

127/13

**BETONARME BİNALARIN GÜÇLENDİRİLMESİNDE
FARKLI PERDE YÜKSEKLİKLERİNİN KULLANILMASI
VE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İnş. Müh. Gürler SUNEL
(501001199)

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 15 Kasım 2002
Tezin Savunulduğu Tarih : 21 Kasım 2002

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Zekai CELEP
Diğer Jüri Üyeleri : Doç.Dr. Turgut ÖZTÜRK
Prof.Dr. Zekeriya POLAT (Y.T.Ü.)

[Handwritten signatures of Prof. Dr. Zekai Celep, Doç. Dr. Turgut Öztürk, and Prof. Dr. Zekeriya Polat]

KASIM 2002

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans tez çalışmalarım sırasında yardımları ve desteğinden dolayı danışmanım Sayın Prof. Dr. Zekai CELEP'e, hayatımın her aşamasında bana sabır gösteren, destek olan aileme teşekkürü bir borç bilirim.

KASIM 2002

İnş. Müh. Gürler SUNEL



İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	ii
TABLO LİSTESİ.....	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
SEMBOL LİSTESİ.....	viii
ÖZET.....	x
SUMMARY.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. GÜÇLENDİRME PROJESİ.....	3
2.1. Mevcut Durumun Değerlendirilmesi Ve Taşıyıcı Sistemin Belirlenmesi ...	3
2.2. Taşıyıcı Sistem Deprem Güvenliğinin Belirlenmesi	6
2.3. Güçlendirme Projesinin İlkelerinin Belirlenmesi.....	8
2.3.1. Taşıyıcı Sistemin Depremden Önceki Durumunun İncelenmesi	8
2.3.2. Güçlendirilmiş Taşıyıcı Sistemin Çözümlemesi	8
3. BETONARME YAPILARDA ÇATLAK VE HASAR BİÇİMLERİ.....	11
3.1. Çatlakların Genel Özellikleri	11
3.2. Duvar Hasarı	11
3.3. Döşeme Hasarı	12
3.4. Kiriş Hasarı	13
3.5. Kolon Hasarı	13
3.6. Kiriş-Kolon Birleşim Bölgesi Hasarı	15
3.7. Perde Hasarı	17
3.8. Temel Hasarı	18
4. BETONARME YAPILARDA ONARIM VE GÜÇLENDİRME.....	19
4.1. Onarım Ve Güçlendirme Malzemeleri	19
4.1.1. Tamir Harçları	19
4.1.2. Epoksi Reçineleri.....	19
4.1.3. Püskürtme Betonu.....	20
4.1.4. Çelik Şeritler.....	21
4.1.5. Lifli Plastik Levhalar	21
4.2. Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Güçlendirilmesi.....	22
4.2.1. Döşemelerin Güçlendirilmesi	22
4.2.2. Kirişlerin Güçlendirilmesi	23
4.2.3. Kolonların Güçlendirilmesi.....	25
4.2.4. Kolon-Kiriş Birleşim Bölgesinin Güçlendirilmesi	27
4.2.5. Perdelerin Güçlendirilmesi.....	29
4.2.6. Temellerin Güçlendirilmesi.....	30

4.3.	Taşıyıcı Sistemin Yeni Elemanlarla Güçlendirilmesi	31
4.3.1.	Betonarme Perdelerle Güçlendirme	31
4.3.1.1.	Dış Betonarme Perdeler	32
4.3.1.2.	İç Betonarme Perdeler	33
4.3.1.3.	Eksenel Betonarme Perdeler	34
4.3.1.4.	Dışmerkez Betonarme Perdeler	35
4.3.2.	Çelik Çaprazlarla Güçlendirme	35
5.	BETONARME BİR YAPIDA GÜÇLENDİRME UYGULAMASI	36
5.1.	Binanın Tanıtımı	36
5.2.	Mevcut Yapının 1998 Deprem Yönetmeliğine Göre İncelenmesi	37
5.2.1.	Planda ve Düşey Doğrultuda Düzensizlik Kontrolleri	41
5.2.1.1.	Burulma Düzensizliği Kontrolü	41
5.2.1.2.	Yumuşak Kat Düzensizliği Kontrolü	41
5.2.1.3.	Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü	41
5.2.2.	İkinci Mertebe Etkileri Kontrolü	41
5.2.3.	Mevcut Durum İçin Kolon Kapasite Kontrolü	43
5.2.4.	Mevcut Durum İçin Perde Kapasite Kontrolü	44
5.2.5.	Kirişlerin Kontrolü	44
5.2.6.	Mevcut Durum Hesap Sonuçlarının İncelenmesi Ve Güçlendirme Sisteminin Tasarımı	45
5.3.	Güçlendirmeye Başlangıç	46
5.3.1.	Farklı Perde Yüksekliklerine Bağlı Değişimler	47
5.3.2.	Perdelerin Farklı Yüksekliklerde Çıkılması Durumunda Perde Üstünde Kalan Kolonlardaki Değişimler	48
5.3.3.	Gerekli Perde Yüksekliğinin Bulunması	49
5.4.	Güçlendirilmiş Taşıyıcı Sistemin İncelenmesi	50
5.4.1.	Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R) Seçimi	52
5.4.2.	Planda Ve Düşey Doğrultuda Düzensizlik Kontrolleri	54
5.4.2.1.	Burulma Düzensizliği Kontrolü	54
5.4.2.2.	Yumuşak Kat Düzensizliği Kontrolü	54
5.4.2.3.	Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü	54
5.4.3.	İkinci Mertebe Etkileri Kontrolü	54
5.4.4.	Güçlendirilmiş Durum İçin Kolon Kapasite Kontrolü	56
5.4.5.	Güçlendirilmiş Durum İçin Perde Kapasite Kontrolü	56
5.4.6.	Kirişlerin Kontrolü	57
5.4.7.	Takviye Perdelerinin Betonarme Hesabı	57
5.4.8.	Takviye Perdeleri İçin Temel Hesabı	69
6.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER	72
	KAYNAKLAR	74
	EKLER	75
	ÖZGEÇMİŞ	119

TABLO LİSTESİ

Tablo 5.1	Mevcut yapı kolon boyutları	37
Tablo 5.2	Döşeme yükleri.....	38
Tablo 5.3	Yapı kat kütleleri	38
Tablo 5.4	Mevcut durum x doğrultusu eşdeğer deprem kuvvetleri	39
Tablo 5.5	Mevcut durum y doğrultusu eşdeğer deprem kuvvetleri	40
Tablo 5.6	Çözümde kullanılan yük kombinasyonları	40
Tablo 5.7	Mevcut durum için ikinci mertebe etkileri.....	42
Tablo 5.8	Kullanılan analiz dosyaları ve karşı gelinen açıklamalar	46
Tablo 5.9	Güçlendirilmiş yapı kat kütleleri	50
Tablo 5.10	Güçlendirilmiş durum x doğrultusu eşdeğer deprem kuvvetleri (R=4)	51
Tablo 5.11	Güçlendirilmiş durum y doğrultusu eşdeğer deprem kuvvetleri (R=4)	51
Tablo 5.12	Güçlendirilmiş durum x doğrultusu eşdeğer deprem kuvvetleri (R=6.25)	53
Tablo 5.13	Güçlendirilmiş durum y doğrultusu eşdeğer deprem kuvvetleri (R=6.25)	53
Tablo 5.14	Güçlendirilmiş durum için ikinci mertebe etkileri	55
Tablo 5.15	TP1 ve TP2 perdeleri boyuna ve enine donatıları	68
Tablo 5.16	TP3, TP4 ve TP5, TP6 perdeleri boyuna ve enine donatıları.....	68
Tablo 5.17	TP7 ve TP8 perdeleri boyuna ve enine donatıları	68
Tablo 5.18	TP9 perdesi boyuna ve enine donatıları.....	69
Tablo 5.19	Radye temelde perde ve kolon yükleri	70
Tablo C.1	Mevcut durum burulma düzensizliği kontrolü	81
Tablo C.2	Mevcut durum yumuşak kat düzensizliği kontrolü	82
Tablo C.3	Mevcut durum göreceli kat ötelemeleri kontrolü	83
Tablo D.1	Düşey yükler altında mevcut durum zemin kat kolonları normal kuvvet kontrolü ($1.4G + 1.6Q$)	84
Tablo D.2	Çeşitli yük birleştirme durumları için mevcut durum zemin kat kolonları maksimum normal kuvvet kontrolü.....	84
Tablo D.3	Mevcut durum zemin kat kolonları x yönü moment kapasite kontrolü	85
Tablo D.4	Mevcut durum zemin kat kolonları y yönü moment kapasite kontrolü	85
Tablo D.5	Mevcut durum zemin kat kolonları kesme kuvveti kapasite kontrolü..	86
Tablo E.1	Mevcut durum zemin kat perde normal kuvvet kontrolü	87
Tablo E.2	Mevcut durum zemin kat perde x yönü moment kapasite kontrolü.....	87
Tablo E.3	Mevcut durum zemin kat perde y yönü moment kapasite kontrolü.....	88
Tablo E.4	Mevcut durum zemin kat perde kesme kuvveti kapasite kontrolü	88
Tablo F.1	Kiriş donatı ve oranları.....	89
Tablo H.1	Perde taban momentleri	95
Tablo H.2	Perde taban kesme kuvvetleri.....	95
Tablo H.3	TP7 perdesi üzerinde kalan S9 kolonuna ait (G+Q+Ex) yükleme için sırasıyla Mx momenti, kesme kuvveti, normal kuvvet değişimleri	96
Tablo H.4	TP7 perdesi üzerinde kalan S10 kolonuna ait (G+Q+Ex) yükleme için sırasıyla Mx momenti, kesme kuvveti, normal kuvvet değişimleri	96

Tablo H.5	TP3 perdesi üzerinde kalan S6 kolonuna ait (G+Q+Ex) yüklemesi için sırasıyla Mx momenti, kesme kuvveti, normal kuvvet değişimleri	97
Tablo H.6	TP1 perdesi üzerinde kalan S1 kolonuna ait (G+Q+Ey) yüklemesi için sırasıyla My momenti, kesme kuvveti, normal kuvvet değişimleri	98
Tablo H.7	TP1 perdesi üzerinde kalan S6 kolonuna ait (G+Q+Ey) yüklemesi için sırasıyla My momenti, kesme kuvveti, normal kuvvet değişimleri	98
Tablo H.8	TP5 perdesi üzerinde kalan S4 kolonuna ait (G+Q+Ey) yüklemesi için sırasıyla My momenti, kesme kuvveti, normal kuvvet değişimleri	99
Tablo H.9	TP9 perdesi üzerinde kalan S11 kolonuna ait (G+Q+Ey) yüklemesi için sırasıyla My momenti, kesme kuvveti, normal kuvvet değişimleri	100
Tablo H.10	Gerekli perde yüksekliğinin bulunması	100
Tablo K.1	Güçlendirilmiş durum burulma düzensizliği kontrolü	107
Tablo K.2	Güçlendirilmiş durum burulma düzensizliği kontrolü (2. çözüm)	108
Tablo K.3	Güçlendirilmiş durum yumuşak kat düzensizliği kontrolü	109
Tablo K.4	Güçlendirilmiş durum göreceli kat ötelemeleri kontrolü	110
Tablo L.1	Güçlendirilmiş durum zemin kat kolonları normal kuvvet kontrolü	111
Tablo L.2	Güçlendirilmiş durum zemin kat kolonları x yönü moment kapasite kontrolü	111
Tablo L.3	Güçlendirilmiş durum zemin kat kolonları y yönü moment kapasite kontrolü	111
Tablo L.4	Güçlendirilmiş durum zemin kat kolonları kesme kuvveti kapasite kontrolü	112
Tablo M.1	Güçlendirilmiş durum zemin kat perde normal kuvvet kontrolü	113
Tablo M.2	Güçlendirilmiş durum zemin kat perde x yönü moment kapasite kontrolü	113
Tablo M.3	Güçlendirilmiş durum zemin kat perde y yönü moment kapasite kontrolü	113
Tablo M.4	Güçlendirilmiş durum zemin kat perde kesme kuvveti kapasite kontrolü	114
Tablo N.1	Kiriş donatı ve oranları	115

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1	Duvar hasarı	12
Şekil 3.2	Kiriş hasarı	14
Şekil 3.3	Güçlü kolon güçlü giriş durumu giriş-kolon birleşim bölgesi	15
Şekil 3.4	Kiriş-kolon birleşim bölgesinde çeşitli çatlama ve hasar durumları	16
Şekil 3.5	Perdede a) kesme kuvveti b) eğilme c) kayma hasarı	18
Şekil 4.1	Döşemenin kalınlaştırılarak güçlendirilmesi	23
Şekil 4.2	Mevcut döşeme ile yeni döşeme arasında kayma gerilmesi bağının sağlanması	23
Şekil 4.3	Mantolanmış giriş kesitleri	23
Şekil 4.4	Mevcut girişin güçlendirilmesi	24
Şekil 4.5	Kolonun mantolama ile güçlendirilmesi	25
Şekil 4.6	Kolonun mantolama ile güçlendirilmesine örnekler	25
Şekil 4.7	Kolonun yeni donatı ile onarılması	26
Şekil 4.8	Kolon-giriş birleşim bölgesinin çelik şeritler sarılarak güçlendirilmesi	28
Şekil 4.9	Kolon-giriş birleşim bölgesi mantolanması	29
Şekil 4.10	Perde boyutlarının büyütülerek güçlendirilmesi	29
Şekil 4.11	Temel alt seviyesine inilmeden temelin güçlendirilmesi	30
Şekil 4.12	Yapıya eklenebilecek değişik perde türleri	32
Şekil 4.13	Dış perdenin mevcut girişlere bağlanması	32
Şekil 4.14	Eksenel perde durumunda donatı düzeni	33
Şekil 4.15	Güçlendirme perdesinin mevcut girişi sararak yükselmesi ve mevcut kolonu mantolayarak bütünleşmesi	34
Şekil 4.16	Çelik çaprazlarla güçlendirilmiş bina	35
Şekil A.1	Mevcut durum zemin kat kalıp planı	76
Şekil B.1	Mevcut durum üç boyutlu bina modeli	77
Şekil B.2	Mevcut durum zemin kat kolon etiketleme düzeni	78
Şekil B.3	Mevcut durum x doğrultusu öteleme modu	79
Şekil B.4	Mevcut durum y doğrultusu öteleme modu	80
Şekil G.1	Dördüncü kata kadar perde çıkmış üç boyutlu bina modeli	91
Şekil G.2	Farklı perde yüksekliklerine ait periyot değişimleri	92
Şekil G.3	X doğrultusu perde taban momentlerinin katlara bağlı değişimi	93
Şekil G.4	Y doğrultusu perde taban momentlerinin katlara bağlı değişimi	93
Şekil G.5	X doğrultusu perde kesme kuvvetlerinin katlara bağlı değişimi	94
Şekil G.6	Y doğrultusu perde kesme kuvvetlerinin katlara bağlı değişimi	94
Şekil I.1	Güçlendirilmiş durum zemin kat kalıp planı	102
Şekil J.1	Güçlendirilmiş durum üç boyutlu bina modeli	103
Şekil J.2	Güçlendirilmiş durum zemin kat kolon etiketleme düzeni	104
Şekil J.3	Güçlendirilmiş durum x doğrultusu öteleme modu	105
Şekil J.4	Güçlendirilmiş durum y doğrultusu öteleme modu	106
Şekil O.1	Takviye perdeleri için tasarlanmış üç boyutlu radye temel modeli	117
Şekil O.2	(1.4G+1.6Q) yüklemesi için M11 eğilme momenti değerleri	118
Şekil O.3	(1.4G+1.6Q) yüklemesi için M22 eğilme momenti değerleri	118

SEMBOL LİSTESİ

$A(T)$	: Spektral ivme katsayısı
A_0	: Etkin yer ivmesi katsayısı
A_c	: Kolon enkesit alanı
A_g	: Perde gövdesi enkesit alanı
A_s	: Donatı alanı
$A_{s,ger}$	: Gerekli donatı alanı
$A_{s,mev}$	: Mevcut donatı alanı
BC	: Çelik sınıfı
BS	: Beton sınıfı
$B_{x/y}$	: Binanın planda x/y doğrultusundaki uzunluğu
b_w	: Betonarme kesit genişliği veya perdenin gövde genişliği
D_i	: Eşdeğer deprem yükü yönteminde burulma düzensizliği olan binalar için i'inci katta $\pm$ %5 ek dışmerkezliğe uygulanan büyütme katsayısı
E	: Deprem kuvveti
E_c	: Beton elastisite modülü
E_s	: Çelik elastisite modülü
$e_{x/y}$	: x/y doğrultusundaki ek kütle dışmerkezliği
F	: Statik eşdeğer toplam yük
F_i	: i'inci kata etkiyen tasarım deprem yükü
f_{cd}	: Betonun tasarım basınç dayanımı
f_{ctd}	: Betonun tasarım çekme dayanımı
f_{yd}	: Boyuna donatının tasarım akma dayanımı
f_{yk}	: Boyuna donatının karakteristik akma dayanımı
G	: Sabit yük
H_{cr}	: Kritik perde yüksekliği
H_i	: Binanın i'inci katının temel üstünden itibaren ölçülen yüksekliği
H_N	: Binanın temel üstünden itibaren ölçülen toplam yüksekliği
H_w	: Temel üstünden ölçülen toplam perde yüksekliği
h_i	: Binanın i'inci katının kat yüksekliği
I	: Bina önem katsayısı
L_w	: Perdenin plandaki uzunluğu
$M_{d,x/y}$	: x/y doğrultusunda en büyük kombinasyon momenti
$M_{r,x/y}$	: x/y doğrultusunda $N_{d,x/y}$ eksenel yük seviyesindeki kapasite momenti
m_i	: Binanın i'inci katının kütlesi
N_d	: Betonarme kesite etkiyen hesap eksenel yükü
N_{lim}	: Betonarme kesite etkiyen eksenel yükün limit değeri
$N_{d,x/y}$	: x/y yönünde en büyük momente sahip kombinasyonun eksenel yükü
Q	: Hareketli yük
R	: Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
$R_a(T)$	: Deprem yükü azaltma katsayısı
s	: Donatı aralığı
$S(T)$	: Spektrum katsayısı

T	: Bina doğal titreşim periyodu
T_1	: Binanın birinci doğal titreşim periyodu
T_A, T_B	: Spektrum karakteristik periyotları
V	: Kesme kuvveti
$V_{d,max}$	: Tüm kombinasyonlar içinde oluşan en büyük kesme kuvveti
V_r	: Betonarme kesit kesme kuvveti dayanımı
V_t	: Eşdeğer deprem yükü yönteminde gözönüne alınan deprem doğrultusunda binaya etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti)
W_t	: Binanın toplam ağırlığı
W_i	: Binada i 'inci katın ağırlığı
ΔF_N	: Binanın N 'inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü
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
δ	: Toplam yerdeğiştirme
θ_i	: i 'inci katta tanımlanan ikinci mertebe gösterge değeri
η_{bi}	: i 'inci katta tanımlanan Burulma Düzensizliği Katsayısı
α_m	: Süneklik düzeyi yüksek perdelerin tabanında elde edilen eğilme momentleri toplamının, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam devrilme momentine oranı
Φ	: Donatı çapı

BETONARME BİNALARIN GÜÇLENDİRİLMESİNDE FARKLI PERDE YÜKSEKLİKLERİNİN KULLANILMASI VE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

ÖZET

Yüksek lisans tezi olarak sunulan bu çalışmada betonarme yapıların onarım ve güçlendirmesi ele alınmış ve bir güçlendirme uygulaması yapılmıştır. İlk olarak onarım ve güçlendirme konusuna giriş yapılmış, onarım ve güçlendirmeye ihtiyaç duyma sebepleri ve 1975 Deprem Yönetmeliği ile 1998 Deprem Yönetmeliği arasındaki farklara kısaca değinilmiştir.

