların kiriş uçlarında oluşmasının sağlanması ve hiçbir şekilde kirişlerde kesme göçmesi oluşmaması için, kesme kuvvetine göre tasarımın moment taşıma kapasitesinden hareketle yapılması gereklidir.
- j. Kolonların tasarımında narinlik etkisi dikkatle incelenmelidir. Her katın yanal yerdeğiştirme durumu belirlendikten sonra narinlik açısından en önemli olan kesit bakımından küçük, rijitliği az olan kirişlerle kuşatılmış olan köşe kolonlara dikkat edilmelidir. Şayet narinlik problemi varsa TS500’de yer alan moment büyütme yöntemi kullanılarak boyutlamaya esas olan kesit tesirleri elde edilmelidir. TS500 ‘de verilen yöntemin kullanılmaması durumunda ise ikinci mertebe etkileri gözönüne alabilen yapısal çözümleme yöntemleri kullanılmalıdır.
- k. Kolonların kirişlerden güçlü olması kontrolü kat içindeki her düğüm noktasında yapılmalı bunun sağlanamadığı durumlarda kolon kesitleri büyütülerek çözüm tekrarlanmalıdır.
- l. Perdeler mümkün olduğunca yapıya en büyük burulma rijitliğini sağlayabilecek tarzda dış hatlara ve her iki yönde simetrik olacak şekilde yerleştirilmelidir. Perdelerin eksen doğrultularının aynı noktada kesişmesi sonucu ortaya çıkabilecek olan ani dönme noktası oluşturmaktan şiddetle kaçınılmalıdır.
- m. Büyük miktarda burulmaya yol açacak şekilde perde yerleşiminin statik hesaplardaki gerçek davranışa yaklaşabilme ihtimalini ortadan kaldırdığı gözönünde tutulmalıdır.
- n. Yapıdaki bazı perdelerin donatılmasında zayıf yönde oluşan deprem etkilerinde perdede çıkan yüksek miktardaki çekme kuvvetinden dolayı moment miktarı az da olsa bu kombinasyonun en büyük donatı miktarını verdiği görülmüştür.
- o. Perde uç bölgelerinin genişletilmesiyle oluşturulacak olan başlık bölgelerinin perdenin moment taşıma kapasitesinin artmasında ve donatı yerleşiminde rahatlıklar sağladığı görülmüştür.
- p. Yapının temelleri ile modellenmesi durumunda statik ve dinamik analiz sonuçlarının zeminin özelliğine göre değişiklikler gösterdiği gözlenmiştir. Zemin düşey yatak katsayısı düşük olan zeminlerde üst yapı çözümündeki bu farkların yüksek olandakilere oranla büyük farklar gösterdiği, özellikle düşey yatak

katsayısı düşük olan zeminlerde perde taban momentlerinde hem kesit tesiri bazında hem de bu momentlerin yapı içindeki dağılımında farklılıklar oluşmuştur. Bir ikinci önemli değişiklik ise, aşırı derecede kötü zeminler üzerinde yapılan yapılarda temelden ankastre varsayımıyla yapılan çözülemeye göre relatif kat yerdeğıştirmelerinin, temelde oluşan büyük dönmeler neticesinde, artmasıdır.

KAYNAKLAR

- [1] **Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik**, 1997.
İmar İskan Bakanlığı , Deprem Araştırma Enstitüsü Başkanlığı
- [2] **TS500**, 2000. Betonarme yapıların hesap ve yapım kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü, Ankara*
- [3] **TS498**, 1984. Betonarme elemanlarının boyutlandırılmasında alınacak yükler, *Türk Standartları Enstitüsü, Ankara*
- [4] **ACI 318-99**, 2000. Building Code Requeriments for Structural Concrete, *American Concrete Institute , Michigan*
- [5] **Celep,Z., Kumbasar, N.**, 1998. Betonarme Yapılar, Sema Matbaacılık, İstanbul
- [6] **Celep,Z., Kumbasar, N.**, 1998. Betonarme Yapılar, Sema Matbaacılık, İstanbul
- [7] **Celep,Z., Kumbasar, N.**, 2000. Deprem Mühendisliğine Giriş, Beta Dağıtım, İstanbul
- [8] **Çakıroğlu, A., Özer,E.**, 1981. Teknik Rapor 40, Eğik Eğilme ve Normal Kuvvet Etkisi Altında Taşıma Gücü Formüller, İ.T.Ü İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul
- [9] **Köseoğlu, S.**, 1992. Temeller, Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul
- [10] **Aka,İ., Altan, M.**, 1992. Betonarme Taşıyıcı Sistemler, İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, İstanbul
- [11] **Wilson, E. L.**, 1998. Three Dimensional Static and Dynamics of Structures, Berkeley, California
- [12] **SAP2000 Analyis Reference Manual**, 1998. Computers and Structures Inc. Berkeley, California
- [13] **ETABS User's Manual**, 1999. Computers and Structures, Inc. Berkeley, California

Tablo 6-1 Zemin kat kolon donatıları

Kolon No	Komb.	b (cm)	h (cm)	Ac (cm2)	N (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	Ag (cm2)	Asmin	Seçilen	Nmax (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	0,5*fck*Ac
C1	BET-1	65	65	4225	-3597,70	-4,96	41,44	*	42,25	12Φ22	-3597,7	98,40	-53,40	4225,00
C2	BET-1	85	85	7225	-6190,90	-128,18	11,78	*	72,25	20Φ22	-6190,9	208,80	-116,30	7225,00
C3	BET-1	85	85	7225	-6231,90	-123,33	17,83	*	72,25	20Φ22	-6231,9	-201,90	-120,50	7225,00
C4	BET-3	65	65	4225	-3412,50	-162,58	-276,48	17,91	42,25	12Φ22	-3528,4	-109,90	65,80	4225,00
C5	BET-5	65	65	4225	-2847,60	-228,04	-382,72	26,96	42,25	12Φ22	-3580,8	173,70	-101,80	4225,00
C6	BET-5	65	65	4225	-2902,40	-319,28	-263,70	23,45	42,25	12Φ22	-3601,4	-110,00	-141,90	4225,00
C7	BET-5	80	80	6400	-4283,60	-286,30	-760,04	34,81	64,00	20Φ20	-5634,2	314,40	-123,10	6400,00
C8	BET-1	80	80	6400	-5658,20	-22,62	-153,07	*	64,00	20Φ20	-5658,2	-136,80	-258,30	6400,00
C9	BET-5	80	80	6400	-4591,40	-325,38	-772,36	43,95	64,00	20Φ20	-6032,1	323,30	-132,80	6400,00
C10	BET-1	80	80	6400	-6066,00	-19,56	-156,61	*	64,00	20Φ20	-6066	-144,40	-257,50	6400,00
C11	BET-1	90	90	8100	-6661,80	80,89	257,27	*	81,00	20Φ20	-6661,8	255,10	221,00	8100,00
C12	BET-1	90	90	8100	-6639,40	261,73	86,98	*	81,00	20Φ20	-6639,4	262,80	236,90	8100,00
C13	BET-1	80	80	6400	-6205,30	-24,19	-159,71	*	64,00	20Φ20	-6205,3	-166,10	-252,50	6400,00
C14	BET-5	80	80	6400	-4558,10	-411,31	-763,39	48,43	64,00	20Φ20	-6154,3	313,90	-162,70	6400,00
C15	BET-1	90	90	8100	-5996,40	13,87	217,39	*	81,00	22Φ22	-5996,4	262,30	222,00	8100,00
C16	BET-5	90	90	8100	-5541,10	-254,99	-688,36	2,38	81,00	22Φ22	-5910,6	281,30	238,10	8100,00
C17	BET-5	65	65	4225	-3768,50	-225,41	-340,81	37,48	42,25	12Φ22	-4014,9	146,10	-103,50	4225,00
C18	BET-5	65	65	4225	-3540,70	-281,28	-217,67	25,27	42,25	12Φ22	-4000,7	-100,50	112,00	4225,00
C19	BET-1	90	90	8100	-6521,80	53,77	191,76	*	81,00	22Φ22	-6521,8	230,00	250,10	8100,00
C20	BET-1	90	90	8100	-6462,30	228,65	50,45	*	81,00	22Φ22	-6462,3	267,80	210,40	8100,00
C21	BET-1	90	90	8100	-7447,10	220,02	224,54	*	81,00	22Φ22	-7447,1	272,80	269,40	8100,00
C22	BET-1	90	90	8100	-7312,60	284,42	226,31	*	81,00	22Φ22	-7312,6	318,70	291,60	8100,00
C23	BET-1	65	65	4225	-4000,10	16,97	-50,68	*	42,25	12Φ22	-4000,1	90,00	89,00	4225,00
C24	BET-5	65	65	4225	-3796,50	-239,27	-200,12	23,8	42,25	12Φ22	-4000,1	96,20	97,90	4225,00
C25	BET-1	90	90	8100	-6870,60	-0,07	-236,92	*	81,00	22Φ22	-6870,6	-216,70	-214,70	8100,00
C28	BET-1	90	90	8100	-6759,70	47,22	177,62	*	81,00	22Φ22	-6759,7	183,30	-224,10	8100,00
C29	BET-1	75	75	5625	-5037,30	-57,99	-17,70	*	56,25	16Φ22	-5037,3	-156,10	98,90	5625,00
C30	BET-1	90	90	8100	-8069,20	173,90	-63,45	0,05	81,00	22Φ22	-8069,2	-303,70	167,30	8100,00
C31	BET-1	90	90	8100	-7956,20	179,74	-57,18	*	81,00	22Φ22	-7956,2	-305,40	179,10	8100,00
C32	BET-1	75	75	5625	-4813,00	-29,68	-39,39	*	56,25	16Φ22	-4813	141,60	115,10	5625,00

* Minimum donatı konmalıdır.