İkinci bölümde betonarme binalarda onarım ve güçlendirme öncesinde mevcut durumun değerlendirilmesi, deprem güvenliğinin belirlenmesi ve güçlendirme projesinin ilkelerinin belirlenmesi konularında bilgiler verilmiştir.

Üçüncü bölümde betonarme yapılarda taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan yapı elemanlarındaki çatlak ve hasar biçimleri ile sebeplerinden bahsedilmiştir.

Dördüncü bölümde onarım ve güçlendirme malzemeleri, taşıyıcı sistem elemanlarının güçlendirme yöntemleri ve taşıyıcı sistemin yeni elemanlarla güçlendirilmesi konuları açıklanmıştır.

Beşinci bölümde güçlendirme uygulaması olarak 1975 Deprem Yönetmeliğine göre projelendirilip inşa edilmiş sekiz katlı bir betonarme yapı 1998 Deprem Yönetmeliğine göre incelenmiştir. 1998 Deprem Yönetmeliğine göre güvenliği yetersiz olan bina, yeni perde elemanların taşıyıcı sisteme eklenmesi ile güçlendirilmiştir. Ayrıca takviye perdelerinin yüksekliklerine bağlı olarak periyot, perde taban momentleri, perde üzerinde kalan kolonlarda kesit tesirlerinin değişimleri tablo ve şekiller ile açıklanmış, bina için gerekli perde yüksekliği belirlenmiştir.

USING DIFFERENT SHEAR WALL HEIGHTS IN STRENGTHENING OF REINFORCED CONCRETE BUILDINGS AND STUDYING ITS EFFECT

SUMMARY

In this study, which is submitted as a master thesis, repair and strengthening of reinforced concrete buildings is reviewed and a strengthening application is practised. Firstly, an introduction to the topics of repairing and strengthening is given, the reason for repair and strengthening and the basic differences between seismic code of 1975 and seismic code of 1998 are briefly referred.

In the second part, evaluation of existing condition, determination of earthquake reliance and principles of strengthening project for reinforced concrete buildings are given.

In the third part, cracks and crushes arising in structural and non-structural elements of reinforced concrete buildings and on that by what causes those emerged are discussed.

In the fourth part, the materials used for repair and strengthening, the strengthening methods for bearing structural elements and strengthening of the system by adding new bearing elements are explained.

In the fifth part, as an application an eight-storey reinforced concrete building designed according to seismic code of 1975 is analysed according to seismic code of 1998. The building is found not seismic safe according to seismic code of 1998, is strengthened with additional shear walls. In addition the variation in periods, bending moments at the bases of shear walls, shear forces and bending moments at the columns located on the shear walls are presented in tables and figures, the sufficient shear wall height for the building is determined.

1. GİRİŞ

Deprem için yapılan projelendirmede yapıda hiç hasar olmaması koşulu, nükleer santraller gibi çok özel yapılar dışında, ekonomik nedenlerle aranmaz. Afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelikte ön görüldüğü gibi depreme dayanıklı yapı tasarımının ana ilkesi: hafif şiddetteki depremlerde binalardaki yapısal ve yapısal olmayan sistem elemanlarının herhangi bir hasar görmemesi, orta şiddetteki depremlerde yapısal ve yapısal olmayan elemanlarda oluşabilecek hasarın onarılabilir düzeyde kalması, şiddetli depremlerde ise can kaybını önlemek amacı ile binaların kısmen veya tamamen göçmesinin önlenmesidir [9].

Yukarıda bahsedilen hasarlar söz konusu olduğunda bunları gidermek ve yapıları kullanılabilir duruma getirmek gerekir. Bu durumda söz konusu yapının veya bazı elemanlarının onarım ve/veya güçlendirilmesi söz konusu olur.

Onarım: Görünüş veya kullanım bakımından hasar görmüş bir yapıda veya onun bir veya birkaç elemanında önceki haline getirmek için yapılan çalışma ve değişikliktir. Bu önceki haline getiriliş onun görünüşü ve kullanımı (yük taşıma kapasitesi, rijitliği, sünekliği ve dayanımı dahil) bakımlarından olabilir.

Güçlendirme: Bir yapının yük taşıma kapasitesini, rijitliğini, sünekliğini ve stabilitesini veya bunlardan bazılarını önceki veya mevcut durumun üzerine çıkarmak amacıyla yapılan değişikliktir.

Onarımda amaç önceki durumu geri getirmektir. Bu kullanım bakımından olabileceği gibi mukavemet gibi mekanik karakteristikler bakımından da olabilir. Güçlendirmede ise amaç, mukavemet ve benzeri karakteristikleri hasardan önceki veya mevcut düzeyin üzerine çıkarmaktır. Onarımın hasar görmüş bir yapıda yapılmasına karşılık güçlendirme için yapının hasar görmüş olması gerekmez. [6].

Türkiye'nin son yıllarda yaşadığı depremlerin sonuçları incelendiğinde ortaya mühendislik hizmeti almış yapı stoğunun azlığı dikkat çekmektedir. İstanbul gibi Türkiye'nin dört bir yanından göç alan birçok şehirde yeterli yapı stoğunun olmaması kaçak yapılaşmaya neden olmaktadır. Hiç bir projeye bağlı olmaksızın

yapılan kaçak yapıların yanında ruhsatlı yapılarda denetimsizlik ve yetersizlik de eklenince maddi kayıplar doğal olarak artmaktadır. Yapı sistemlerinin hatalı ve eksik projelendirilmesi, tasarımda kullanılan yönetmeliklerin değişmesi, yapım sırasında yapılan hatalar, yapının kullanım amacının değişmesi, zamanla meydana gelen kuvvetli depremler sonucunda oluşan hasarlar nedeniyle yeterli güvenliğe sahip olmayan yapıların onarım ve güçlendirme gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Betonarme yapıların projelendirilmesi ve imalatı yönetmeliklere uygun olmalıdır. Yeni yapılacak binalarda, onarılabilecek veya güçlendirilecek binaların hesabında uyulması gereken teknik koşullar 1998 yılında Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'na hazırlanan "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik" ile verilmiştir. Bu yönetmelik 1975 Deprem Yönetmeliğine göre daha ağır şartlar getirmiştir ancak meydana gelen deprem hasarlarını 1975 yönetmeliğinin yetersiz ve eksik olduğuna bağlamak yanlıştır.

Hesapta kullanılacak deprem yükleri eski yönetmeliğe göre önemli derecede artırılmıştır. Taşıyıcı sistem tiplerine göre taşıyıcı sistem davranış katsayısı farklılık gösterir. 1975 Deprem Yönetmeliği'nde taşıyıcı sistemleri döşeme yada kirişler ile düşey kolonlardan oluşan, kolon ve perdeleri sürekli olarak temele kadar inen yapılar taşıyıcı sistemi düzenli olarak nitelendirilmekteydi. 1998 Deprem Yönetmeliğinde ise düzensiz binalar başlığı altında, yapı taşıyıcı sisteminin deprem etkisindeki davranışını olumsuz yönde etkileyen düzensizliklerin tanımı yapılarak sınıflara ayrılmış, düzensiz binaların tasarlanması halinde uyulması gerekli koşullar verilmiş ve gerekli önlemlerin alınması ortaya konmuştur.

Deprem sonucunda yapının göçmemesi yalnızca yeterli mukavemete değil, aynı zamanda uygun düzeyde rijitlik ve süneklik özelliklerine sahip olmasını gerektirmektedir. Deprem bölgesinde incelenen bir çok binada, binaların yatay deprem etkilerine karşı yetersiz olduğu görülmüştür. Perdeler, rijitlikleri nedeni ile yatay etkilerin önemli bir kısmını karşılarlar buda 1998 Deprem Yönetmeliği'nde pek çok binada perde kullanımını gerektirmektedir.

Betonarme binaların güçlendirilmesinde mevcut sisteme perde ilave edilmesi veya çerçeve gözlerinin betonarme malzeme ile doldurularak perde oluşturulması tercih edilmektedir.

2. GÜÇLENDİRME PROJESİ

2.1. Mevcut Durumun Değerlendirilmesi Ve Taşıyıcı Sistemin Belirlenmesi

Genellikle eski binaların projesini bulmak mümkün olmaz. Bu durumda binanın mimari rölövesi ile taşıyıcı sistem rölövesinin hazırlanması gerekir. Kolon ve perdelerin yerleşim durumu ile kirişlerin plandaki düzeninin belirlenmesi için bazı duvarların kırılması gerekebilir. Özellikle kirişlerin bölme duvarları içinde kalması veya asmolen döşemelerde geniş kirişlerin döşeme içinde bulunması taşıyıcı sistemin belirlenmesi için büyük zorluk çıkarır. Mevcut yapının incelenmesi deprem hasarı görmüş bir yapının kine benzer şekilde aşağıdaki adımlardan geçilerek yapılabilir:

a. Binanın mimari rölövesinin hazırlanması: Elde proje mevcut değilse, hazırlanacak rölövede binanın hacimlerinin kullanım şekillerinin, kapı ve pencere yerleri ve boyutlarının belirtilmesi gerekir. Mevcut bir mimari plan varsa, bunun yerinde uygunluğu kontrol edilerek gerekli değişiklikler not edilmeli ve banyo ve mutfakta tesisatın bağlı olduğu yerler gösterilmelidir.

b. Binanın taşıyıcı sistem rölövesinin hazırlanması: Betonarme proje yoksa, bu rölövede; kiriş, kolon ve perde yerlerinin ve boyutlarının belirtilmesi, kat yüksekliklerinin bulunması gerekir. Bunun gibi, merdiven kısmı esas alınarak döşeme yüksekliği ve döşeme türü tespit edilebilir. Binada temel yer yer açılarak temel düzeni, temelin geometrik boyutları, derinliği ve bağ kirişlerinin durumu belirlenmelidir. Temellerin yerel veya dışardan açılması yeterli olabilir. Eğer binanın statik ve betonarme hesapları ve ilgili çizimleri varsa, bunun yerinde uygunluğu açıklık ve eleman boyutları ve doğrultuları bakımından kontrol edilerek gerekli değişiklikler not edilmelidir.

c. Binanın hasar rölövesinin hazırlanması: Eğer binada bir deprem hasarı mevcutsa, hazırlanan taşıyıcı sistem rölövesi esas alınarak, binada her katta, bölme duvarı, kolon, kiriş, kiriş-kolon birleşim bölgesi, perde ve temel hasarı işlenmelidir. Binada, varsa dönme veya temelin zemine batması durumları not edilmelidir. Özellikle, çatlakla kesilmiş veya dağılmış kolonlar belirlenmeli ve bunların depremden önceki

durumuna getirilebilmesi için epoksi reçinesi enjeksiyonu veya mantolama gerekip gerekmediğine karar verilerek, hasar rölövesine kayıt edilmelidir. Dört tarafından mantolanma gerektiren kolonların veya kiriş-kolon düğüm bölgelerindeki çatlaklara epoksi uygulaması gerekmebilir. Binaların büyük bir kısmının kolon mantolanması veya perde ilavesi ile güçlendirilebileceği gözönünde tutularak, hasar tespiti sırasında güçlendirme perde yerlerinin belirlenmesi ve güçlendirme perdelerinin hasar gören ve mantolanması gereken kolonlara en azından bir kenarından bitişik yapılması, mantolama ile perdeyi beraber ortaya çıkaracağı için tercih edilmelidir. Hazırlanacak hasar raporuna varsa çatı hareketi veya göçmesi, kalkan duvarlarının ve bacanın yıkılması gibi hususlar işaretlenerek, yerinde alınacak tedbire karar verilmelidir. Bu tedbirler, bacaların kısaltılması, kalkan duvarlarına düşey ve yatay hatıl konulması, çatının döşemeye bağlanması şeklinde olabilir.

Hazırlanan kat kalıp planları esas alınarak binadaki hasarın incelenmesi ve bunların bu planlara işlenmesi, taşıyıcı sistem elemanlarındaki hasarın belirtilmesi yanında bölme duvarlarındaki $\times$ çatlaklarının ve hasarın derecesi de binanın depremden etkilenme derecesini göstermesi bakımından önemlidir. Taşıyıcı sistem elemanlarında hasar, kiriş ve kolonlarda çatlak olarak ortaya çıkar. En önemli hasar kolon-kiriş birleşim bölgelerinin depremde zorlanmasından oluşan çatlaklar, beton dökülmeleri veya donatı burkulmalarıdır. Depremden sonra kolonlarda betonun bölgesel boşalması ve donatının burkulması gibi önemli hasarların meydana geldiği gözlenmiştir. Binanın merdiven bölgesi taşıyıcı sistemin düzenli olmadığı bir bölümdür. Bu nedenle burada özellikle duvar hasarları daha çok kendini gösterir. Genellikle hasar zemin katta yoğunlaşmış olarak görülür, üst katlara çıkıldıkça hasar azalır. Yurdumuzda kalıp işçiliğinin kaliteli olmadığı yerlerde, meydana gelen kusurları örtmek amacıyla kalın sıva kullanılır. Bu ise, büyük sıva çatlaklarının oluşmasına sebep olur. Bazı durumlarda, bu çatlaklar taşıyıcı elemanlarda devam etmeden yüzeyde kalabilir. Bunun gibi, merdiven kolu plağında ve bunun sahanlık plağı ile birleşim yerinde hatalı donatı uygulamasına yaygın olarak rastlanır. Bu durum deprem hasarlarının buralarda yoğunlaşmasına sebep olur.

Yapılan hasar tespitinin sonunda meydana gelen hasarın sebepleri hakkında önem sırasına göre yurdumuzdaki depremlerde;

Beton kalitesinin düşük olması hasarın en önemli nedeni olarak görülebilir. Betonun elastisite modülünün düşük olması büyük yatay şekil değiştirmeye neden olduğu için bölme duvarlarda büyük hasar meydana gelir. Bunun yanında düşük kaliteli beton kesitlerin de mukavemetinin düşmesine neden olur.

Kolon başlarında ortaya çıkan kesilmelerin en büyük sebebi de bu bölgelerde donatı detaylarına gerekli özenin gösterilmemiş olması ve beton yüzeylerinin bütünleşmesinin sağlanmamış olmasıdır. Taşıyıcı sistemin düzgün ve sürekli çerçevelerden oluşturulmaması da hasarın artmasına neden olur. Betonarme perdelerin bulunmaması, yatay yerdeğiştirmelerin artmasına ve bölme duvarlarında ağır hasara neden olur. Donatı düzenlerindeki yanlışlıklar merdiven ve sahanlıklardaki hasarın diğer bir sebebi olarak belirir. Temellerin yüzeye yakın olması, deprem yüklerinin yapıdaki etkilerinin artmasına neden olur. Bazı bloklarda, çatının odun ve kömür deposu olarak kullanılması deprem yüklerini arttırması nedeniyle hasarı arttırır. Kolon-kiriş birleşim bölgelerinde etriye konulmaması da hasarı arttıran bir nedendir.

d. Binada beton kalitesinin belirlenmesi: Binada beton kalitesi en az üç karot numunesi alarak belirlenmelidir. Karot sayısı binanın büyüklüğüne göre arttırılabilirse de, bulunan mukavemetin ortalama bir değer olması ve bunların alınan elemanları zayıflatacağı düşünülerek, çoğaltılması tercih edilmeyebilir. Karot değerleri, her katta en az üç kolon veya perdede yapılacak darbeli çekiç deneyleri ve ses hızı ölçümü deneyleri ile karşılıklı korelasyon kurularak yaygınlaştırılır. Ölçülen bu değerler ile karot sonuçları arasında korelasyon kurularak, beton kalitesi konusunda oldukça gerçekçi sonuç elde etmek mümkündür. Güvenlik belirlenmesinde ve güçlendirme projesinin hazırlanmasından önce beton dayanımının daima karot deneyleri ile desteklenmesi tercih edilmelidir. Karotların varsa perdelerden alınması tercih edilmeli ve donatının kesilmemesine özen gösterilmelidir [3].

Bulunan beton dayanımlarından taşıyıcı sistem hesabında esas olan beton dayanımının bulunmasında $f_{cd} = f_{ck} / \gamma_{mc}$ ifadesinin kullanılmasında, betonun yerleşmiş olduğu ve deney sonuçlarının olabilecek bu tür hataları içerdiğini kabul edilerek γ_{mc} nin 1.5 daha küçük bir değer kabul edilebileceği unutulmamalıdır. Daha belirgin bir kabul yapılamaz ise $\gamma_{mc} = 1.25$ değeri alınabilir.