Tablo 6-2 1. kat kolon donatıları

Kolon No	Komb.	b (cm)	h (cm)	Ac (cm ²)	N (kN)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	Ag (cm ²)	Asmin	Seçilen	Nmax (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	0,5*f _{ck} *Ac
C1	BET-1	65	65	4225	-3186,60	-3,15	-72,44	*	42,25	12Φ22	-3186,6	-128,70	-55,40	4225,00
C2	BET-1	85	85	7225	-5495,00	-104,18	85,30	*	72,25	20Φ22	-5495	183,40	-113,10	7225,00
C3	BET-1	85	85	7225	-5528,10	-101,72	-70,34	*	72,25	20Φ22	-5528,1	-177,20	-113,70	7225,00
C4	BET-3	65	65	4225	-2856,10	-119,89	-265,25	3,25	42,25	12Φ22	-3129,8	153,80	71,50	4225,00
C5	BET-5	65	65	4225	-2567,10	-260,76	-411,02	29,25	42,25	12Φ22	-3182,7	-231,10	-142,30	4225,00
C6	BET-5	65	65	4225	-2591,80	-352,21	-281,28	24,52	42,25	12Φ22	-3206	-154,80	-198,20	4225,00
C7	BET-5	80	80	6400	-3803,20	-331,10	-569,47	10,65	64,00	20Φ20	-4997,2	-331,00	-175,50	6400,00
C8	BET-1	80	80	6400	-5020,70	-59,02	-277,56	*	64,00	20Φ20	-5020,7	-189,00	-280,90	6400,00
C9	BET-1	80	80	6400	-5351,80	-272,56	16,74	*	64,00	20Φ20	-5351,8	323,70	-183,90	6400,00
C10	BET-1	80	80	6400	-5384,80	-16,29	-286,74	*	64,00	20Φ20	-5384,8	-199,50	-262,50	6400,00
C11	BET-1	90	90	8100	-5897,70	98,57	320,45	*	81,00	20Φ20	-5897,7	296,90	255,50	8100,00
C12	BET-1	90	90	8100	-5876,30	329,77	100,42	*	81,00	20Φ20	-5876,3	320,00	277,10	8100,00
C13	BET-1	80	80	6400	-5508,30	-15,68	-284,45	*	64,00	20Φ20	-5508,3	-199,60	-241,40	6400,00
C14	BET-1	80	80	6400	-5461,70	-264,53	22,20	*	64,00	20Φ20	-5461,7	301,10	-185,70	6400,00
C15	BET-5	90	90	8100	-4849,10	-492,56	-654,13	0,65	81,00	22Φ22	-5298,5	391,80	288,80	8100,00
C16	BET-5	90	90	8100	-4819,30	-651,32	-622,95	9,49	81,00	22Φ22	-5217,9	363,40	396,90	8100,00
C17	BET-1	65	65	4225	-3565,80	-244,81	110,33	13,29	42,25	12Φ22	-3565,8	175,10	-158,60	4225,00
C18	BET-5	65	65	4225	-3555,00	98,28	-263,61	14,57	42,25	12Φ22	-3555	-168,20	143,50	4225,00
C19	BET-1	90	90	8100	-5778,50	-6,80	285,09	*	81,00	22Φ22	-5778,5	291,50	-283,70	8100,00
C20	BET-1	90	90	8100	-5718,60	314,91	-18,92	*	81,00	22Φ22	-5718,6	-309,80	283,40	8100,00
C21	BET-1	90	90	8100	-6598,40	-4,15	246,74	*	81,00	22Φ22	-6598,4	309,80	236,30	8100,00
C22	BET-1	90	90	8100	-6479,80	298,79	8,71	*	81,00	22Φ22	-6479,8	286,10	335,80	8100,00
C23	BET-1	65	65	4225	-3538,90	113,94	255,06	14,25	42,25	12Φ22	-3538,9	162,90	123,80	4225,00
C24	BET-5	65	65	4225	-3270,50	-284,93	-217,52	21,24	42,25	12Φ22	-3537,8	131,70	173,00	4225,00
C25	BET-1	90	90	8100	-6076,20	-220,30	-168,27	*	81,00	22Φ22	-6076,2	-272,50	-252,90	8100,00
C28	BET-1	90	90	8100	-5967,70	-182,48	106,73	*	81,00	22Φ22	-5967,7	228,50	-260,50	8100,00
C29	BET-1	75	75	5625	-4458,10	280,03	-242,51	6,44	56,25	16Φ22	-4458,1	-208,00	165,60	5625,00
C30	BET-1	90	90	8100	-7176,30	268,34	-15,10	*	81,00	22Φ22	-7176,3	-253,00	205,20	8100,00
C31	BET-1	90	90	8100	-7069,80	257,16	-61,27	*	81,00	22Φ22	-7069,8	-265,80	212,70	8100,00
C32	BET-1	75	75	5625	-4253,60	288,11	203,22	0,74	56,25	16Φ22	-4253,6	194,10	179,50	5625,00

* Minimum donatı konmalıdır.

Kirişlerde Moment Süperpozisyonu ve Donatı Hesapları

Kiriş Adı : B58 (K225)

	Yeri (m)	Moment (kNm)	Kombinasyon	b (cm)	h (cm)	As (cm ²)	Asmin (cm ²)	Montaj	Ek Donatı	Vd(kN)	Vdy(kN)	Ve(kN)	Etriye
Sol uç	0	-403,09	BET4(MIN)	30	90	14,6	7,40	2Φ16	3Φ22	-178,6	115,5	214,65	Φ10/15
Açıklık	5	200,49	BET1	30	90	6,97	5,92	-	3Φ18	-	-	-	Φ10/20
Sağ uç	10	-387,68	BET4(MIN)	30	90	13,97	7,40	2Φ16	3Φ22	173,7	115,5	214,65	Φ10/15

Kiriş Adı : B44 (K227)

	Yeri (m)	Moment (kNm)	Kombinasyon	b (cm)	h (cm)	As (cm ²)	Asmin (cm ²)	Montaj	Ek Donatı	Vd(kN)	Vdy(kN)	Ve(kN)	Etriye
Sol uç	0	-385,63	BET4(MIN)	30	90	13,88	7,40	2Φ16	3Φ22	-149,1	102	203,4	Φ10/15
Açıklık	3	150,39	BET4(MAX)	30	90	5,17	5,92	-	3Φ18	-	-	-	Φ10/20
Sağ uç	10	-383,54	BET4(MIN)	30	90	13,81	7,40	2Φ16	3Φ22	150,4	102	203,4	Φ10/15

Kiriş Adı : B33 (K227)

	Yeri (m)	Moment (kNm)	Kombinasyon	b (cm)	h (cm)	As (cm ²)	Asmin (cm ²)	Montaj	Ek Donatı	Vd(kN)	Vdy(kN)	Ve(kN)	Etriye
Sol uç	0	-373,83	BET4(MIN)	30	90	13,42	7,40	2Φ16	3Φ22	-150,1	101,6	203,5	Φ10/15
Açıklık	5	149,85	BET1	30	90	5,14	5,92	-	3Φ18	-	-	-	Φ10/20
Sağ uç	10	-363,98	BET4(MIN)	30	90	13,06	7,40	2Φ16	3Φ22	148,1	101,6	203,5	Φ10/15

Kiriş Adı : B21 (K227)

	Yeri (m)	Moment (kNm)	Kombinasyon	b (cm)	h (cm)	As (cm ²)	Asmin (cm ²)	Montaj	Ek Donatı	Vd(kN)	Vdy(kN)	Ve(kN)	Etriye
Sol uç	0	-378,68	BET5(MIN)	30	90	13,59	7,40	2Φ16	3Φ22	-160,5	108,8	210,7	Φ10/15
Açıklık	5	161,36	BET1	30	90	5,55	5,92	-	3Φ18	-	-	-	Φ10/20
Sağ uç	10	-366,19	BET4(MIN)	30	90	13,14	7,40	2Φ16	3Φ22	159,4	108,8	210,7	Φ10/15

Kiriş Adı : B25 (K228)

	Yeri (m)	Moment (kNm)	Kombinasyon	b (cm)	h (cm)	As (cm ²)	Asmin (cm ²)	Montaj	Ek Donatı	Vd(kN)	Vdy(kN)	Ve(kN)	Etriye
Sol uç	0	-448,82	BET5(MIN)	30	90	16,41	7,40	2Φ16	4Φ22	-224,2	151,8	279,9	Φ10/15
Açıklık	5	244,2	BET1	30	90	8,54	5,92	-	4Φ18	-	-	-	Φ10/20
Sağ uç	10	-450,72	BET5(MIN)	30	90	16,53	7,40	2Φ16	4Φ22	201,9	151,8	279,9	Φ10/15

Kiriş Adı : B66 (K215)

	Yeri (m)	Moment (kNm)	Kombinasyon	b (cm)	h (cm)	As (cm ²)	Asmin (cm ²)	Montaj	Ek Donatı	Vd(kN)	Vdy(kN)	Ve(kN)	Etriye
Sol uç	0	-381,7	BET3(MIN)	30	90	13,74	7,40	2Φ16	3Φ22	-170	123,4	224,4	Φ10/15
Açıklık	5	173,25	BET1	30	90	5,98	5,92	-	3Φ18	-	-	-	Φ10/20
Sağ uç	10	-419,82	BET3(MIN)	30	90	15,26	7,40	2Φ16	3Φ22	182,6	123,4	224,4	Φ10/15

Kiriş Adı : B71 (K217)

	Yeri (m)	Moment (kNm)	Kombinasyon	b (cm)	h (cm)	As (cm ²)	Asmin (cm ²)	Montaj	Ek Donatı	Vd(kN)	Vdy(kN)	Ve(kN)	Etriye
Sol uç	0	-378,82	BET3(MIN)	30	90	13,64	7,40	2Φ16	3Φ22	-152,2	103,3	203,5	Φ10/15
Açıklık	5	157,22	BET1	30	90	5,41	5,92	-	3Φ18	-	-	-	Φ10/20
Sağ uç	10	-356,72	BET3(MIN)	30	90	12,76	7,40	2Φ16	3Φ22	151,3	103,3	203,5	Φ10/15

Kiriş Adı : B64 (K204)

	Yeri (m)	Moment (kNm)	Kombinasyon	b (cm)	h (cm)	As (cm2)	Asmin (cm2)	Montaj	Ek Donatı	Vd(kN)	Vdy(kN)	Ve(kN)	Etriye
Sol uç	0	-841,88	BET2(MIN)	40	90	32,59	9,86	3Φ20	6Φ22	-431,5	250	611,17	Φ12/10
Açıklık	0	395,06	BET8(MAX)	40	90	13,95	7,89	-	5Φ22	-	-	-	Φ12/10
Sağ uç	6,1	-801,08	BET2(MIN)	40	90	30,76	9,86	3Φ20	6Φ22	423,6	250	611,17	Φ12/10

Kiriş Adı : B62 (K219)

	Yeri (m)	Moment (kNm)	Kombinasyon	b (cm)	h (cm)	As (cm2)	Asmin (cm2)	Montaj	Ek Donatı	Vd(kN)	Vdy(kN)	Ve(kN)	Etriye
Sol uç	0	-528,82	BET5(MIN)	40	90	19,09	9,86	-	6Φ22	-294,1	60,0	628,8	Φ12/10
Açıklık	0	488,51	BET7(MAX)	40	90	17,53	7,89	-	5Φ22	-	-	-	Φ12/10
Sağ uç	3,91	-632,54	BET5(MIN)	40	90	23,35	9,86	-	6Φ22	344,3	60,0	628,8	Φ12/10

Kiriş Adı : B46 (K206)

	Yeri (m)	Moment (kNm)	Kombinasyon	b (cm)	h (cm)	As (cm2)	Asmin (cm2)	Montaj	Ek Donatı	Vd(kN)	Vdy(kN)	Ve(kN)	Etriye
Sol uç	0	-354,57	BET8(MIN)	30	90	12,68	7,40	2Φ16	3Φ20	-175,4	61,4	379,7	Φ10/10
Açıklık	0	391,31	BET2(MAX)	30	90	14,13	5,92	-	4Φ22	-	-	-	Φ10/10
Sağ uç	4,354	-274,64	BET2(MIN)	30	90	9,67	7,40	2Φ16	2Φ20	206,2	61,4	379,7	Φ10/10

Kiriş Adı : B39 (K220)