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

Betonun yapı hesaplarında asıl olan 28 günlük dayanımdır. Bitmiş ve üzerinden bir yıldan çok zaman geçmiş bir yapıda betondan deneyle yada ölçümle bulunan basınç dayanımının 0.67 ile çarpılarak küçültülmüş bir değerin kullanılması düşünülebilir. Çünkü betonda zamanla oluşmuş dayanım artışı dikkate alınmalıdır. Bu artış normal yapı hesaplarında dikkate alınmaz [1].

e. Binada donatı kalite ve düzeninin belirlenmesi: Binada bodrum veya zemin katta açılacak en az üç kolonda pas payı kaldırılarak boyuna donatı ve enine donatı miktarı ve düzeni tespit edilmelidir. Kolonların biri bütün kenarlarından açılabilirse de, diğerlerinin bir veya iki kenardan açılması mevcut sistemi zayıflatmamak bakımından tercih edilmelidir. Benzer şekilde seçilecek üç kirişte donatı, açıklıkta ve mesnet kesitine yakın alttan bakılarak, boyuna donatı düzeni pilye sayısı ve enine donatı aralık ve çapı tespit edilebilir. Donatılarda korozyon nedeniyle çap küçülmesi varsa belirlenmelidir. Kullanılacak manyetik aletle donatının belirlenmesi işlemi yaygınlaştırılabilir. Bütün bu bilgilerin elde edilmesinde daima belirsizliklerle karşı karşıya bulunulacağı gözden uzak tutulmamalıdır.

f. Geoteknik bilgilerin belirlenmesi: Temel zeminine ait geoteknik bilgilerin toplanması için muayene çukuru açılabilceği ve sondaj yapılabileceği gibi, çevrede elde edilen benzer bilgilerden de faydalanılabilir. Yapılacak işlemlerin seçimi, güçlendirme işlemlerinin kapsamına bağlı olacaktır. Geoteknik inceleme sonucu yapısal hasar ve muhtemel güçlendirme sistemi ile doğrudan ilgili parametreler, olan zeminin tabii birim hacim ağırlığı, zemin emniyet gerilmesi ve yatak katsayısı olarak verilmelidir. Bölgedeki deprem durumu gözönüne alınarak zemin karakteristik periyotları ve etkin yer ivmesi katsayısı da belirtilmelidir. Yeraltı su seviyesi hakkında bilgi ve binadaki temel durumu ve temel derinliği de geoteknik inceleme sırasında tespit edilebilir [3].

2.2. Taşıyıcı Sistem Deprem Güvenliğinin Belirlenmesi

Binanın taşıyıcı sisteminin durumu ve varsa taşıyıcı sistem çözümlemesi incelenmelidir. Taşıyıcı sistemde yüklerin iletilmesinde açıkça belirlenen önemli bir eksiklik güvenliğin olmadığına karar verilmesi için yeterli olabilir (alt katlarda kolon kaldırılması gibi). Mevcut binanın Deprem Yönetmeliği esas alınarak incelenmesinde genel olarak iki problemle karşılaşılır.

Bunlardan birisi yönetmelikte tanımlanan deprem kuvvetlerinin taşınması, bu yükler altında kesitlerin ve donatılarının yeterliliğinin kontrol edilmesidir. Taşıyıcı sisteme duyulan güven oranında, deprem yükleri Deprem Yönetmeliği'nde öngörülen yükler, kamu yapıları dışında, en fazla 0.25 oranında azaltılarak hesaba katılabilir ve yapılacak kontrollerde kirişlerde mesnet ve açıklık kesitlerinin aralarının yardımlaşmaları ile aynı katta bulunan kolonların yardımlaşmaları (denge koşulu korunarak momentlerin kesitler veya elemanlar arasında aktarılması) hususları da gözönüne alınabilir. Örneğin, kolonların G+Q yüklemesi altında oluşan normal kuvvetler gözönüne alınarak, her katta kolon kesitlerinin taşıyabileceği eğilme momenti bulunabilir. Bu eğilme momentinden kolonun taşıyabileceği kesme kuvveti hesaplanabilir. Bunun gibi, kolonda etriye durumu esas alınarak taşıyabileceği kesme kuvveti bulunur. Bu iki değerden küçük olanı kolon kesme kuvveti kapasitesi kabul edilebilir. Bir kattaki kolon kesme kuvvetleri toplanarak deprem kesme kuvveti ile karşılaştırılarak gözönüne alınan katın deprem güvenliğine karar verilebilir.

Bina taşıyıcı sisteminin sağlaması gereken diğer bir grup yönetmelik koşulları da sünekliğin sağlanması ile ilgili hususlar ve kapasite tasarım ilkeleridir. Bunlardaki eksiklikler bir ölçüde taşıyıcı sistem davranış katsayısının seçimi ile gözönüne alınabilir. Taşıyıcı sistemin durumuna göre süneklikle ilgili konular (etriye sıklaştırması, beton kalitesi, donatı düzenindeki özen gibi hususlar) ve kapasite tasarımı ile ilgili konular (kuvvetli kolon tasarımı, kiriş-kolon birleşim bölgesi, kesme kuvveti hesabının mevcut eğilme donatısına göre yapılması gibi hususlar) taşıyıcı sistem davranış katsayısı çerçeve türünden yapılar için $R = 4$ (normal süneklikte yapı) ve $R = 8$ (yüksek süneklikte yapı) arasında bir değer seçilerek gözönüne alınabilir. Bununla beraber tüm süneklik koşullarının sağlanması, mevcut bir yapıda ender gerçekleşecek bir durum olup, ancak bu durumda $R = 8$ alınabileceği unutulmamalıdır. Perdeli yapılar için de aynı durum söz konusudur. Kamu yapılarının deprem güvenliğinin belirlenmesinde, Deprem Yönetmeliği'nde öngörülen yüklerin azaltılmadan hesaba katılması gerekir. Deprem yüklerinin taşınmasında mevcut sistem göz önüne alınırken eğer belirsizlikler varsa mevcut sistemin kapasitesi 0.85 katsayısı ile azaltılabilir.

2.3. Güçlendirme Projesinin İlkelerinin Belirlenmesi

Güçlendirme projesi aşağıdaki adımların izlenilmesi ile oluşturulur.

2.3.1. Taşıyıcı Sistemin Depremden Önceki Durumunun İncelenmesi

Mevcut taşıyıcı sistemin kusurlarının tespiti için binanın depremden hasar görmemiş durumu TS 500 ve 1998 Deprem yönetmeliği esas alınarak düşey yük ve deprem etkisi altında $(1.4G + 1.6Q)$ ve $(G + Q + E)$ çözümlemesi yapılacaktır. Kesit kontrolünde eğer binanın projesi yoksa, sınırlı sayıda yapılan donatı tespitleri göz önüne alınabileceği gibi, minimum donatı şartları da kullanılabilir. Yapılan bu inceleme ve kesit kontrolü ile tespit edilen hasar sebepleri hakkında yorum yapılması mümkün olacak ve deprem yüklemesi altındaki taşıyıcı sistemin davranışı anlaşılacaktır.

2.3.2. Güçlendirilmiş Taşıyıcı Sistemin Çözümlemesi

Hasar belirleme raporu esas alınarak mantolanacak kolonlar tespit edilir. Güçlendirme için bina dışına veya içine, eksenel veya dışmerkez perde yerleştirilerek sistem çözülür. Güçlendirme perdeleri her iki doğrultuda en az ikişer tane olmalı ve bina yüksekliğince devam etmelidir. Binanın kat adedinin ve plandaki alanının küçük olması durumunda perde sayısı üçe de indirilebilir. Gerekğinde de bunların kalınlıkları veya boyları küçültülebilir. Kapı ve pencere boşluklarının bırakılması için boşluklu perdeye de karar verilebilirse de, boşluklu perdenin kalıp ve donatı detaylarının uygulaması daha çok özen ister.

Yapılacak çözümlemede mevcut taşıyıcı sistem ile güçlendirme elemanlarının elastiklik modüllerinin farklılığı gözönüne alınması uygundur. Bu durum mevcut elemanlarla güçlendirme elemanları arasındaki yük paylaşımında etkili olur. Çözümlemenin Deprem Yönetmeliği çerçevesinde belirlenen etkiler altında, TS500 ün öngördüğü $(1.4G+1.6Q)$ ve $(G+Q+E)$ yüklemeleri için yapılması gerekir.

Betonarme veya çelik güçlendirme perdelerinin, deprem etkisinden oluşan taban kesme kuvvetinin mevcut yapının durumuna göre en az % 70 lik veya benzeri bir bölümünü karşılamasının sağlanması tavsiye edilir. Bu oranın mevcut taşıyıcı sistem kolon ve kirişlerinde ek güçlendirme gerektirmeyecek şekilde belirlenmesi uygundur. Belirlenecek bu koşul perde sayısı ve boyutlarının belirlenmesinde etkili olur. Genel

olarak mevcut sistemin normal süneklikte olduğu kabul edilerek ve güçlendirme elemanlarını yüksek süneklikte projelendirilerek, taşıyıcı sistem davranış katsayısı $R=6$ ve deprem bölgesine bağlı olarak ilgili A_o katsayısı alınarak hesaplanır.

Elde edilen çözüm sonuçları esas alınarak, mevcut taşıyıcı sistemle, güçlendirme sistemi arasındaki kuvvet akışının sağlandığı gösterilmelidir (Perde uç donatılarının katlar arası sürekliliğinin sağlanması, deprem yüklerinin kat kirişlerinden perdelerine geçmesi ve kolonlarla perdenin bütünleşmesinin sağlanması gibi). Perde gövde donatısının sürekliliği, kolonu ve kirişi geçen veya delen tek sıra, kolonlar ve kirişlerde minimum $\Phi 16/300\text{mm}$ donatısı ile sağlanabilir. Bu kenetlenme çubuklarının boylarının kolon ve kiriş içinde en az $\max(10\Phi; 150\text{mm})$ ve perde içinde 20Φ olması tavsiye edilir. Perde uç donatısı hesabında birleştiği kolon donatıları hesaba katılarak, bu donatılar azaltılabilir. Perdede, her iki yüzde ve her iki doğrultuda minimum $\Phi 10/200\text{mm}$ (veya çelik hasır eşdeğeri) gövde donatısı yerleştirilebilir. Perde uç bölgesinde minimum bir etriye seçilebilir (ilk katta $\Phi 10/100\text{mm}$ ve diğer katlarda $\Phi 10/200\text{mm}$). Gerekli olmadığı durumlarda perde uçlarındaki kolonlar mantolanmayıp, mevcut kolon ile güçlendirme perdesinin bütünleşmesi kolona bağlanan bağ çubukları ile sağlanabilir. Perde uç kolonlarında manto kalınlığının minimum 150mm alınması uygundur. Boşluklu perde düzenlenmesi durumunda pencere altlarında veya kapı üstlerinde bağ kirişlerinin düzenlenmesi gerekir. Perde uç bölgesinde, Deprem Yönetmeliği'nin öngördüğü minimum donatı konulmalı ve bu donatının perde yüksekliğince devam etmesi sağlanmalıdır.

Güçlendirilmiş yapıda, mevcut kolon ve kiriş gibi mevcut taşıyıcı sistem elemanlarının kontrolünde, aşağıda verilen koşullar durumunda kolon ve kirişlerin güçlendirilmesi tavsiye edilebilir:

$$A_s (\text{gerekli}) > (1.20 \sim 1.50) A_s (\text{mevcut}) \quad (\text{kolon} - \text{donatı biliniyorsa})$$

$$A_s (\text{gerekli}) > (0.012 \sim 0.015) A_c (\text{mevcut}) \quad (\text{kolon} - \text{donatı bilinmiyorsa})$$

$$A_s (\text{gerekli}) > (1.00 \sim 1.25) A_s (\text{mevcut}) \quad (\text{kiriş} - \text{donatı biliniyorsa})$$

$$A_s (\text{gerekli}) > (0.015 \sim 0.020) A_c (\text{mevcut}) \quad (\text{kiriş} - \text{donatı bilinmiyorsa})$$

Burada A_c eleman kesit alanı, A_s kolonlarda toplam donatı alanı ve kirişlerde açıklık ve ortalama mesnet çekme donatılarının toplamıdır. Deprem yüklerinin önemli bir

kısmı güçlendirme perdeleri ile taşındığı için, kolonlar için yapılan betonarme kesit hesabında $N_d / (b d) < 0.6 f_{ck}$ gibi minimum bir koşul esas alınarak, güçlendirmeye karar verilebilir.

Her durumda güçlendirme perdelerindeki deprem momentlerinin ve mantolanan kolon etkilerinin güvenli bir şekilde zemine iletildiği gösterilmelidir. Binanın düzgün sürekli temelleri mevcutsa, perdeler bu temellere mesnetlenebilir. Eğer perde deprem etkilerinin bu temeller tarafından karşılanabiliyorsa, ek temel güçlendirmesine ihtiyaç yoktur. Bazı durumlarda mevcut temelin güçlendirilmesi veya mevcut üzerine yeni temel yapılması gerekebilir. Her durumda da mevcut ve yeni temelin bütünleşmesi sağlanmalıdır.

Temelin düzenlemesinde, mevcut temel durumunun ne şekilde gözönüne alınacağı kararı önemlidir. Mevcut ve yeni temelin bütünleşmesi için ara bir bağ donatısı kullanılabilir (sürekli temel durumunda $\Phi 16/400\text{mm}$ ve tekil temel durumunda $12\Phi 16$ bağ donatısının kullanılması gibi). Temelde perdenin uçlarında bulunan kolonların dışında, perde temeline oturan ve eksenel kuvveti temel hesaplarında gözönüne alınan kolonların bulunması halinde, bu kolonların çevresinde oluşan kayma gerilmesinin bir üst sınırının olacağı unutulmamalıdır ($300\sim 400\text{kN/m}^2$ gibi). Temel birleşen kolonlarda yerel manto yapılarak bu gerilme kabul edilen sınıra indirilebilir [3].

3. BETONARME YAPILARDA ÇATLAK VE HASAR BİÇİMLERİ

3.1. Çatlakların Genel Özellikleri

Yapılardaki bozulmalar aşırı sehimler ve çatlamlar ile gözlemlenir. Taşıyıcı elemanlarda sehimler sonucu çatlamlar oluşmaz fakat elemanın taşıdığı diğer elemanlar taşıyıcı eleman kadar deformasyon yapamayacağından çatlaklar oluşur. Çatlağın niteliğini belirleyen üç faktör vardır. Bunlar; çatlağın yeri, çatlağın genişliği ve çatlağın yaşıdır [4].

Çatlağın yeri açısından, çatlak önce gevrek elemanlarda oluşur. Çatlak ve sehim elemanın elastik yük taşıma limitinin üzerine çıkıldığını ve elemanın zorlandığını gösterir. Çatlağın olduğu yerde elastik olarak taşınabilenden büyük bir çekme kuvveti etmektedir. Basınç etkisindeki hasar ezilme şeklindedir.

Ayrıca çatlak donatının akma birim uzamasının üzerinde kalıcı bir uzama yaptığının göstergesidir. Çatlak boyutlarından donatının birim uzaması ve ulaştığı gerilme tahmin edilebilir.

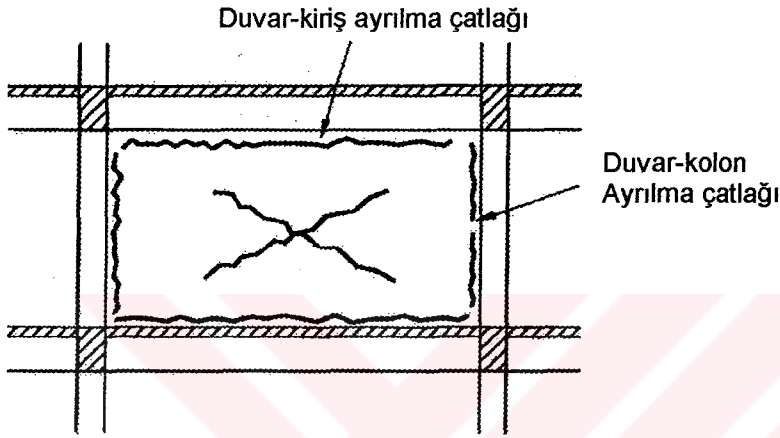
Çatlağın yaşı, yeni yada eski oluşu çatlağı oluşturan etkinin varlığının göstergesidir. Onarılan çatlağın yeniden açılması etkinin sürdüğüne, çatlağın eski ve durmuş olması çatlağa neden olan kuvvetlerin bir dengeye ulaştığının göstergesidir [1].

Betonarme yapılarda genleşme ve rötre çatlakları birbirlerini dik kesen doğrultularla meydana gelebilir. Bu çatlaklar ortogonal bir ağ biçimi oluştururlar. Donatı üzerindeki pas payının küçük olması sonucu çatlaklar oluşur. Ayrıca beton içinde paslanan donatının hacim büyümesi sonucu üzerindeki beton tabakasını çatlattığı gözlenir [4].

3.2. Duvar Hasarı

Duvar çatlaklarını oluşturan nedenler; temel oturması, deprem etkisi, çevreden gelen yapay titreşimler ve aşırı sehimdir [4].

Betonarme binaların projelendirilmesinde bölme duvarların taşıyıcı sistemin yatay rijitliğine ve kapasitesine olan etkisi hesaba katılmaz. Taşıyıcı sistemin deprem yükü altındaki yatay ötelenmesinden dolayı duvarlar da kesme kuvveti ile zorlanırlar. Duvar malzemesinin çekme gerilmelerine karşı zayıflığı x şeklindeki çatlakların meydana gelmesine ve bazılarının dağılmasına sebep olur (Şekil 3.1). Hasar üst katlara çıkıldıkça azalır. Duvar çatlakları incelenerek binanın hangi doğrultuda daha rijit olduğu veya depremin kuvvetli doğrultusu hakkında tahmin yapılabilir [3].



Şekil 3.1 Duvar hasarı

3.3. Döşeme Hasarı

Çok önemlileri dışında döşeme çatlakları taşıyıcı sistemin güvenliğini büyük ölçüde etkilemez. Büyük açıklıklarda kirişli döşemelerde altta açıklıkta çatlaklar görülebilir. Bunun gibi döşemenin kirişle birleştiği yerde üstte mesnette, kiriş kenarına paralel çatlak meydana gelebilir. Bu durum donatının yetersiz olmasına, donatı yüksekliğinin sağlanamamasına veya kalıbın erken alındığına işaret eder. Konsol döşemelerin mesnet kesitinde de benzer çatlaklar oluşabilir. Bu durum düşey yükler yanında depremin düşey bileşeninin etkisine de işaret edebilir. Önemli boşluğun bulunması durumunda döşeme köşelerinde gerilme yığılmaları nedeniyle çatlaklar oluşabilir. kirişsiz döşemenin kolona ve perdeye birleştiği kesitler, hem düşey yüklerde hem de deprem yüklemesinde önemli derecede zorlanır ve buralarda çatlaklar görülebilir [3].