	Yeri (m)	Moment (kNm)	Kombinasyon	b (cm)	h (cm)	As (cm2)	Asmin (cm2)	Montaj	Ek Donatı	Vd(kN)	Vdy(kN)	Ve(kN)	Etriye
Sol uç	0	-731,44	BET5(MIN)	30	90	29,6	7,40	3Φ20	8Φ22	-391,4	66,2	672	Φ12/10
Açıklık	0	574,81	BET7(MAX)	30	90	22	5,92	-	6Φ22	-	-	-	Φ12/10
Sağ uç	3,391	-469,75	BET7(MIN)	30	90	17,3	7,40	3Φ20	2Φ22	335,2	66,2	672	Φ12/10

Kiriş Adı : B5 (K212)

	Yeri (m)	Moment (kNm)	Kombinasyon	b (cm)	h (cm)	As (cm2)	Asmin (cm2)	Montaj	Ek Donatı	Vd(kN)	Vdy(kN)	Ve(kN)	Etriye
Sol uç	0	-353,67	BET2(MIN)	30	90	12,69	7,40	2Φ16	3Φ22	-208,2	123	302	Φ10/15
Açıklık	5,832	187,3	BET8(MAX)	30	90	6,49	5,92	-	3Φ18	-	-	-	Φ10/20
Sağ uç	5,832	-398,17	BET2(MIN)	30	90	14,38	7,40	2Φ16	3Φ22*	210,5	123	302	Φ10/15

Kiriş Adı : B6 (K213)

	Yeri (m)	Moment (kNm)	Kombinasyon	b (cm)	h (cm)	As (cm2)	Asmin (cm2)	Montaj	Ek Donatı	Vd(kN)	Vdy(kN)	Ve(kN)	Etriye
Sol uç	0	-393,94	BET2(MIN)	30	90	14,23	7,40	2Φ16	3Φ22*	-266,3	55,3	445,4	Φ10/10
Açıklık	0	330,31	BET8(MAX)	30	90	11,74	5,92	-	4Φ20	-	-	-	Φ10/10
Sağ uç	3,312	-407,67	BET2(MIN)	30	90	14,77	7,40	2Φ16	3Φ22	274,5	55,3	445,4	Φ10/10

Kiriş Adı : B12 (K224)

	Yeri (m)	Moment (kNm)	Kombinasyon	b (cm)	h (cm)	As (cm2)	Asmin (cm2)	Montaj	Ek Donatı	Vd(kN)	Vdy(kN)	Ve(kN)	Etriye
Sol uç	0	-490,16	BET3(MIN)	30	90	18,2	7,40	3Φ16	4Φ20*	-229,6	147	296,5	Φ10/15
Açıklık	4,393	185,73	BET1	30	90	6,43	5,92	-	3Φ20	-	-	-	Φ10/20
Sağ uç	8,298	-408,78	BET3(MIN)	30	90	14,81	7,40	3Φ16	3Φ20	182,3	147	296,5	Φ10/15

Kiriş Adı : B22 (K211)

	Yeri (m)	Moment (kNm)	Kombinasyon	b (cm)	h (cm)	As (cm2)	Asmin (cm2)	Montaj	Ek Donatı	Vd(kN)	Vdy(kN)	Ve(kN)	Etriye
Sol uç	0	-482,98	BET2(MIN)	40	90	17,33	9,86	-	5Φ22	-303,9	42,4	763,9	Φ14/10
Açıklık	0	403,59	BET8(MAX)	40	90	14,3	7,89	-	4Φ22	-	-	-	Φ14/10
Sağ uç	3,313	-479,54	BET2(MIN)	40	90	17,24	9,86	-	5Φ22	302,9	42,4	763,9	Φ14/10

Kiriş Adı : B55 (K226)

	Yeri (m)	Moment (kNm)	Kombinasyon	b (cm)	h (cm)	As (cm2)	Asmin (cm2)	Montaj	Ek Donatı	Vd(kN)	Vdy(kN)	Ve(kN)	Etriye
Sol uç	0	-136,67	BET4(MIN)	25	90	6,61	4,93	2Φ12	2Φ18	-143,6	110	-	Φ10/15
Açıklık	5	257,03	BET1	25	90	9,08	6,16	-	3Φ20	-	-	-	Φ10/20
Sağ uç	10	-133,32	BET4(MIN)	25	90	6,57	4,93	2Φ12	2Φ18	142,7	110	-	Φ10/15

Kiriş Adı : B51 (K226)

	Yeri (m)	Moment (kNm)	Kombinasyon	b (cm)	h (cm)	As (cm2)	Asmin (cm2)	Montaj	Ek Donatı	Vd(kN)	Vdy(kN)	Ve(kN)	Etriye
Sol uç	0	-142,78	BET4(MIN)	25	90	6,61	4,93	2Φ12	2Φ18	-143,2	110	-	Φ10/25
Açıklık	5	249,86	BET1	25	90	9,08	6,16	-	3Φ20	-	-	-	Φ10/25
Sağ uç	10	-140,29	BET4(MIN)	25	90	6,57	4,93	2Φ12	2Φ18	143,1	110	-	Φ10/25

Kiriş Adı : B42 (K226)

	Yeri (m)	Moment (kNm)	Kombinasyon	b (cm)	h (cm)	As (cm2)	Asmin (cm2)	Montaj	Ek Donatı	Vd(kN)	Vdy(kN)	Ve(kN)	Etriye
Sol uç	0	-142,51	BET4(MIN)	25	90	6,61	4,93	2Φ12	2Φ18	-140,4	110	-	Φ10/25
Açıklık	5	239,95	BET1	25	90	9,08	6,16	-	3Φ20	-	-	-	Φ10/25
Sağ uç	10	-141,03	BET5(MIN)	25	90	6,57	4,93	2Φ12	2Φ18	140,8	110	-	Φ10/25

Kiriş Adı : B34 (K226)