3.4. Kiriş Hasarı

Deprem etkisinde özellikle kirişin mesnet bölgeleri zorlanır ve buralarda altta ve üstte kiriş eksenine dik eğilme çatlakları ve köşegen kayma çatlakları oluşabilir (Şekil 3.2.a. ve Şekil 3.2.b.). Açıklıkta çekme çatlağı deprem etkisiyle büyüyebilir (Şekil 3.2.c.). Dolaylı olarak mesnetlenen bir kiriş varsa bu bölgede eğilme ve kayma çatlakları meydana gelebilir (Şekil 3.2.d.) [3].

Düşey yüklerden dolayı eğilme kırılması betonarme kirişlerde en çok rastlanan hasar biçimidir kirişteki boyuna donatının eksikliğinden kaynaklanır. Kayma çatlakları da etriye eksikliğinden kaynaklanır ve kayma çatlakları daha büyük önem arz eder [1].

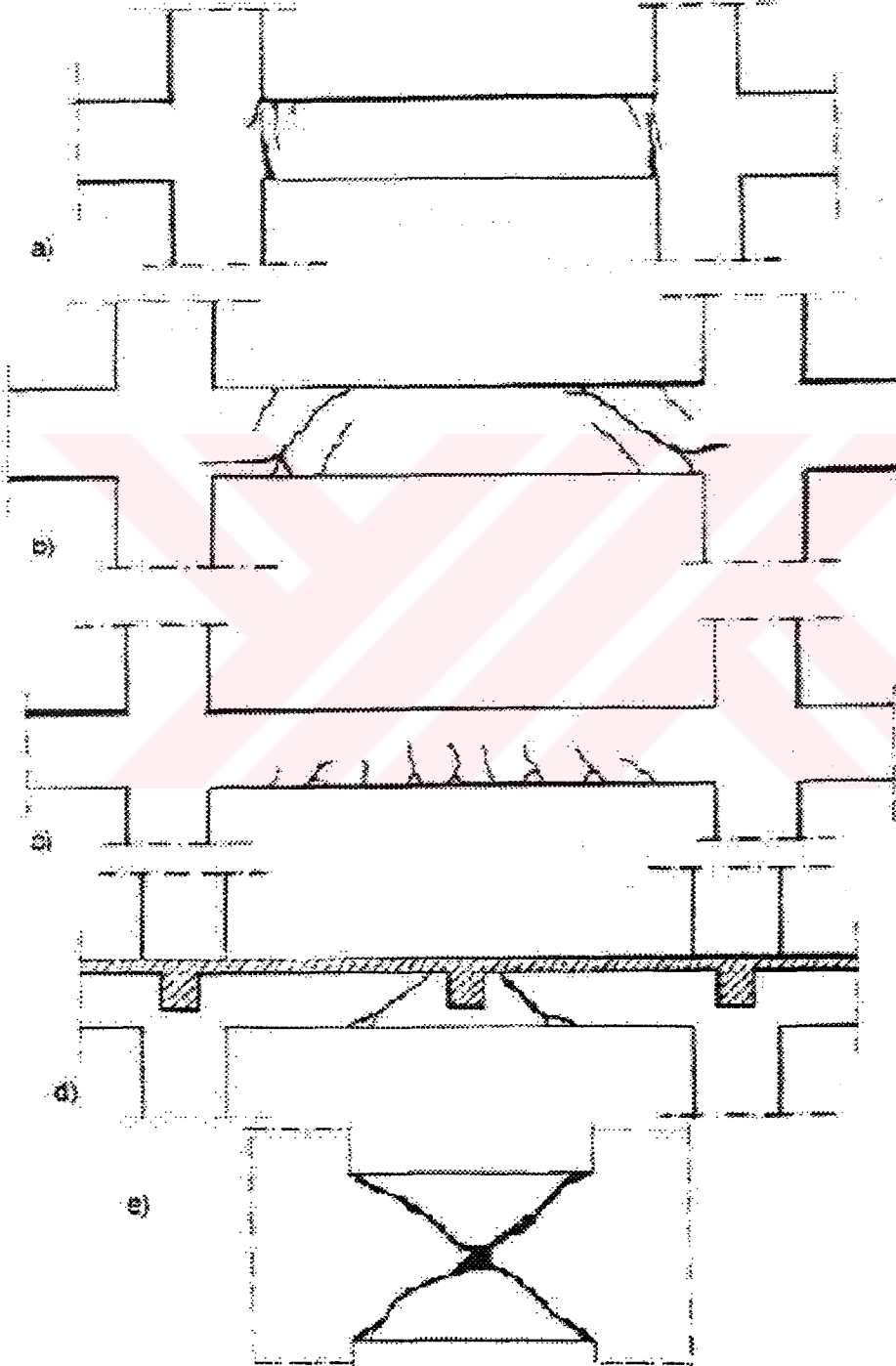
Eğer kısa açıklıklı bir kiriş bir perdeye birleşiyorsa mesnet bölgesinde x şeklinde kayma çatlağı görülebilir (Şekil 3.2.e.). Bu durum oldukça sık görülür ve kısa kolonlarda meydana gelen duruma benzer. Özellikle, iki perde arasında bulunan bağ kirişlerinde her iki mesnette meydana gelebilir [3].

Deprem etkisi tersinir olduğundan dolayı, yönetmelikte kiriş mesnetlerindeki negatif moment kapasitesinin %50' si kadar pozitif moment kapasitesi oluşturacak şekilde donatı konulması zorunluluğu getirilmiştir [9].

3.5. Kolon Hasarı

Kolonlarda normal kuvvet hakim durumda iken, kolon boyutlarına göre yön değiştiren eğilme momenti veya kesme kuvveti hasara sebep olur. Özellikle narinliğin büyük olduğu kolonlarda normal kuvvetle beraber büyük eğilme momentleri beton basınç bölgesinde ezilme ve parçalanmalara sebep olur. Depremin tersinir etkisinden dolayı, kolonun ucunda aynı bölgede hem basınçtan dolayı ezilme, hem de çekme kuvvetlerinden dolayı çatlaklar oluşmaktadır. Kolon uç bölgelerinde etriyenin seyrek olması hasarın artmasına ve boyuna donatının burkulmasına sebep olur. Etriyenin kopması ve boyuna donatının burkulması, kolon başının dağılmasına ve eksenel yük altındaki kolonda bir kısalmaya sebep olur. Bunun sonucu olarak komşu taşıyıcı elemanlarda yeni bir kuvvet dağılımı ortaya çıkar. Kolona birleşen kirişlerin kapasitelerinin büyük olması bu olayın daha belirgin oluşmasına sebep olur.

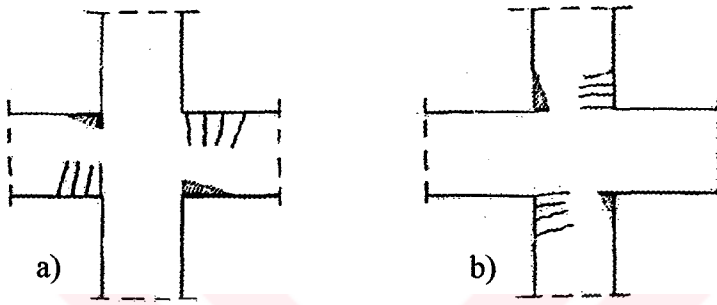
Eğer kolon, kısa kolon ise hasarın oluşmasında kesme kuvveti etkili olur. Kesme kuvveti nedeniyle oluşan eğik çekme gerilmeleri sonucu oluşan bu tür hasar, toptan göçmeye neden olabilir. Bu hasarın ana sebebi kısa kolon kayma kapasitesinin, eğilme kapasitesine göre düşük olmasıdır[3].



Şekil 3.2 Kiriş hasarı

3.6. Kiriş-Kolon Birleşim Bölgesi Hasarı

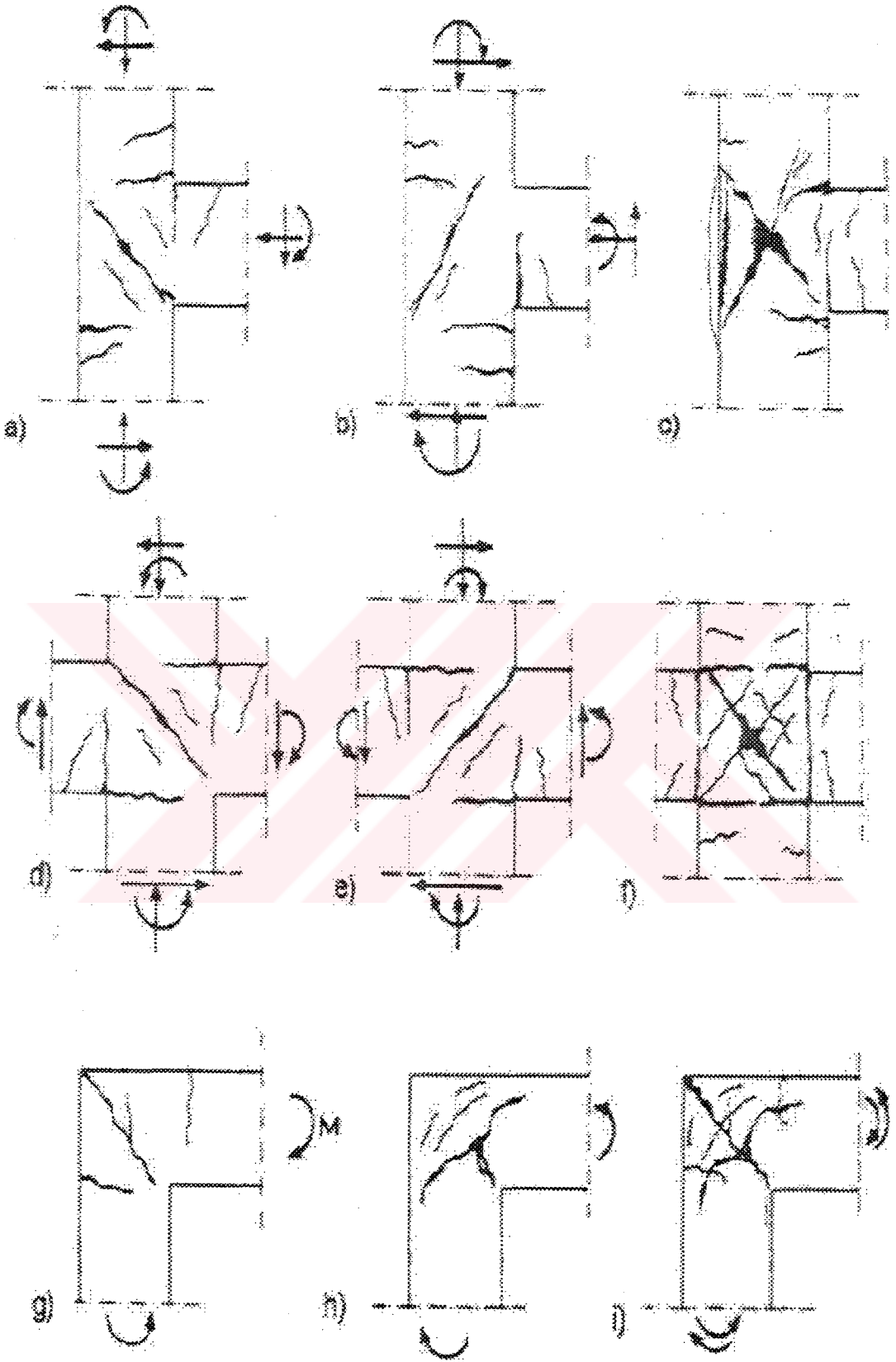
Kiriş kolon birleşim bölgesinde meydana gelen çatlama ve hasar, sistemin yatay yük taşıyıcılığını ve rijitliğini doğrudan etkilediğinden, belirlenmesinde özen gösterilmelidir. Uygun düzenlenmiş bir birleşim bölgesinde, kirişte plastik mafsall oluşumu öngörülür bu suretle taşıyıcı sistemin genel kararlılığı korunur (Şekil 3.3.a.). Zayıf kolon-kuvvetli kiriş durumu arzu edilmez (Şekil 3.3.b.) [3].



Şekil 3.3 a) Güçlü kolon b) Güçlü kiriş durumu kiriş-kolon birleşim bölgesi

Yapıda düşey yüklere karşı ana taşıyıcının kolonların olduğu düşünülürse, yapı güvenliği açısından yeni deprem yönetmeliği güçlü kolon zayıf kiriş ilkesini şart koşturmuştur. Bu kritere göre bir düğüm noktasında birleşen kolonların taşıma gücü momentlerinin toplamı, aynı düğüm noktasında birleşen kirişlerin taşıma gücü momentleri toplamından en az %20 daha büyük olması gerekir [9].

Bunlar yanında bölgede betonun ezilip kopması da bölgenin dayanımını önemli ölçüde azaltır. Bölgeden geçen kiriş boyuna donatılarının aderansının çözülmesi, kalıcı şekil değiştirmelere sebep olması ve kesitin dayanımını azaltması bakımından tehlikelidir. Birleşim bölgesinde etriyenin bulunmaması veya betonda boşlukların bulunması, bu bölgenin dağılmasına sebep olur ki, bu durumda bölge mafsall durumuna gelerek sistemin toptan göçmesine sebep olabilir. Birleşim bölgesinde oluşan çekme gerilmesi alanı sonucu oluşabilecek çatlak durumları Şekil 3.4'te gösterilmiştir [3].



Şekil 3.4 Kiriş-kolon birleşim bölgesinde çeşitli çatlama ve hasar durumları

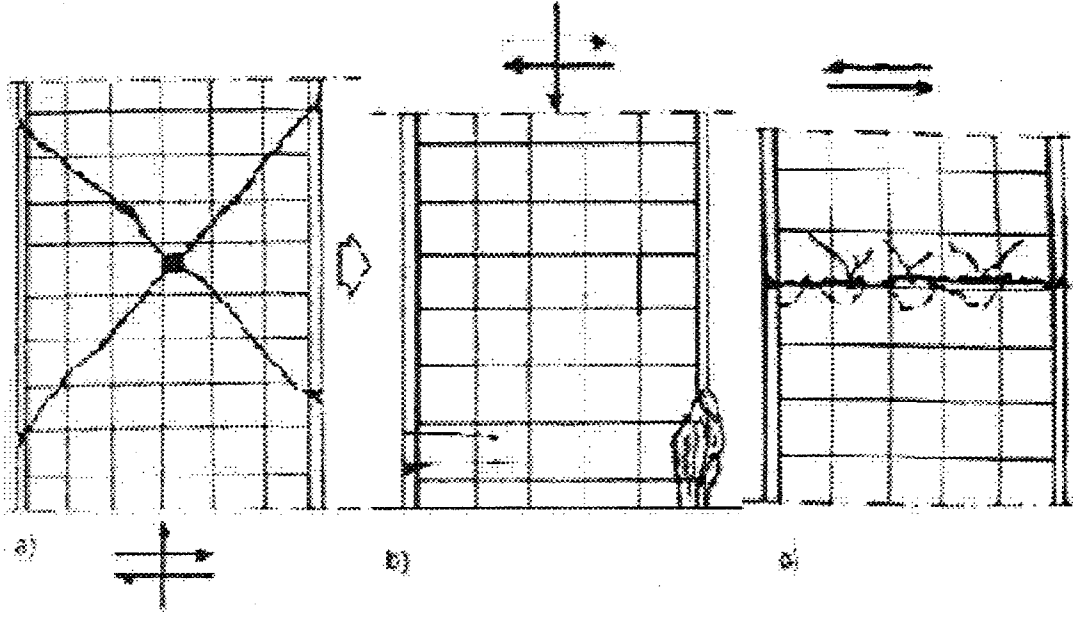
3.7. Perde Hasarı

Perdede en çok rastlanan çatlak ve hasar türü x şeklinde çatlaklardır. Sünek olmayan ve eğik çekme gerilmelerinin oluşturduğu güç tükenmesine işaret etmesi bakımından dikkat edilmesi gereken bir durumdur. Perde uç bölgeleri iyi düzenlendiğinde, bu hasar rağmen perde eğilme momenti taşımaya devam edebilir (Şekil 3.5.a.).

Perdede eğilme çatlağına ve hasarına nadiren rastlanır. Muhtemelen bu olaya yaklaşıldığında çoğu zaman temelde bir dönme meydana gelerek momentin kesit kapasitesi üzerine çıkması önlenir. Buna karşılık kesme kuvveti artmaya devam ettiği için kayma güç tükenmesi daha sık oluşur (Şekil 3.5.b.).

Perdenin kademeli inşa edilmesi nedeniyle oluşan derz yerinde kayma da rastlanan bir durumdur. Bu olay farklı zamanda dökülen bir betonun arakesitinde yeterli bağın oluşmamasından kaynaklanır. Arakesitte bulunan çatlağın yatay olması nedeniyle kesit düşey yükler taşımaya devam ederek, sistemin tümünün taşıyıcılığını tehlikeye düşürecek bir durum ortaya çıkmayabilir (Şekil 3.5.c.) [3].

Boşluklu perdelerin deprem hasarı farklıdır. Önce iki dolu perdeyi birbirine bağlayan bağ kirişlerinin uçlarında kesme yada eğilme kırılması olmaktadır. Bu hasardan sonra boşluklu perde iki bağımsız dolu perdeye dönüşür. Daha sonra her bir perdenin tabanında eğilme kırılması oluşması beklenir. Bağ kirişlerinin kırılma biçimi donatılarının yerleşme biçimine bağlı olmaktadır. Bağ kirişleri derin kiriş gibi donatılmış ise eğik çekme çatlaklı kesme hasarı olur. Sık etriye konulması eğik çekme çatlaklarını önlemekte, kiriş ucundaki kesme hasarına engel olamamaktadır. Eğik yerleştirilen boyuna donatılar hasarın sünek olan eğilme kırılması biçiminde olmasını sağlamaktadır [1].



Şekil 3.5 Perdede a) kesme kuvveti b) eğilme c) kayma hasarı

3.8. Temel Hasarı

Temeller üst yapıyı taşımalarından dolayı temelde oluşabilecek herhangi bir hasar üst yapıya doğrudan etkiyecektir. Deprem sırasında en çok rastlanan olaylardan bir tanesi, temelde hasara neden olan zemin sıvılaşmasıdır. Sıvılaşan zemin taşıma kapasitesinin büyük bir kısmını kaybeder. Sonuç olarak yapıda büyük yer değiştirmelere neden olan bu olay temelde göçmelere ve büyük çatlaklara neden olabilir.