	Yeri (m)	Moment (kNm)	Kombinasyon	b (cm)	h (cm)	As (cm2)	Asmin (cm2)	Montaj	Ek Donatı	Vd(kN)	Vdy(kN)	Ve(kN)	Etriye
Sol uç	0	-142,13	BET4(MIN)	25	90	6,61	4,93	2Φ12	2Φ18	-140,9	110	-	Φ10/25
Açıklık	5	240,24	BET1	25	90	9,08	6,16	-	3Φ20	-	-	-	Φ10/25
Sağ uç	10	-138,32	BET4(MIN)	25	90	6,57	4,93	2Φ12	2Φ18	140,3	110	-	Φ10/25

Kiriş Adı : B29 (K226)

	Yeri (m)	Moment (kNm)	Kombinasyon	b (cm)	h (cm)	As (cm2)	Asmin (cm2)	Montaj	Ek Donatı	Vd(kN)	Vdy(kN)	Ve(kN)	Etriye
Sol uç	0	-140,52	BET4(MIN)	25	90	6,61	4,93	2Φ12	2Φ18	-142,1	110	-	Φ10/25
Açıklık	5	243,53	BET1	25	90	9,08	6,16	-	3Φ20	-	-	-	Φ10/25
Sağ uç	10	-136,92	BET4(MIN)	25	90	6,57	4,93	2Φ12	2Φ18	141,7	110	-	Φ10/25

Kiriş Adı : B24 (K226)

	Yeri (m)	Moment (kNm)	Kombinasyon	b (cm)	h (cm)	As (cm2)	Asmin (cm2)	Montaj	Ek Donatı	Vd(kN)	Vdy(kN)	Ve(kN)	Etriye
Sol uç	0	-139,87	BET4(MIN)	25	90	6,61	4,93	2Φ12	2Φ18	-142	110	-	Φ10/25
Açıklık	5	243,69	BET1	25	90	9,08	6,16	-	3Φ20	-	-	-	Φ10/25
Sağ uç	10	-135,79	BET4(MIN)	25	90	6,57	4,93	2Φ12	2Φ18	141,8	110	-	Φ10/25

Kiriş Adı : B19 (K226)

	Yeri (m)	Moment (kNm)	Kombinasyon	b (cm)	h (cm)	As (cm2)	Asmin (cm2)	Montaj	Ek Donatı	Vd(kN)	Vdy(kN)	Ve(kN)	Etriye
Sol uç	0	-188,46	BET5(MIN)	25	90	6,61	4,93	2Φ12	2Φ18	-161,8	110	-	Φ10/25
Açıklık	5	252,42	BET1	25	90	9,08	6,16	-	3Φ20	-	-	-	Φ10/25
Sağ uç	10	-189,5	BET5(MIN)	25	90	6,57	4,93	2Φ12	2Φ18	162,8	110	-	Φ10/25

Kiriş Adı : B68 (K216)

	Yeri (m)	Moment (kNm)	Kombinasyon	b (cm)	h (cm)	As (cm2)	Asmin (cm2)	Montaj	Ek Donatı	Vd(kN)	Vdy(kN)	Ve(kN)	Etriye
Sol uç	0	-115,21	BET3(MIN)	25	90	4,23	4,93	2Φ12	2Φ14	-142,3	97,4	-	Φ10/25
Açıklık	5	266,8	BET1	25	90	10,79	6,16	-	4Φ20	-	-	-	Φ10/25
Sağ uç	10	-120,65	BET3(MIN)	25	90	4,16	4,93	2Φ12	2Φ14	144,6	97,4	-	Φ10/25

Kiriş Adı : B69 (K216)

	Yeri (m)	Moment (kNm)	Kombinasyon	b (cm)	h (cm)	As (cm2)	Asmin (cm2)	Montaj	Ek Donatı	Vd(kN)	Vdy(kN)	Ve(kN)	Etriye
Sol uç	0	-78,67	BET1	25	90	4,23	4,93	2Φ12	2Φ14	-143,3	97,4	-	Φ10/25
Açıklık	5	298,73	BET1	25	90	10,79	6,16	-	4Φ20	-	-	-	Φ10/25
Sağ uç	10	-79,71	BET1	25	90	4,16	4,93	2Φ12	2Φ14	143,6	97,4	-	Φ10/25

Kiriş Adı : B70 (K216)

	Yeri (m)	Moment (kNm)	Kombinasyon	b (cm)	h (cm)	As (cm2)	Asmin (cm2)	Montaj	Ek Donatı	Vd(kN)	Vdy(kN)	Ve(kN)	Etriye
Sol uç	0	-122,7	BET3(MIN)	25	90	4,23	4,93	2Φ12	2Φ14	-143,5	97,4	-	Φ10/25
Açıklık	5	267,05	BET1	25	90	10,79	6,16	-	4Φ20	-	-	-	Φ10/25
Sağ uç	10	-115,24	BET3(MIN)	25	90	4,16	4,93	2Φ12	2Φ14	143,4	97,4	-	Φ10/25

Kiriş Adı : B73 (K218)

	Yeri (m)	Moment (kNm)	Kombinasyon	b (cm)	h (cm)	As (cm2)	Asmin (cm2)	Montaj	Ek Donatı	Vd(kN)	Vdy(kN)	Ve(kN)	Etriye
Sol uç	0	-115,16	BET3(MIN)	25	90	4,02	4,93	2Φ14	1Φ14	-124,8	98	-	Φ10/25
Açıklık	4,5	206,51	BET1	25	90	7,71	6,16	-	3Φ20	-	-	-	Φ10/25
Sağ uç	10	-296,93	BET3(MIN)	25	90	10,86	4,93	2Φ14	3Φ18	163,7	98	-	Φ10/25