Bazı durumlarda zeminin aynı bölgede çok çeşitlilik göstermesinden dolayı, temelin bir kısmı sert yerel zemine, diğer kısımları ise dolgu zemine oturabilir. Bu etki, deprem sırasında binanın dönmesine sebep olabilir.

Sonuç olarak temel hasarı için yapılacak herhangi bir iyileştirme büyük masraflara yol açmaktadır hatta bazı durumlarda iyileştirme imkansızdır. Bu yüzden temel yapılırken çevrenin geoteknik açıdan ayrıntılı olarak incelenmesi gerekir.

4. BETONARME YAPILARDA ONARIM VE GÜÇLENDİRME

4.1. Onarım Ve Güçlendirme Malzemeleri

4.1.1. Tamir Harçları

Tamir harçları elemanlarda yerel olarak ortaya çıkan beton hasarlarının giderilmesinde yaygın biçimde kullanılır. Yüksek basınç dayanımına ve aderans özelliğine sahip olan bu harçların seçiminde, uygulandığı beton yüzeyle iyi yapışması, alt tabaka ile aynı elastiklik modülü, sıcaklık genleşme katsayısına sahip olması beklenir. Bu suretle yükleme durumunda ve sıcaklık değişimiyle ek gerilmelerin çıkması önlenmiş olur. Tamir harcı uygulanan yüzey dışı açık olduğu için atmosfer koşullarına dayanıklı olması ve düşük geçirimsiliğe sahip olması tercih edilmelidir. Kururken büzülmesinin düşük olması ve işlenebilme için su/çimento oranını düşürmek amacıyla süper akışkanlaştırıcı içermesi de tercih sebebidir.

Tamir harcı uygulamadan önce yüzeydeki harç, gevşek parçalar, bozulmuş hasar görmüş beton, yağ, boya kalıntıları, kireç, toz ve kir temizlenmeli, yüzey pürüzlendirilmelidir. Kesitte bulunan donatı çeliği kumlanarak, üzerindeki pas temizlenmeli ve üzerine korozyona karşı koruyucu bir kimyasal sürülmelidir. Eğer tamir harcı uygulaması 20mm den kalın olacaksa ve etriye yoksa, harç kalınlığındaki gerilmeleri alabilmek için, yüzeye tel veya çelik hasır bağlanmalıdır. Konulan hasırla yüzey arasında tamir harcının nüfuz edebilmesi için biraz boşluk bırakılmalıdır. Donatısız yüzeydeki veya donatı üzerindeki harç kalınlığı en az 10mm olmalıdır [3].

Harçların enjeksiyonu derzleri, çatlakları veya aralıkları doldurmak sureti ile basınca maruz elemanların onarımında kullanılır. Harç enjeksiyonu genellikle geniş çatlakları veya boşlukları doldurmak için kullanılır. Burada söz konusu olan genişlikler reçine ile doldurmak bakımından fazla geniştirler [2].

4.1.2. Epoksi Reçineleri

Epoksi reçineleri yapıştırma özellikleri çok iyi olan sentetik reçinelerdir. Bunların çekme gerilmeleri 50-110 kg/cm² arasındadır. Kopma birim uzamaları %15-50'dir.

Suya, aside ve alkaliye dirençleri çok iyidir. Zamanla özelliklerini yitirmezler. Çatlağa doldurulmuş epoksi yapıştırıcısı çatlağın yarattığı süreksizlik ortamını sürekli duruma dönüştürür. Çatlağın her iki yüzünü çatlak boyunca sürekli olarak birbirine bağlar ve gerilme birikimlerini önler [1].

Epoksi ve benzeri reçineler beton çatlaklarının doldurulmasında ve ince çelik elemanları betona yapıştırmak için kullanılır. Pek çok türleri mevcuttur. Bu nedenle amaca uygun reçinenin seçilmesi önemlidir. Reçinenin betona, yığma duvara ve çeliğe yapışma özelliği çok iyidir ve bu bağda nemle bir azalma görülmez. Uygulamadaki nem ve sıcaklığa bağlı olarak, enjeksiyondan sonra sıcaklıkla sertleşme çabuklaştırılabilir. Genel olarak reçineler 100°C' nin üzerinde dayanımlarını kaybederler. Bu nedenle kullanımları sınırlı kalabilir veya yangına karşı korunmaları gerekebilir. Viskozitelerinin enjekte edilecek çatlağın kalınlığına uygun olması gerekir.

Epoksi enjeksiyonu genellikle genişliği 0.5~5mm arasındaki çatlaklar için uygulanır. Çatlak genişliğinin küçük olduğu durumda (0.1~0.5mm), çatlağın bulunduğu kesitin kum ve fırça ile temizlenmesinden sonra, epoksi dış yüzeyden doğrudan doğruya fırça ile uygulanır. Daha geniş çatlaklarda; rötre, sünme ve sıcaklık etkilerini azaltmak için ek bir doldurucu malzemenin kullanılması önerilir. Çok geniş çatlaklarda çatlak ince kumla doldurulduktan sonra epoksi enjeksiyonu uygundur. Epoksi kullanımında yerel çatlak onarımı yapıldığı unutulmamalıdır. Bir elemanı veya bir bölgeyi güçlendirmek için genellikle tek başına kullanılmaz. Güçlendirme işleminde diğer yöntemlerle beraber epoksi uygulaması tercih edilir [3].

4.1.3. Püskürtme Betonu

Püskürtme beton, yeni inşa edilen yapıların yanında özellikle eski yapıların onarım ve güçlendirme işlerinde geniş bir kullanım alanı bulur. Mevcut kârgir ve betonarme yapıların yüzlerinin beton tabakasıyla kaplanmasında ve güçlendirilmesinde kullanılır. Püskürtme betonun, özellikle kalıp yapmanın zor olduğu veya ekonomik olmadığı yerlerde, betonun yerleştirilmesi ve sıkıştırılmasının güç olduğu veya betonun ince bir tabaka olarak uygulanması gereken yerlerde kullanılmasının uygun olduğu söylenebilir. Başarılı bir püskürtme betonun elde edilmesi, donatının uygun seçilmesi ve yerleştirilmesine de bağlıdır.

İşin şekline ve beton kalınlığına göre yuvarlak veya hasır donatı kullanılır. Donatı, püskürtme sırasında yerini koruyacak ve az yaylanacak şekilde yerleştirilmelidir. Küçük çaplı donatılar tercih edilmeli ve gerektiğinde kullanılan büyük çaplı donatının beton tarafından sarılmasına özen gösterilmelidir. Donatıların birbirine, donatının kalıba veya donatının arka yüzeye mesafesi olan bu aralık, en büyük dane büyüklüğüne ve donatının çapına bağlı olmakla beraber, genellikle 50mm önerilir. Püskürtme beton kalınlığının 50mm den büyük olduğu durumlarda bir konstrüktif donatı (büzölme donatısı gibi) koymak uygun olur.

Püskürtülen betonun bir kısmı püskürtme yerindeki sert yüzeye, donatıya veya daha evvel yapılan betona çarparak geri sıçrar. Sıçrama başlangıçta büyük olursa da, daha sonra ilk betonun yüzeye yapışmaya başlamasıyla azalır. Daha çok iri veya çimento hamuru ile sarılmamış malzeme geri sıçradığı için, yüzeyde kalan betonun çimento miktarı yüksektir. Bu durum betonun dayanımını arttırırsa da, betonu büzölme çatlaklarına karşı hassas duruma getirir. Ayrıca, danelerin sıçraması sonucu betonda daha ince daneli agrega çoğalır, az da olsa elek eğrisi değişir. Sıçrayan beton, ne yapışan betona katılmalı ve ne de püskürtme betonun hazırlanmasında kullanılan malzemeye karıştırılmalıdır [3].

4.1.4. Çelik Şeritler

Kiriş ve kolonlarda ve bunların birleşim bölgelerinde hasardan sonra çatlak genişliğinde bir artış gözleniyorsa, çelik lamalarla sarılarak onarılıp güçlendirilebilir, uygulanan elemanlarda rijitlik artışına sebep olmaz. Elemanların kesitlerin eğilme momenti ve kesme kuvveti kapasiteleri arttırılırken, sarılan lamalar bu bölgede enine basınç oluşturarak, deprem etkisi durumunda beton elemanın sünekliğini arttırır. Lamalar beton yüzeyine yapıştırılırken, bunlar basınç ve çekme kuvvetini alacak şekilde düzenlenmelidir. Basınç kuvveti durumunda lamanın burkulmaması ve çekme kuvveti durumunda da lamaların betondan ayrılmaması gerekir.

4.1.5. Lifli Plastik Levhalar

Bu uygulama çelik şerit yapıştırma işlemine benzer. Hafif olması, korozyon tehlikesinin bulunmaması ve büyük boyutlarda bulunması üstünlükleridir. Ayrıca, elastiklik modülünün küçük olması güç tükenmesi durumunda büyük şekil değiştirmeler yapabilmesine sebep olur. Ancak, güç tükenmesine kadar elastik davranışı sebebiyle, malzeme düşük sünekliktedir. Sürekli yük altında başlangıç

mukavemetinde % 15~60'a varan önemli azalmalar vardır. Bu nedenle depreme karşı ve sürekli olmayan yük için güçlendirme uygulamalarında yararlıdır. Bu tür plastik levhalar uygulamada bir ve iki doğrultuda takviyeli olarak kullanılır. Özellikleri kullanılan malzemeye göre değişir. Özellikle betonarme perde ve döşeme ile yığma yapı duvarı gibi geniş düz yüzey uygulamaları ve dairesel kolon, baca, hazne ve tank gibi elemanların onarım ve güçlendirilmesinde tercih edilir.

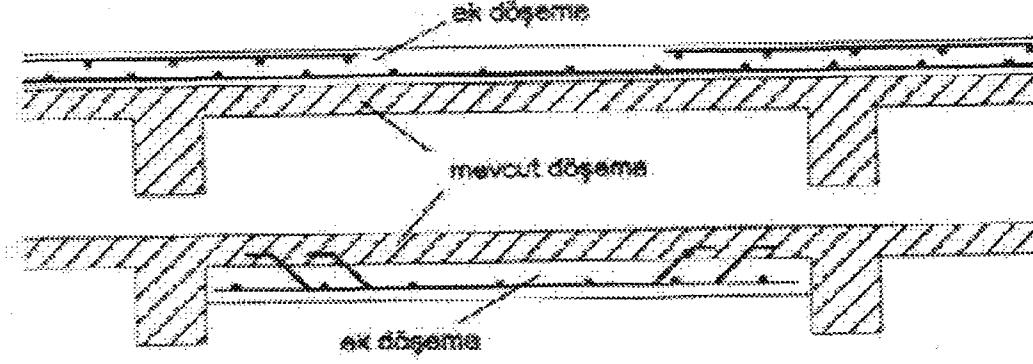
Bunların çelikten en önemli farklılığı davranışının güç tükenmesine kadar tamamen elastik olmasıdır. Bu plastik levhalar, çelik levhalar yerine elemanların eğilme momenti ve kayma dayanımına arttırmak için başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. İnce olduklarından dolayı elemanın rijitliğini ve taşıyıcı sistemdeki kuvvet dağılımını değiştirmezler. Bu durum yerine göre olumlu veya olumsuz bir özellik olarak ortaya çıkar. Buna karşılık kesit sünekliğini olumsuz yönde azaltırlar [3].

4.2. Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Güçlendirilmesi

4.2.1. Döşemelerin Güçlendirilmesi

Döşemeler kalınlığının açıklığa göre ince olması, döşeme beton dayanımının projede öngörülenden az olması, donatı yetersizliği, kalıpların erken sökülerek betonun daha tam dayanımına ulaşmadan yüklenmesi ile zamana bağlı sünme sehimlerinin daha büyük olması gibi nedenlerle aşırı sehim ve çatlaklara sahip olabilir. Yapılan çeşitli deneyler sonucu döşemelerin hesap yüklerinin 3-4 katı yükler altında aşırı sehim ve çatlaklı durumda yük taşımaya devam ettiği gözlenmiştir [1].

Döşemeler genelde düşey yükleri taşımak üzere projelendirilirler. Yatay yük etkisinde bu yükleri düşey taşıyıcılara iletecek dayanım ve rijitliğe sahip olmaları beklenir. Hasarlar genellikle büyük boşluk olan kısımlarında ve doğrudan perdeye mesnetlendiği yerlerde meydana gelir. Yerel çatlak veya hasarlar epoksi, çimento şerbeti veya püskürtme beton ile onarılabilir. Döşeme kalınlığının artırılmasıyla kesitin eğilme rijitliği artırılır. Üstten yeni beton tabakası ile kalınlaştırılabileceği gibi alttan püskürtme beton uygulayarak döşemenin dayanımı artırılabilir (Şekil 4.1). Yeni ve mevcut döşeme arasındaki kayma gerilmesinin akışını sağlamak için yüzeyin pürüzlendirilmesi yanında, donatı veya çelik profil parçalarından da faydalanılabilir (Şekil 4.2) [3]. Kullanılacak yeni beton eskisiyle aynı özellikte olmalıdır [2].



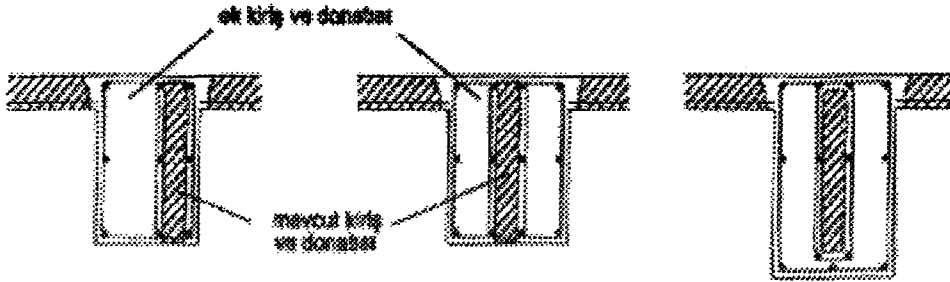
Şekil 4.1 Döşemenin kalınlaştırılarak güçlendirilmesi



Şekil 4.2 Mevcut döşeme ile yeni döşeme arasında kayma gerilmesi bağının sağlanması: a) çelik profillerle b) yüzey pürüzlendirilerek c) epoksi uygulaması ve donatı ekerek

4.2.2. Kirişlerin Güçlendirilmesi

Kirişleri güçlendirmede amaç eğilme momenti ve kesme kuvveti dayanımını arttırmak, sünekliği iyileştirmektir. Uygulamada en çok tercih edilen güçlendirme yöntemi betonarme mantolamadır. Betonarme mantolama işi kirişin bir, üç veya dört yanına beton ilave edilerek gerçekleştirilebilir (Şekil 4.3). İki yan yüzüne veya alt ve üst yüzlerine uygulanmasına az rastlanır. Moment kapasitesinin artırılması beton en kesit alanının yeni eklenecek beton alanı ile derinleştirilmesi ve bu eklenen alana yeni çekme donatılarının konulmasıyla mümkündür [2].

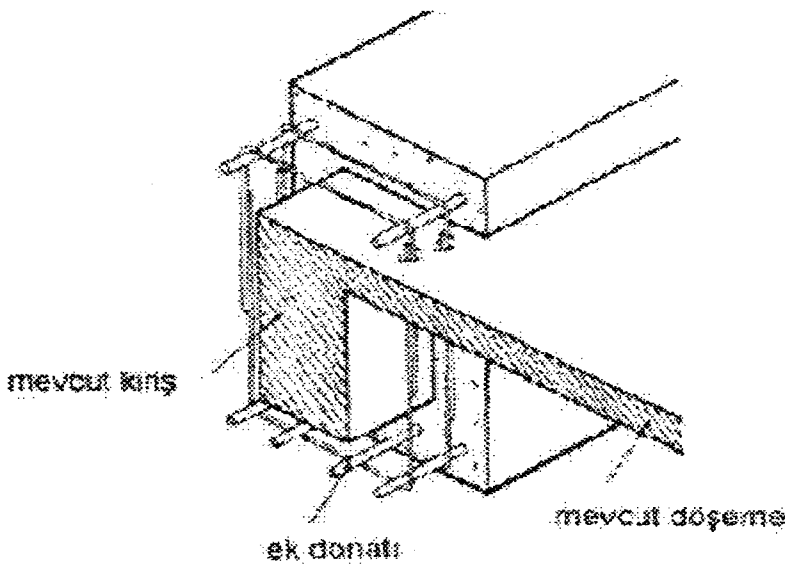


Şekil 4.3 Mantolanmış kiriş kesitleri

Hasar gören veya dayanım ve rijitliği yeterli olmayan kirişler güçlendirilirken kuvvetli kiriş-zayıf kolon türünden birleşim bölgesinin meydana getirilmemesine özen gösterilmelidir. Mevcut ve yeni betonun bütünleşmesini sağlamak amacıyla, mevcut betondaki beton örtü tabakasının kaldırılması ve yüzeyin temizlenmesi gerekir. Donatı düzeninde uygun kenetlenme, bırakılan uygun boylarla, kaynaklama ile veya kenetleme plakaları kullanılmasıyla sağlanmalıdır. Yeni donatılar döşemedeki deliklerden geçerek kirişi çevreleyen etriyelerle sarılmalıdır. Döşeme delikleri güçlendirme kirişine beton dökmek için de kullanılabilir. Güçlendirme için konulan donatılar, köşegen yönündeki çubuklarla veya çelik plakalarla mevcut donatılara bağlanmalıdır.

Hafif çatlaklı kirişler, epoksi veya çimento şerbeti enjeksiyonu ile onarılabilir. Betonun ezilmesi veya donatının kopması gibi hasarın ağır olduğu durumlarda, kirişin geçici olarak askıya alınması uygundur. Hasarlı yerel kısımlar, basınçlı su veya hava ile temizlenip, kopan veya burkulan donatıları kesilerek kaynakla eklendikten sonra betonlanması yoluyla onarılabilir.

Yeterli açıklık donatısına sahip olmayan kirişlerde alttan çelik şeritler veya lif takviyeli karbon levha yapıştırılarak ilgili çatlaklar onarılıp kiriş güçlendirilebilir. Lif takviyeli karbon levha uygulaması yan yüzlere de yapılarak, kayma donatısı eksikliği giderilebilir ve ilgili çatlaklar onarılabilir. Bu amaçla sıva tabakasının kaldırılması, alt ve yan yüzün pürüzlendirilmesi gerekir [3].