Kiriş Adı : B74 (K218)

	Yeri (m)	Moment (kNm)	Kombinasyon	b (cm)	h (cm)	As (cm2)	Asmin (cm2)	Montaj	Ek Donatı	Vd(kN)	Vdy(kN)	Ve(kN)	Etriye
Sol uç	0	-63,04	BET3(MIN)	25	90	4,02	4,93	2Φ14	1Φ14	-118,6	98	-	Φ10/25
Açıklık	4	219,88	BET1	25	90	7,71	6,16	-	3Φ20	-	-	-	Φ10/25
Sağ uç	10	-301,96	BET3(MIN)	25	90	10,86	4,93	2Φ14	3Φ18	169,8	98	-	Φ10/25

Kiriş Adı : B75 (K218)

	Yeri (m)	Moment (kNm)	Kombinasyon	b (cm)	h (cm)	As (cm2)	Asmin (cm2)	Montaj	Ek Donatı	Vd(kN)	Vdy(kN)	Ve(kN)	Etriye
Sol uç	0	-117,25	BET3(MIN)	25	90	4,02	4,93	2Φ14	1Φ14	-123,7	98	-	Φ10/25
Açıklık	4,5	204,7	BET1	25	90	7,71	6,16	-	3Φ20	-	-	-	Φ10/25
Sağ uç	10	-306,4	BET3(MIN)	25	90	10,86	4,93	2Φ14	3Φ18	164,8	98	-	Φ10/25

Kiriş Adı : B60 (K229)

	Yeri (m)	Moment (kNm)	Kombinasyon	b (cm)	h (cm)	As (cm2)	Asmin (cm2)	Montaj	Ek Donatı	Vd(kN)	Vdy(kN)	Ve(kN)	Etriye
Sol uç	0	-420,9	BET4(MIN)	40	90	14,67	9,86	3Φ16	3Φ22	-286,6	151,8	590,6	Φ12/10
Açıklık	4,56	251,38	BET6(MAX)	40	90	8,7	7,89	-	4Φ22	-	-	-	Φ12/10
Sağ uç	4,56	-450,4	BET4(MIN)	40	90	15,75	9,86	3Φ16	5Φ22*	394,5	151,8	590,6	Φ12/10

Kiriş Adı : B53 (K230)

	Yeri (m)	Moment (kNm)	Kombinasyon	b (cm)	h (cm)	As (cm2)	Asmin (cm2)	Montaj	Ek Donatı	Vd(kN)	Vdy(kN)	Ve(kN)	Etriye
Sol uç	0	-626,45	BET5(MIN)	40	90	22,98	9,86	3Φ16	5Φ22*	-374,6	176,4	788,8	Φ14/10
Açıklık	4,44	366,68	BET7(MAX)	40	90	12,87	7,89	-	4Φ22	-	-	-	Φ14/10
Sağ uç	4,44	-514,67	BET5(MIN)	40	90	18,47	9,86	3Φ16	4Φ22*	323,6	176,4	788,8	Φ14/10

Kiriş Adı : B38 (K231)

	Yeri (m)	Moment (kNm)	Kombinasyon	b (cm)	h (cm)	As (cm2)	Asmin (cm2)	Montaj	Ek Donatı	Vd(kN)	Vdy(kN)	Ve(kN)	Etriye
Sol uç	0	-477,69	BET5(MIN)	40	90	17,03	9,86	3Φ16	4Φ22*	-299,7	161,7	731,54	Φ14/10
Açıklık	0	284,89	BET7(MAX)	40	90	9,89	7,89	-	4Φ22	-	-	-	Φ14/10
Sağ uç	4,5	-538,82	BET4(MIN)	40	90	19,4	9,86	3Φ16	4Φ22*	327,9	161,7	731,54	Φ14/10

Kiriş Adı : B30 (K232)

	Yeri (m)	Moment (kNm)	Kombinasyon	b (cm)	h (cm)	As (cm ²)	Asmin (cm ²)	Montaj	Ek Donatı	Vd(kN)	Vdy(kN)	Ve(kN)	Etriye
Sol uç	0	-58,249	BET5(MIN)	40	90	21,1	9,86	3Φ16	4Φ22*	-383,5	134,8	719,7	Φ12/10
Açıklık	3,664	43,161	BET7(MAX)	40	90	15,29	7,89	-	4Φ22	-	-	-	Φ12/10
Sağ uç	3,664	-49,631	BET5(MIN)	40	90	17,75	9,86	3Φ16	4Φ22	318,9	134,8	719,7	Φ12/10

Kiriş Adı : B36 (K233)

	Yeri (m)	Moment (kNm)	Kombinasyon	b (cm)	h (cm)	As (cm ²)	Asmin (cm ²)	Montaj	Ek Donatı	Vd(kN)	Vdy(kN)	Ve(kN)	Etriye
Sol uç	0	-494,35	BET5(MIN)	40	90	17,68	9,86	3Φ16	3Φ22	-312,4	165,2	537,2	Φ12/10
Açıklık	0	350,43	BET7(MAX)	40	90	12,3	7,89	-	4Φ22	-	-	-	Φ12/10
Sağ uç	4,56	-571,13	BET5(MIN)	40	90	20,7	9,86	3Φ16	4Φ22*	352,1	165,2	537,2	Φ12/10

Kiriş Adı : B25 (K234)

	Yeri (m)	Moment (kNm)	Kombinasyon	b (cm)	h (cm)	As (cm ²)	Asmin (cm ²)	Montaj	Ek Donatı	Vd(kN)	Vdy(kN)	Ve(kN)	Etriye
Sol uç	0	-593,6	BET5(MIN)	40	90	21,57	9,86	3Φ16	4Φ22*	-350,8	153	709,9	Φ12/10
Açıklık	0	390,42	BET7(MAX)	40	90	13,74	7,89	-	4Φ22	-	-	-	Φ12/10
Sağ uç	4,44	-615,9	BET5(MIN)	40	90	22,52	9,86	3Φ16	5Φ22*	369,9	153	709,9	Φ12/10