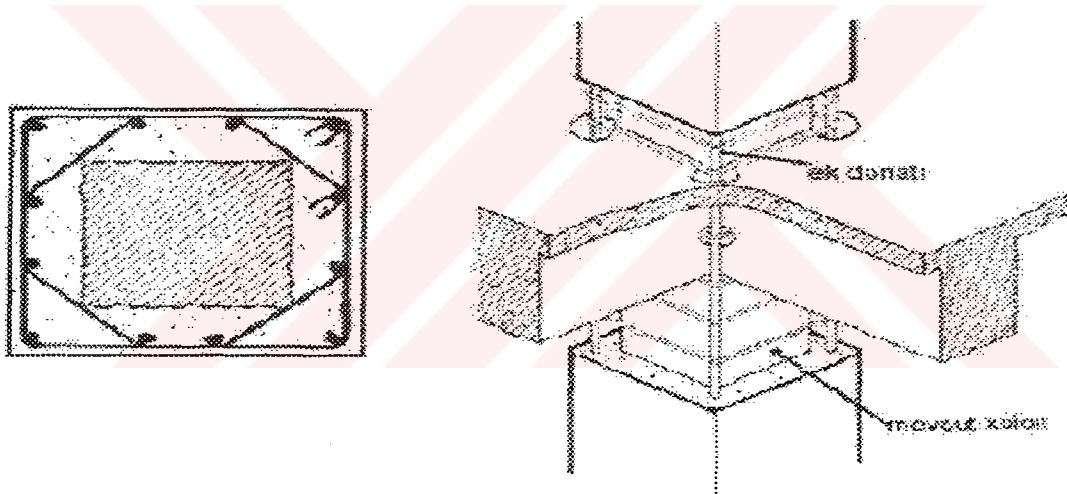


Şekil 4.4 Mevcut kirişin güçlendirilmesi

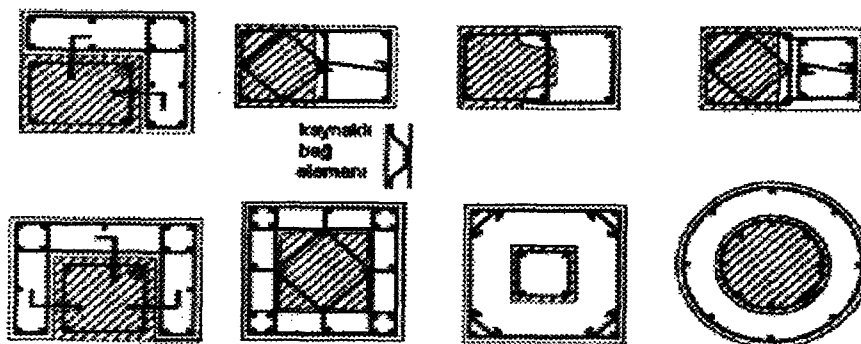
4.2.3. Kolonların Güçlendirilmesi

Burada amaç, kolonun eğilme ve kesme mukavemetlerinin artırılması ve sünekliğin iyileştirilmesidir. Kolonun eğilme mukavemeti beton kesit alanının büyütülmesi ve yeni boyuna donatılar ilave edilmesi suretiyle arttırılabilir. Kesme mukavemeti ve özellikle de süneklik etriyeler ve çelik kuşak ve şeritlerle sarmak ve sınırlamak suretiyle iyileştirilir [2].

Kolonun taşıma gücünün artırılması için yaygın olarak kullanılan bir yöntem kolonun mantolanmasıdır (Şekil 4.5). Mantolamada mevcut kolona, beton kesiti ve donatı eklenir. Mevcut ve yeni kolonun bütünleşmesini sağlamak için ara yüzün pürüzlendirilmesi gereklidir. Manto kalınlığının, betonlama sırasında boşluk kalmaması için, 100mm den az olmaması uygundur. Uygulamadaki duruma göre kolon bir, iki, üç ve dört tarafından mantolanabilir (Şekil 4.6) [3].



Şekil 4.5 Kolonun mantolama ile güçlendirilmesi

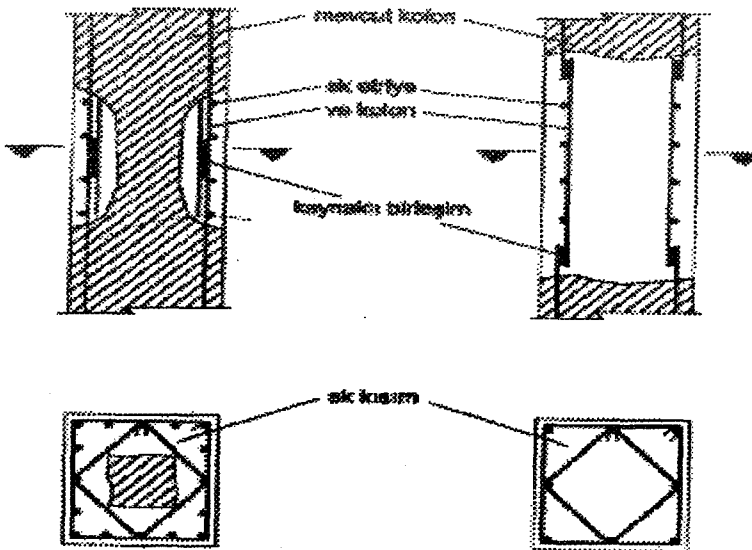


Şekil 4.6 Kolonun mantolama ile güçlendirilmesine örnekler

Ek kesitle mevcut kesitin aderansı, kesitin ilerideki bir depremde monolitik çalışması açısından son derece önemlidir. Donatı oranının sünekliği sağlaması için %1 mertebesinde olması istenir [1].

Ancak, tüm çevreyi kaplayan bir mantolama tercih edilmelidir. Tüm çevrenin mantolanmaması durumunda, mevcut kolonun boyuna donatısının ve etriyesinin meydana çıkarılarak, yeni etriyelerin bunlara doğrudan veya bir bağ parçası ile kaynaklanması gereklidir. Dört taraftan mantolamada yüz pürüzlendirilmesi genellikle yeterli olursa da, büyük etkiler söz konusu olduğunda beton örtü tabakasının kaldırılması uygun olur. Kolon mantolanması durumunda ek donatıların da basınç ve çekme kuvveti alabileceğini düşünerek, bunların kenetlenmesinin sağlanması ve manto gereken katlar arasında donatının sürekliliğinin sağlanması önemlidir. Kolonun normal ve kesme kuvvet kapasitelerinin artırılmasında, manto donatılarının döşemeyi delerek kiriş-kolon birleşim bölgesini geçmesine ihtiyaç olmayabilir. Ancak, bu durumda kolonun moment kapasitesi arttırılmadığı gibi birleşim bölgesi de güçlendirilmemiş olur.

Eğer, kolonda yerel olarak beton ezilmesi varsa, bu bölgenin temizlenmesi, pürüzlendirilmesi duruma göre etriye veya boyuna donatı ilave edilmesi uygundur. Beton dökülmeden, mevcut yüzeylerin suya doygun duruma getirilmesi, eski ve yeni betonun bütünleşmesini sağlar. Betonun sertleşmesinden sonra fazla olan kısımlar kazınır (Şekil 4.7) [3].



Şekil 4.7 Kolonun yeni donatı ile onarılması

Kolonlarda uygulanan mantolamanın etkinliği için çeşitli deneyler yapılmıştır. Bunlardan elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur [5].

Kolon yükünün askıya alınmadığı, güçlendirme ve onarım mantosunun yük altında yapıldığı durumlarda mantolanan elemanın taşıma gücü monolitik referans elemanlarının taşıma gücünün %50 mertebesinde dir. Aşağıda ise kolon yüklerinin askıya alınarak yapılan mantolamaya ilişkin sonuçlar verilmiştir. Aradaki etkinlik farkı dikkate alınarak kolon onarım ve güçlendirme uygulamalarında yükün askıya alınması görülmektedir.

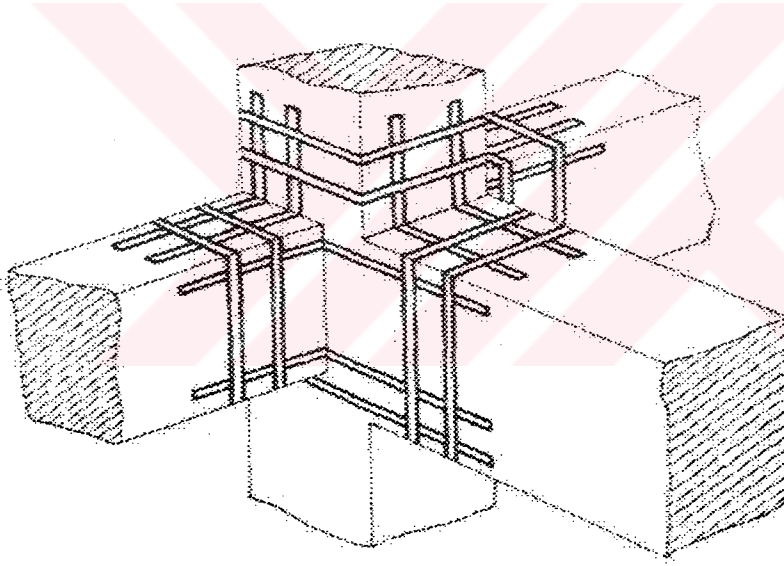
Güçlendirme mantoları (hasarsız) monolitik referans elemanlarının taşıma gücünün %90'ına ulaşabilmektedir. Onarım mantoları (hasarlı) için taşıma gücü hesaplanırken, monolitik olarak hesaplanan kapasitenin %80'inin alınması önerilebilir. Mantolanan kolonların deneyde gözlenen sünekliği yeterlidir. Ancak deney elemanlarının kesit boyutları küçük olduğundan süneklikle ilgili bir yargıya varmak zordur. Hasarsız olarak mantolanmış (güçlendirme) kolonun rijitliği, monolitik olarak hesaplanan rijitliğin %90'ıdır. Hasarlı olarak mantolanmış (onarım) kolonun rijitliği, monolitik olarak hesaplanan rijitliğin yaklaşık %70'idir.

4.2.4. Kolon-Kiriş Birleşim Bölgesinin Güçlendirilmesi

Depremde en fazla hasar gören kiriş-kolon birleşim bölgeleri, taşıyıcı sistemin en çok zorlanan ve güçlendirilmesi en zor olan kısımlarını oluşturur. Birleşim bölgesinde farklı doğrultudaki elemanlar birleşerek, kesit etkileri birbirleriyle dengelenir. Deprem yükleri altında bu bölgede kesme kuvveti dayanımının ve donatı kenetlenmelerinin yeterli olmaması en çok rastlanan hasar türlerini oluşturur. Ayrıca, büyük şiddetteki depremlerde birleşim bölgesine birleşen kesitlerde meydana gelen plastik mafsallar sonucu büyük dönmeler, donatıda aderans çözülmesi sonucu kaymalar ve geniş çatlaklar oluşabilir. Deprem etkisinde birleşim bölgesinin iki tarafındaki eğilme momentinin farklı işaretle olması, kiriş kesitinde zıt gerilme durumları doğmasına ve bunun sonucu donatının birleşim bölgesinden çekilip çıkarılmak istenmesine yol açar. Bu nedenle donatı kenetlenmelerine ve eklerine özen göstermek gerekir.

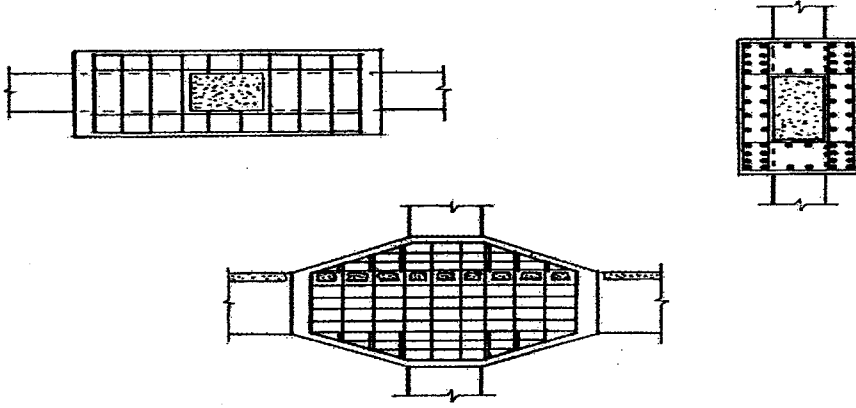
Hasarın daha da yaygın olması durumunda, kiriş-kolon birleşim bölgesi, çelik şeritler yapıştırılarak ve sarılarak güçlendirilebilir (Şekil 4.8). Bu suretle, kesitlerin eğilme momenti kapasiteleri artırılırken; sarılan şeritler, bu bölgede oluşturulan enine

basınca, betonun dolayısıyla elemanın sünekliği artırılır. İhtiyaç olduğunda süneklik artırımı için etriyeleri eksik olan kolon ve kiriş kesitlerinde sadece sargı şeritleri kullanılabilir. Uygulama için bölgedeki ezilen beton temizlenir, yüzeyler düzeltilir ve özel yapıştırıcılar kullanılarak boyuna çelik şeritler yapıştırılır. Yapışmanın tam olması için şeritlerin betona işkence aletleriyle bağlanması gerekebilir. Daha sonra sargı şeritleri sarılarak uçları birbirinin üzerine yeterli boyda gelecek şekilde yapıştırılır. Bu sırada kiriş sargı şeritlerinin, o bölgedeki döşeme kaplamasının kaldırılmasından ve döşemede delikler açıldıktan sonra uygulanabileceği unutulmamalıdır. Betonda enine basıncın yeterli şekilde oluşması için şeritlerin geniş (~50mm uygun genişlik) olması ve birbirlerine yakın (~0.20m uygun aralık) yerleştirilmesi gerekir. Bu tür uygulama özel özene ihtiyaç gösterir. Ayrıca uygulanan güçlendirme şeklinin basit bile olsa, deneyle kontrolü önemlidir. Bütün bu işlemlerden sonra, bölgenin sıvanması ve şeritlerin kapatılması gerekir [3].



Şekil 4.8 Kolon-kiriş birleşim bölgesinin çelik şeritler sarılarak güçlendirilmesi

Bu düğüm noktaları için güçlendirme yöntemlerinden biri betonarme mantolamadır (Şekil 4.9). Betonarme mantolamada düğümde birleşen elemanların birlikte çalışacak şekilde bütünleşmesi hem kolon hem de kirişlerin mantolanması ile sağlanmaktadır. Boyuna donatılar ve etriyeler bir iskelet oluşturacak şekilde birbirlerine bağlanmalı. Kolon ve kirişte düğüme yakın yerlerde ek etriyeler konulması düğüm noktasının ve birleşimin davranışını iyileştirir. Düğüm noktasındaki bu yatay ve düşey etriyeler kesme mukavemetini artırırlar [2].

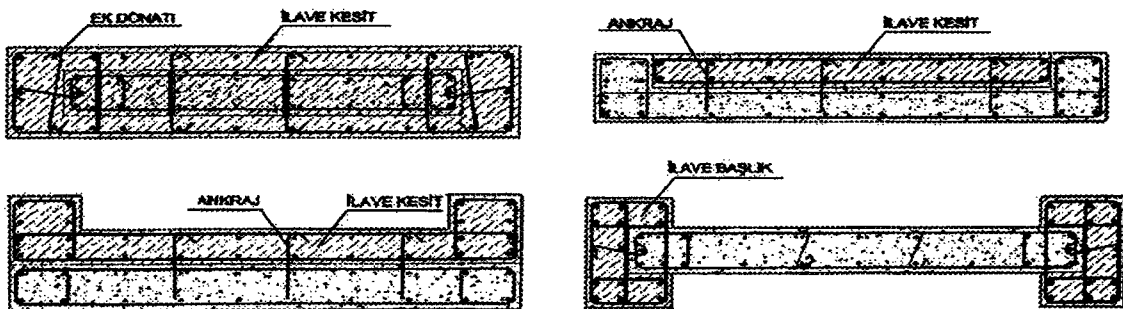


Şekil 4.9 Kolon-kiriş birleşim bölgesi mantolanması

4.2.5. Perdelerin Güçlendirilmesi

Perdeler, deprem yüklerinin karşılanmasında rijitlik ve dayanım bakımından önemlidir. Deprem yükü taşımak üzere düzenlenen perdelerde hasarlar, kayma ve eğilme taşıma gücünün yetersizliğinden veya büyük boşluklu perdelerde bağ kirişlerinin yetersizliğinden kaynaklanır. Perdelerin güçlendirilmesinde, eğer varsa pencere kapı gibi boşlukların doldurulması ile sağlanan ek taşıma gücü kapasitesi yeterli olabilir. Betonda ezilme olmadığı durumda epoksi enjeksiyonu perdeler için de yaygın olarak kullanılabilir. Ancak bütün çatlaklar doldurulmadığı için hasardan önceki rijitlik elde edilemez. Perdede beton ezilmesi veya donatı burkulması varsa, kolonlarda uygulanan onarım ve güçlendirme yöntemleri uygundur. Perdenin düşey yüzeyine çelik şeritler veya lif takviyeli levhalar yapıştırılarak kolay bir onarım ve güçlendirme yapılabilir. Bu işlemten önce çatlakların epoksi enjeksiyonunun yapılması ve yüzeyin temizlenmesi önemlidir.

Perdelerde kesme mukavemeti yetersizse perde kalınlığı artırılır, eğilme momenti mukavemeti yetersiz ise perdenin her iki ucuna başlık kısmı yapılır (Şekil 4.10) [3].



Şekil 4.10 Perde boyutlarının büyütülerek güçlendirilmesi

Perdelerin kalınlıklarının artırılmasında şunlara dikkat edilmelidir [2]:

Yeni malzemenin mukavemetleri mevcut perdedekilerden az olmamalıdır. İlave perde kalınlığı en az 5 cm, ilave başlık kalınlığı en az 10 cm olmalıdır. Hem yatay hem düşey donatının brüt beton alanına oranı 0.0025'ten az olmamalıdır. Perde uçlarında toplanmış olan düşey donatının alanı perdeyi kalınlaştırmak için yeni eklenen beton brüt alanının 0.0025 katından az olmamalıdır. Perde ucundaki etriye çapı 8 mm'den, aralıkları ise ilk iki katta 10 cm diğer katlarda 20 cm değerinden fazla olmamalıdır.

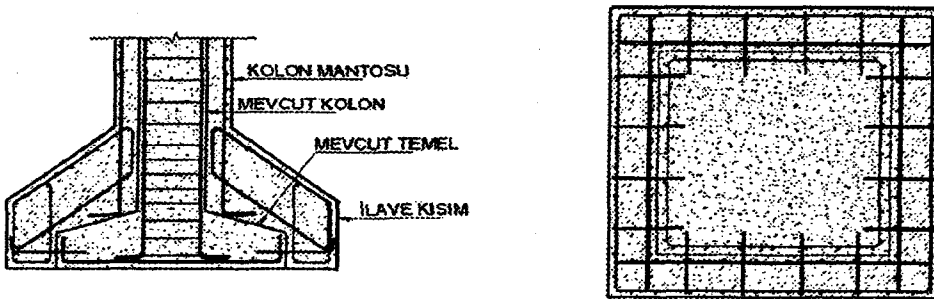
4.2.6. Temellerin Güçlendirilmesi

Temellerin onarım ve güçlendirmesi zor ve pahalı bir yöntemdir. Kötü zemin şartları nedeniyle aşırı çökmeler, aşırı deprem yüklemesi nedeniyle temel yapısında hasar, güçlendirme işleri sonucu ölü yükün artması, yönetmelik değişiklikleri veya takviye işleri nedeniyle deprem yüklerinin artması, ilave edilen katlar nedeniyle ilave temel yapısına gerek duyulması hallerinde temel güçlendirmesi uygulanır [3].

Temel yapılarının onarım ve güçlendirmesi, mevcut temel yapısını güçlendirerek, yeni temel yapısı ekleyerek veya temel altında daha iyi taşıma gücü için zemini iyileştirerek gerçekleştirilir. Mevcut temellerin güçlendirmesi temelin oturma alanını artırmak için temel boyutlarını büyütmeyi gerektirir.

Şekil 4.11'de mantolanarak güçlendirilmiş bir kolonun altındaki temelin takviyesi görülmektedir. Tabanda düzenlenen temel kuşağı önemlidir. Güçlendirilmiş üst kısımdaki eğik kuvvetleri zemine aktarmaya yarar. Bu nedenle uygun olarak eklenmiş kuşak donatısına, yeterli ve uygun etriye donatısına gereksinim vardır.

Yeni temellerin eklenmesi, yeni deprem perdelerinin veya benzer elemanların inşa edildiği binalarda zorunlu olur [2].



Şekil 4.11 Temel alt seviyesine inilmeden temelin güçlendirilmesi

4.3. Taşıyıcı Sistemin Yeni Elemanlarla Güçlendirilmesi

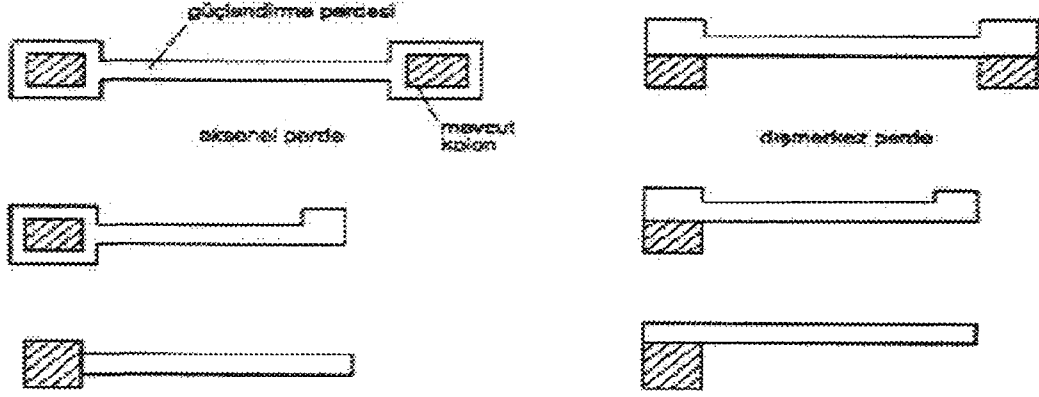
Mevcut yapının yanal yük dayanımı yeni yapı elemanlarının eklenmesiyle artırılabilir. Bu elemanlar uygun projelendirildiğinde deprem etkisinin büyük bir kısmına karşı koyarak, mevcut sistemin yükünü önemli ölçüde azaltırlar. Kullanılacak yeni taşıyıcı eleman, mevcut yapının taşıyıcı sistemine ve hasar durumuna bağlıdır. Yeni elemanlarla tüm sistemin deprem davranışının değişebileceği unutulmamalıdır. Yeni elemanlarla sistemin rijitliği arttırılacağı için, genellikle deprem kuvvetleri de artar ve etkiler sistemde değişik bir dağılımla ortaya çıkar. Yeni elemanların yapı içinde düzgün dağıtılmasıyla, etkilerin belirli bölgede yığılması ve istenmeyen burulma etkilerinin meydana gelmesi önlenmiş olur. Mevcut ve yeni elemanlar arasındaki kuvvet geçişinin ve bütünleşmesinin sağlanması için ara bölgelerin özenle ele alınması ve projelendirilmesi gerekir [3].

İlave elemanların yerleştirilmesinde yapı mimarisinin ve fonksiyonelliğinin bozulmamasına dikkat edilmelidir. Eğer mümkünse güçlendirme sırasında yapı ağırlığı azaltılarak yapıya gelecek deprem kuvvetinin azaltılması sağlanabilir. Taşıyıcı sistemin sünekliğini arttırmak için, yapıya eklenecek elemanlar sünek olarak düzenlenmelidirler [2].

4.3.1. Betonarme Perdelerle Güçlendirme

Yeni betonarme deprem perdelerinin ilavesi mevcut bir yapının deprem davranışını iyileştirmek bakımından en iyi güçlendirme yöntemidir (Şekil 4.12). Deprem perdelerinin en önemli özelliği, yüksek rijitliklerinden dolayı yanal ötelenmeleri kısıtlayarak ikinci mertbe etkileri minimum düzeyde tutarlar [2].

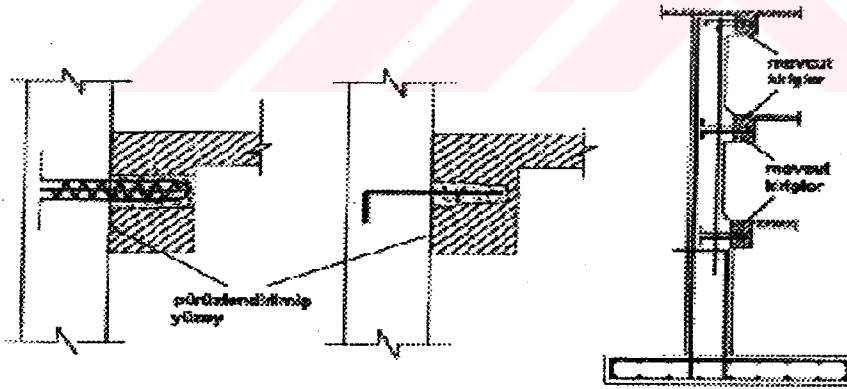
Perdelerin yerlerinin seçiminde, deprem yükleri altında ek burulma momenti meydana getirilmemesine ve kütle ve rijitlik merkezlerinin olabildiğince yaklaşmasına özen gösterilmelidir. Yeni perdelerin yerlerinin, mevcut perde ve kolon düzenine dikkat edilerek belirlenmesi gerekir. Perdenin iki kolon arasında bulunması tercih edilmelidir. Bazı durumlarda bir taraftan bir kolona birleşmesi kabul edilebilir. Hiçbir kolona bitişik olmayan doğrudan döşemeyi delip geçen perde döşeme arasında çok büyük gerilme yığılmaları oluşacağı için kabul edilmemelidir. Binanın dışına doğrudan kirişe bitişik yerleştirilen perde, de sistemde ek zorlamalar oluşturmaması bakımından tercih edilmeyebilir.



Şekil 4.12 Yapıya eklenebilecek değişik perde türleri

4.3.1.1. Dış Betonarme Perdeler

Bina dışına yerleştirilen cephe perdeleri, mimari fonksiyonları bozmaması ve bina dışından inşa edilebilmeleri bakımından tercih edilir. Ancak, bu durumda da binanın cephelerinde bulunan pencereler dolu perde yapımını önler ve perdenin boşluklu olarak ortaya çıkmasına sebep olur. Boşluklu perdeler dolu perdeler göre daha sünek olmasına karşılık inşası ve donatı detayları daha fazla özen ister. Binanın cephesinde balkon bulunması güçlendirme perdesinin düşey sürekliliğinin oluşturulmasında zorluklar çıkarır (Şekil 4.13).

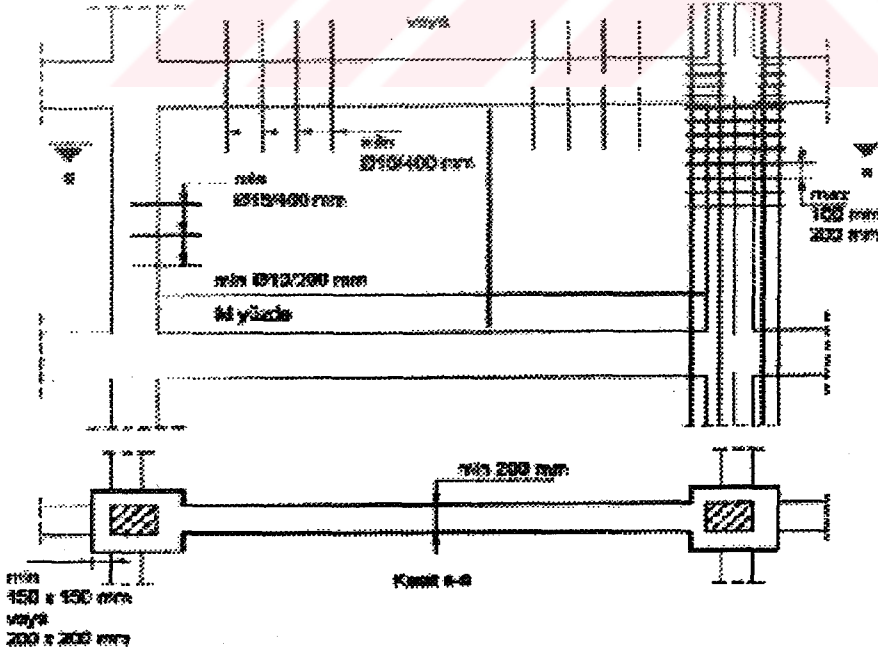


Şekil 4.13 Dış perdenin mevcut kirişlere bağlanması

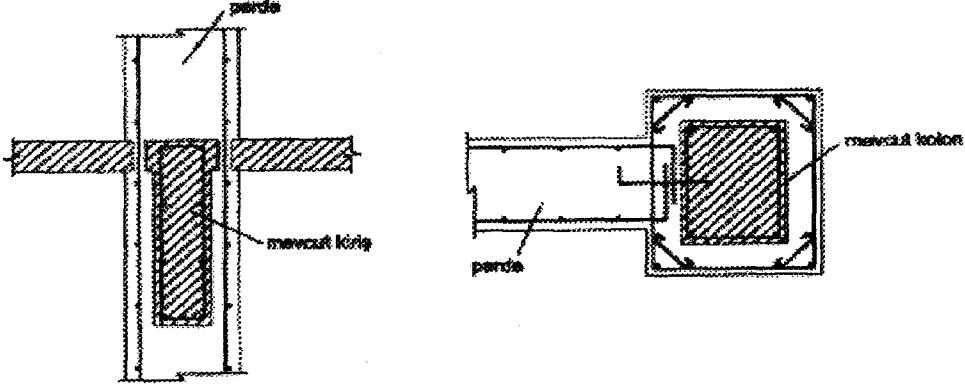
Binanın dışında kalan perdelerin mevcut kirişle ve kolonlarla bağlantılarının yapılarak sistemin bütünleşmesinin sağlanması önemlidir. Perdeye komşu kolonlar mantolanarak perde ile birleştirilirse, bütünleşme daha sağlıklı biçimde yapılabilir. Eğer böyle bir durum söz konusu olmazsa, kat seviyelerindeki kirişlere yapılacak bağlantılarla perdenin mevcut sistemle bütünleşmesi gerekir. Yeni perdenin temeli, mevcut temeller kullanılarak veya yeni temel eklenerek oluşturulabilir.

4.3.1.2. İç Betonarme Perdeler

İç perdeler planda binanın iç kısımlarında bulunurlar. Bunlar genellikle iki uçtaki kolonu mantolayarak onlarla bütünleşirler (Şekil 4.14). Bu durum perdenin mevcut sistemle bütünleşmesini sağlayacağı gibi, perdenin uçlarında meydana gelecek çekme kuvvetinin kolon basınç kuvvetini gözönüne alarak azaltılmasını da sağlar. Bunun yanında perde temelini düzenlenmesinde kolon basınç kuvvetinin olumlu katkısı hesaba katılmış olur. Kapı ve pencere boşluğunun bulunması durumunda perde bir uçtan komşu kolona bağlanırken, diğer taraftan perde için bir uç bölgesi oluşturulur. Her iki durumda da perde kat seviyelerinde döşemeyi başlık bölgelerinde deler, bu suretle başlık donatılarının sürekliliği sağlanır. Bunun yanında perde gövdesinde döşemede yer yer boşluklar açılarak, hem beton dökümü için kolaylık sağlanırken, bu boşluklara yerleştirilecek çapraz donatılarla perdenin katlar arası bütünleşmesi daha da rahatlatılmış olur (Şekil 4.15). Eğer perdenin bir ucu kolonu dört kenardan mantolayarak bağlanmıyor, sadece kolonun üç, iki veya bir kenarı ile birleşiyorsa, kolon ile perde arası bütünleşmeyi komşu kolon yüzeylerine belirli aralıklarla yerleştirilecek bağ (dikiş) donatıları ile sağlamak mümkün olur.



Şekil 4.14 Eksenel perde durumunda donatı düzeni



Şekil 4.15 Güçlendirme perdesinin mevcut kirişi sararak yükselmesi ve mevcut kolonu mantolayarak bütünleşmesi

4.3.1.3. Eksenel Betonarme Perdeler

Perdeler kolon ve kirişlerin oluşturduğu çerçeve gözlerindeki bölme duvarları perdeye dönüştürülerek, güçlendirme yapılabilir. Kolon ve kiriş eksenleri arasında kalan bu tür perdeler mimari düzeni en az rahatsız ettikleri için tercih edilirler. Yapının kiriş ve kolonlarındaki hasar az ise veya onarımla eski duruma getirilmişse, bölme duvarlarına taşıyıcılık kazandırılması, özellikle iki veya üç katlı yapılarda yeterli olabilir. Bina kat adedinin az olması nedeniyle bina deprem yükü yığma yapı davranışına yakın bir çalışma şekli ile karşılanır. Böyle bir durumda kat perdelerinin komşu kiriş ve kolonlarla bütünleşmesinin sağlanması önemlidir. Perdeye komşu kiriş ve kolonlar güçlendirme sisteminin bir parçası olduklarından, katlar arası kuvvet iletimin yapılabilmesi gerekir. Eğer bu elemanlarda önemli hasar varsa, beton veya donatılarından şüphe ediliyorsa, katlar arası kuvvet akışının sağlanması için tedbir alınması gerekir. Bu amaçla perde başlıklarının sürekliliğinin sağlanması için başlıklar genişletilebilir. Her durumda da kolon ve kirişler ile perde arasında kesme kuvvetinin iletilmesi için dikiş donatısı kullanılır. Bu amaçla dikiş donatıları epoksi ile kolon ve kirişe bağlanabildiği gibi, kaynaklı donatı birleşimi de kullanılabilir. Kirişlerle perdenin beraber çalışması da benzer şekilde sağlanabilir. Ancak, böyle bir değişiklikle, mevcut taşıyıcı elemanlardaki zorlamalar tamamen farklı değerler alabilir. Düşey yükler altında basınca çalışan bir kolon, deprem yükleri altında çekme kuvveti ile zorlanabilir. Çok katlı yapılarda eksenel perde uçlarda genişletilerek kolonu sarması öngörülerek, bu manto kısmından perde uç donatılarının sürekliliği kolayca sağlanabilir.

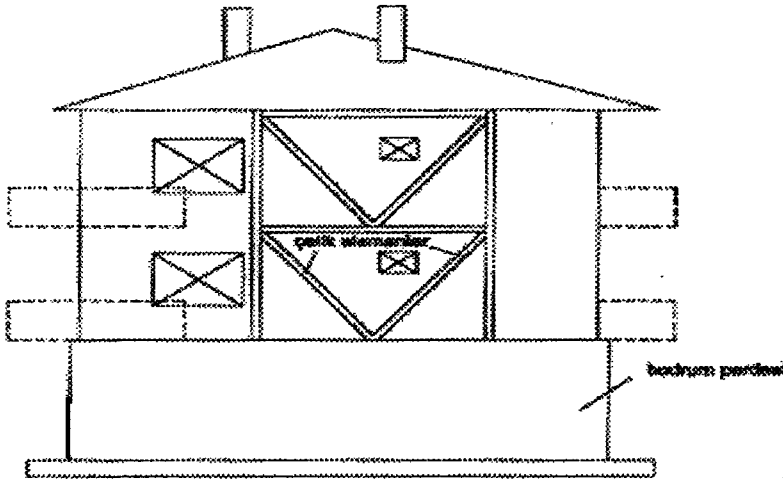
4.3.1.4. Dışmerkez Betonarme Perdeler

Bina yüksekliğinin artması ile büyüyen deprem kuvvetlerinin karşılanmasında güçlendirme perdesinde katlar arası sürekliliğin sağlanması daha önem kazanır. Bunun gibi, mevcut taşıyıcı sistemdeki kolon ve kirişlerin hasarlı olması veya kesit, donatı ve beton kalitesinde belirsizlikler bulunması, perdelerin kiriş eksenlerine göre dışmerkez olarak yerleştirilerek döşemedeki deliklerle sürekliliğin sağlanmasını gerektirebilir. Bu durumda da komşu kolonların perdelerle bütünleşecek şekilde mantolanması uygundur. Dışmerkez perde düzeninde perde başlarının donatıları devam ettirilerek, karlar arası perde sürekliliği sağlanabilir.