Kiriş Adı : B17 (K235)

	Yeri (m)	Moment (kNm)	Kombinasyon	b (cm)	h (cm)	As (cm ²)	Asmin (cm ²)	Montaj	Ek Donatı	Vd(kN)	Vdy(kN)	Ve(kN)	Etriye
Sol uç	0	-591,5	BET5(MIN)	40	90	21,5	9,86	3Φ16	5Φ22*	-351,8	156,2	742	Φ14/10
Açıklık	0	395,51	BET7(MAX)	40	90	13,92	7,89	-	4Φ22	-	-	-	Φ14/10
Sağ uç	4,5	-624,44	BET5(MIN)	40	90	22,84	9,86	3Φ16	5Φ22*	370,2	156,2	742	Φ14/10

Kiriş Adı : B11 (K236)

	Yeri (m)	Moment (kNm)	Kombinasyon	b (cm)	h (cm)	As (cm2)	Asmin (cm2)	Montaj	Ek Donatı	Vd(kN)	Vdy(kN)	Ve(kN)	Etriye
Sol uç	0	-546,45	BET5(MIN)	40	90	19,73	9,86	3Φ16	5Φ22*	-337,8	102,8	637,97	Φ12/10
Açıklık	0	418,75	BET7(MAX)	40	90	14,79	7,89	-	4Φ22	-	-	-	Φ12/10
Sağ uç	3,664	-461,13	BET5(MIN)	40	90	16,39	9,86	3Φ16	3Φ22*	332,7	102,8	637,97	Φ12/10

Kiriş Adı : B9 (K237)

	Yeri (m)	Moment (kNm)	Kombinasyon	b (cm)	h (cm)	As (cm2)	Asmin (cm2)	Montaj	Ek Donatı	Vd(kN)	Vdy(kN)	Ve(kN)	Etriye
Sol uç	0	-238,24	BET5(MIN)	40	90	8,17	9,86	3Φ16	3Φ22*	-308,3	69,2	996,5	Φ14/10
Açıklık	1,736	272,19	BET7(MAX)	40	90	9,43	7,89	-	4Φ22	-	-	-	Φ14/10
Sağ uç	1,736	-418,95	BET5(MIN)	40	90	14,8	9,86	3Φ16	3Φ22	385,5	69,2	996,5	Φ14/10

Kiriş Adı : B83 (K201)

	Yeri (m)	Moment (kNm)	Kombinasyon	b (cm)	h (cm)	As (cm2)	Asmin (cm2)	Montaj	Ek Donatı	Vd(kN)	Vdy(kN)	Ve(kN)	Etriye
Sol uç	0	-693,63	BET2(MIN)	40	90	25,76	9,86	3Φ20	5Φ22	-364,4	220,2	597,3	Φ12/10
Açıklık	4,575	295,58	BET2(MAX)	40	90	10,28	7,89	-	3Φ22	-	-	-	Φ12/20
Sağ uç	6,1	-684,99	BET2(MIN)	40	90	25,44	9,86	3Φ20	5Φ22*	362,8	220,2	597,3	Φ12/10

Kiriş Adı : B85 (K202)

	Yeri (m)	Moment (kNm)	Kombinasyon	b (cm)	h (cm)	As (cm2)	Asmin (cm2)	Montaj	Ek Donatı	Vd(kN)	Vdy(kN)	Ve(kN)	Etriye
Sol uç	0	-733,49	BET2(MIN)	40	90	27,41	9,86	3Φ20	5Φ22*	-362,1	206,1	587,5	Φ12/10
Açıklık	6,15	336,86	BET8(MAX)	40	90	11,78	7,89	-	3Φ22	-	-	-	Φ12/20
Sağ uç	6,15	-686,88	BET2(MIN)	40	90	25,51	9,86	3Φ20	5Φ22*	347,8	206,1	587,5	Φ12/10

Kiriş Adı : B87 (K203)

	Yeri (m)	Moment (kNm)	Kombinasyon	b (cm)	h (cm)	As (cm ²)	Asmin (cm ²)	Montaj	Ek Donatı	Vd(kN)	Vdy(kN)	Ve(kN)	Etriye
Sol uç	0	-729,95	BET2(MIN)	40	90	27,28	9,86	3Φ20	5Φ22*	-376,6	231,7	610,8	Φ12/10
Açıklık	6,1	320,9	BET8(MAX)	40	90	11,19	7,89	-	3Φ22	-	-	-	Φ12/20
Sağ uç	6,1	-643,72	BET2(MIN)	40	90	23,62	9,86	3Φ20	5Φ22*	349,6	231,7	610,8	Φ12/10

(*): Komşu açıklığa devam eden donatı

ÖZGEÇMİŞ

Mustafa Uzyardoğan, 1976 yılında İstanbul'da doğdu İlk, orta ve lise öğrenimini İstanbul'da tamamladı. 1994 yılında İ.T.Ü İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümünü kazandı. 1998 yılında lisans eğitimini iyi derece ile tamamladı. 1998 kış yarıyılında İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilimdalı, Yapı Mühendisliği Bölümüne girmeye hak kazandı. Bir yıl İngilizce hazırlık programında okuduktan sonra 2001 yaz yarıllı sonunda Yüksek Lisans ders programını tamamladı. Yazar, 2000 yılında başladığı proje mühendisliği görevini halen özel bir firmada sürdürmektedir.