4.3.2. Çelik Çaprazlarla Güçlendirme

Betonarme yapılara perde duvar konulması yapının ağırlığını artırır. Bunun sonucunda yapıya etki eden yatay deprem yükleri de artar. Yapıya gelen deprem yüklerinin etkisini azaltmak, yapı ağırlığını arttırmadan rijitliğini ve sünekliğini arttırmak amacıyla, çerçeve boşlukları arasına çelik çerçeveler veya diyagonal elemanlar yerleştirilir. Çelik kafes sistemde kuvvetlerin kattan kata iletilebilmesi için kolona bitişik düşey çelik elemanların katlar arası sürekliliğinin sağlanması gerekir. Çelik elemanların rijitliklerinin betonarmeye göre düşük olması nedeniyle deprem yüklerinin taşınabilmesi için büyük kesitlere ihtiyaç duyulur [1].

En basit uygulama kiriş-kolon düzlemine yerleştirilecek çaprazlar yanında kolon ve kirişe bitişik konulacak çelik elemanlarla yapılabilir. Eksenel çelik çaprazlar yanında dış merkez çaprazlar da kullanılabilir (Şekil 4.16) [3].



Şekil 4.16 Çelik çaprazlarla güçlendirilmiş bina

5. BETONARME BİR YAPIDA GÜÇLENDİRME UYGULAMASI

5.1. Binanın Tanıtımı

Deprem güvenliği incelenecek ve gerektiğinde güçlendirilecek bina halihazırda konut olarak kullanılmakta olup ayırık nizamda serbest konumdadır. Zemin ve 7 normal kat olmak üzere toplam 8 kattan oluşmaktadır. Bina yerinde dökme betonarme elemanlar ve boşluklu tuğla duvarlardan teşkil edilmiştir. Çatı ahşap oturtma ve çatı örtüsü kiremittir.

Yapı genelde orta sayılabilecek malzeme ve işçilikte imal edilmiştir. Taşıyıcı sistem yerinde dökme betonarme perde ve çerçevelerden oluşmaktadır. Yapıda asansör perdesi dışında betonarme perde bulunmamaktadır. Yapıdaki tüm döşemeler plaktır. Kat yükseklikleri döşeme üst seviyeleri arasında tüm katlarda 2.85 m'dir. Yapı, 1975 deprem yönetmeliğine göre projelendirilmiştir. Buna göre yapıldığı tarihte bölge 3. derece deprem bölgesi kabul edilmekte olup, 1998 deprem yönetmeliğine göre 2. derece deprem bölgesinde bulunmaktadır. Deprem bölgesi değişikliği de güçlendirmeyi gerektiren bir sebep olabilir.

Çeşitli katlarda taşıyıcı elemanlarda gerçekleştirilen karot ve beton çekici çalışmaları sonunda beton sınıfı olarak BS 14 ($f_{ck} = 14$ MPa, $E_c = 26150$ MPa), beton çeliği sınıfı BÇ I ($f_{yk} = 220$ MPa, $E = 200000$ MPa) olarak belirlenmiştir.

Yapı, y eksenine göre simetriktir. Yerinde yapılan inceleme sonucu statik proje ile mevcut sistem arasında geometri ve boyutlar arasında fark görülmediği kabul edilmiştir. Yapıda bulunan tüm kirişler 20/60 boyutundadır.

Kolon boyutları Tablo 5.1'de ve mevcut yapının kat kalıp planları Şekil A.1'de verilmiştir.

Tablo 5.1 Mevcut yapı kolon boyutları

Kolon	1.2.3.4. katlar		5.6.7.8. katlar	
	bx (cm)	by (cm)	bx (cm)	by (cm)
S1 / S1s	30	70	25	60
S2/ S2s	30	70	25	60
S3	30	70	25	60
S4/ S4s	30	70	25	60
S5	30	70	25	60
S6/ S6s	30	70	25	60
S7/ S7s	30	70	25	60
S8/ S8s	30	70	25	60
S9/ S9s	30	70	25	60
S10/ S10s	30	70	25	60
S11/ S11s	30	70	25	60
S12/ S12s	30	70	25	60
S13/ S13s	70	30	60	25
SP 26	20	125	20	125
SP 27	20	125	20	125

5.2. Mevcut Yapının 1998 Deprem Yönetmeliğine Göre İncelenmesi

Yapı mevcut haliyle projesine uygun olarak SAP 2000 bilgisayar programı ile modellenmiş ve 1998 deprem yönetmeliği hükümlerine göre analiz edilerek sonuçlar değerlendirilmiştir. SAP 2000 yapı sistemlerinin statik ve dinamik analizini sonlu elemanlar kullanarak gerçekleştirir. Yapı, üç boyutlu olarak modellenmiş, kolonlar ve kirişler çubuk elemanlarla, perdeler kabuk elemanlarla temsil edilmiştir. Tüm çözümlerde temellerin yeter rijitlikte olduğu varsayılarak sistemin kolon ve perdelerinin tabanda ankastre olduğu kabul edilmiştir. Çözümlerde temel ayrıca göz önüne alınmıştır.

Tüm çözümlerde her kat, kendi düzlemi içinde üç serbestlik dereceli rijit diyafram olarak kabul edilmiştir. Her katın kütlesi hesaplanarak, yapının periyotlarının ve dinamik analiz hesabı için kat kütle merkezlerine yerleştirilmiştir.

Döşemenin zati ve hareketli yükleri, üçgen ve yamuk yayılı yükler, TS 500'deki bağıntılarla düzgün yayılı yüke çevrilmiş ve ilgili kirişlere yüklenmiştir. Duvar ağırlıkları da boşluklar düşülerek düzgün yayılı yük olarak ilgili kirişlere yüklenmiştir. Döşemelerde yük analizi sonucunda bulunan değerler Tablo 5.2'de gösterilmiştir.

Tablo 5.2 Döşeme yükleri

Kat	G (t/m ²)	Q (t/m ²)
Normal	0.47	0.20
Çatı	0.43	0.10

Binanın deprem hesabında eşdeğer deprem yükü yöntemi kullanılmıştır. Hesaplanan kat ağırlıkları ve kat kütleleri sistem modeline uygulanmış ve değerler Tablo 5.3’de verilmiştir.

Tablo 5.3 Yapı kat kütleleri

	Normal Kat	Çatı Katı
Taşıyıcı sistem ağırlığı	99.78 ton	68.30 ton
Döşeme ağırlığı	110.50 ton	99.10 ton
Duvar yükleri	55.26 ton	17.48 ton
Döşeme hareketli yükleri	49.32 ton	22.41 ton
Toplam (G+0.3Q)	280.00 ton	192.00 ton
Kat kütlesi	28.54 ts ² /m	19.57ts ² /m

SAP 2000 programında mevcut sistemin analiz edilmesi sonucunda mevcut yapının x ve y yönü doğal titreşim periyotları;

$$T_x = 0.864 \text{ s}$$

$$T_y = 0.657 \text{ s} \text{ bulunmuştur.}$$

x doğrultusu için ;

Deprem bölgesi : 2. Bölge ($A_0 = 0.30$)

Bina önem katsayısı (I) : 1

Yapıda yeterli etriye sıklaştırması yapılmaması, beton kalitesinin yönetmelikte öngörülen değerden düşük olması ve düğüm noktalarında etriyenin devamlılığının şüpheli olması nedenlerinden dolayı taşıyıcı sistem davranış katsayısı $R = 4$ seçilmiştir. Ayrıca yukarıdaki nedenlerden dolayı mevcut bina için çerçeveler süneklik düzeyi normal olarak ele alınmıştır.

Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R) : 4 (Deprem yüklerinin, çerçeveler ile boşluksuz ve/veya boşluklu perdeler tarafından taşındığı binalarda normal süneklik düzeyi için)

Yapı toplam ağırlığı (W) : 2152 ton

Doğal titreşim periyodu (T) : 0.864 s (x doğrultusunda öteleme modu)

Zemin sınıfı : Z3 ($T_A=0.15$ s , $T_B=0.60$ s)

$$S(T) = 2.5 (T_B / T)^{0.8} = 2.5 (0.60 / 0.864)^{0.8} = 1.87$$

$$R_a(T) = 4 (T_x > T_A)$$

$$A(T) = A_0 \cdot I \cdot S(T) = 0.30 \cdot 1 \cdot 1.87 = 0.561$$

$$V_t = W \cdot A(T) / R_a(T) = 2152 \cdot 0.561 / 4 = 301.82 \text{ ton}$$

Tablo 5.4 X doğrultusu eşdeğer deprem kuvvetleri

kat	hi (m)	Wi (t)	Wi*hi	Wi*hi/ΣWi*hi	Fix (t)
8	22,80	192	4377,60	0,16382	49,44
7	19,95	280	5586,00	0,20904	63,09
6	17,10	280	4788,00	0,17918	54,08
5	14,25	280	3990,00	0,14932	45,07
4	11,40	280	3192,00	0,11945	36,05
3	8,55	280	2394,00	0,08959	27,04
2	5,70	280	1596,00	0,05973	18,03
1	2,85	280	798,00	0,02986	9,01

y doğrultusu için ;

Deprem bölgesi : 2. Bölge ($A_0 = 0.30$)

Bina önem katsayısı (I) : 1

X doğrultusu eşdeğer deprem yükü hesabında açıklanan sebeplerden dolayı taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R) aşağıdaki gibi seçilmiştir.

Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R) : 4 (Deprem yüklerinin, çerçeveler ile boşluksuz ve/veya boşluklu perdeler tarafından taşındığı binalarda normal süneklik düzeyi için)

Yapı toplam ağırlığı (W) : 2152 ton

Doğal titreşim periyodu (T) : 0.657 s (y doğrultusunda öteleme modu)

Zemin sınıfı : Z3 ($T_A=0.15$ s , $T_B=0.60$ s)

$$S(T) = 2.5 (T_B / T)^{0.8} = 2.5 (0.60 / 0.657)^{0.8} = 2.32$$

$$R_a(T) = 4 (T_x > T_A)$$

$$A(T) = A_0 \cdot I \cdot S(T) = 0.30 \cdot 1 \cdot 2.32 = 0.696$$

$$V_t = W \cdot A(T) / R_a(T) = 2152 \cdot 0.696 / 4 = 374.45 \text{ ton}$$

Tablo 5.5 Y doğrultusu eşdeğer deprem kuvvetleri

kat	hi (m)	Wi (t)	Wi*hi	Wi*hi/ΣWi*hi	Fiy (t)
8	22,80	192	4377,60	0,16382	61,34
7	19,95	280	5586,00	0,20904	78,28
6	17,10	280	4788,00	0,17918	67,09
5	14,25	280	3990,00	0,14932	55,91
4	11,40	280	3192,00	0,11945	44,73
3	8,55	280	2394,00	0,08959	33,55
2	5,70	280	1596,00	0,05973	22,36
1	2,85	280	798,00	0,02986	11,18

Deprem yönetmeliği yapıların yatay yüklere göre hesabında kaydırılmış kütle merkezlerini kullanmayı öngörür. Kaydırılmış kütle merkezleri, kütle merkezinin göz önüne alınan deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyunun +%5 ve -%5 kadar kaydırılması ile belirlenir. (Faydalı kütlelerin düzgün yayılmaması sebebiyle)

Hesaplanan kat kesme kuvvetleri kat ağırlık merkezlerine %5 dışmerkezlik etkileri ile birlikte burulma momenti olarak uygulanmış ve SAP 2000 programı ile analiz edilmiştir.

Taşıyıcı sistemin hesabında kullanılacak, eşdeğer statik yükleme durumları için oluşturulan 25 adet yük kombinasyonu tanımlanmıştır. Bu kombinasyonlar ve açıklamaları Tablo 5.6'da verilmiştir.

Tablo 5.6 Çözümde kullanılan yük kombinasyonları

Kombinasyon	Açıklama	Kombinasyon	Açıklama
Comb 1	1.4G+1.6Q	Comb 14 - Comb 15	0.9G ± Ex
Comb 2 - Comb 3	G + Q ± Ex	Comb 16 - Comb 17	0.9G + Ex ±
Comb 4 - Comb 5	G + Q + Ex ±	Comb 18 - Comb 19	0.9G - Ex ±
Comb 6 - Comb 7	G + Q - Ex ±	Comb 20 - Comb 21	0.9G ± Ey
Comb 8 - Comb 9	G + Q ± Ey	Comb 22 - Comb 23	0.9G + Ey ±
Comb 10 - Comb 11	G + Q + Ey ±	Comb 24 - Comb 25	0.9G - Ey ±
Comb 12 - Comb 13	G + Q - Ey ±		

5.2.1. Planda ve Düşey Doğrultuda Düzensizlik Kontrolleri

Yapılan hesaplamalarda A2 (döşeme süreksizlikleri), A3 (planda çıkıntılar bulunması), A4 (taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmayışı), B1 (zayıf kat) ve B3 (taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği) düzensizlikleri yapıda tespit edilmemiştir.

5.2.1.1. Burulma Düzensizliği Kontrolü

Yapıda Tablo C.1’de görüldüğü üzere $G + Q + Ex \pm$ yüklemesinden dolayı 1. kat, 2. kat, 3. kat, 7.kat ve 8. katlarda $\eta_{bi} = (\Delta_i)_{\max} / (\Delta_i)_{\text{ort}} > 1.2$ durumu nedeniyle bu katlarda burulma düzensizliği mevcuttur.

5.2.1.2. Yumuşak Kat Düzensizliği Kontrolü

Yapıda Tablo C.2’de görüldüğü üzere $\eta_{ki} = (\Delta_i)_{\text{ort}} / (\Delta_{i+1})_{\text{ort}} > 1.5$ durumu hiçbir katta görülmemiştir.

Yapıda yumuşak kat düzensizliği mevcut değildir.

5.2.1.3. Göreli Kat Ötelemeleri Kontrolü

1998 deprem yönetmeliğine göre $(\Delta_i)_{\max} / h_i < 0.0035$ ve $(\Delta_i)_{\max} / h_i < 0.02 / R$ şartları sağlanmalıdır.

Tablo C.3’den de görülebileceği gibi bu şart mevcut durum için sağlanmaktadır.

5.2.2. İkinci Mertebe Etkileri Kontrolü

Göz önüne alınan deprem doğrultusunda her bir katta, ikinci mertebe gösterge değeri, θ_i ‘nin $\theta_i = (\Delta_i)_{\text{ort}} \Sigma W_i / V_i h_i < 0.12$ ile verilen koşulu sağlaması gerekir. Bu koşulun sağlanamaması durumunda taşıyıcı sistemin rijitliği yeterli ölçüde artırılarak deprem hesabı tekrarlanacaktır.

Tablo 5.7’den de görülebileceği gibi bu şart mevcut durum için sağlanmaktadır.

Tablo 5.7 Mevcut durum için ikinci mertebe etkileri**Ex+%5By Yükleme**

Kat	hi(m)	Δi ort(m)	Wi(t)	$\Sigma Wi(t)$	Fix(t)	Vi(t)	θ_i		Sonuç
8	2,85	0,00455	192	192	49,44	49,44	0,006199966	<0,12	Yeterli
7	2,85	0,00561	280	472	63,09	112,53	0,008248783	<0,12	Yeterli
6	2,85	0,00662	280	752	54,08	166,61	0,010483809	<0,12	Yeterli
5	2,85	0,00733	280	1032	45,07	211,68	0,012530267	<0,12	Yeterli
4	2,85	0,00698	280	1312	36,05	247,73	0,012961233	<0,12	Yeterli
3	2,85	0,00678	280	1592	27,04	274,77	0,013773060	<0,12	Yeterli
2	2,85	0,00593	280	1872	18,03	292,80	0,013291554	<0,12	Yeterli
1	2,85	0,00349	280	2152	9,01	301,82	0,008718851	<0,12	Yeterli

Ex-%5By Yükleme

Kat	hi(m)	Δi ort(m)	Wi(t)	$\Sigma Wi(t)$	Fix(t)	Vi(t)	θ_i		Sonuç
8	2,85	0,00471	192	192	49,44	49,44	0,006417987	<0,12	Yeterli
7	2,85	0,005715	280	472	63,09	112,53	0,008410668	<0,12	Yeterli
6	2,85	0,00666	280	752	54,08	166,61	0,010539237	<0,12	Yeterli
5	2,85	0,00732	280	1032	45,07	211,68	0,012521714	<0,12	Yeterli
4	2,85	0,00697	280	1312	36,05	247,73	0,012951942	<0,12	Yeterli
3	2,85	0,00672	280	1592	27,04	274,77	0,013661249	<0,12	Yeterli
2	2,85	0,00582	280	1872	18,03	292,80	0,013056007	<0,12	Yeterli
1	2,85	0,00341	280	2152	9,01	301,82	0,008531214	<0,12	Yeterli

Ey+%5Bx Yükleme

Kat	hi(m)	Δi ort(m)	Wi(t)	$\Sigma Wi(t)$	Fiy(t)	Vi(t)	θ_i		Sonuç
8	2,85	0,00273	192	192	61,34	61,34	0,002992810	<0,12	Yeterli
7	2,85	0,00358	280	472	78,28	139,62	0,004240684	<0,12	Yeterli
6	2,85	0,00445	280	752	67,09	206,71	0,005680277	<0,12	Yeterli
5	2,85	0,00517	280	1032	55,91	262,62	0,007121519	<0,12	Yeterli
4	2,85	0,00527	280	1312	44,73	307,35	0,007893380	<0,12	Yeterli
3	2,85	0,00521	280	1592	33,55	340,90	0,008537084	<0,12	Yeterli
2	2,85	0,00446	280	1872	22,36	363,26	0,008055379	<0,12	Yeterli
1	2,85	0,00233	280	2152	11,18	374,45	0,004688462	<0,12	Yeterli

Ey-%5Bx Yükleme

Kat	hi(m)	Δi ort(m)	Wi(t)	$\Sigma Wi(t)$	Fiy(t)	Vi(t)	θ_i		Sonuç
8	2,85	0,00273	192	192	61,34	61,34	0,002992810	<0,12	Yeterli
7	2,85	0,00358	280	472	78,28	139,62	0,004240684	<0,12	Yeterli
6	2,85	0,00445	280	752	67,09	206,71	0,005680277	<0,12	Yeterli
5	2,85	0,00517	280	1032	55,91	262,62	0,007121519	<0,12	Yeterli
4	2,85	0,00527	280	1312	44,73	307,35	0,007893380	<0,12	Yeterli
3	2,85	0,00521	280	1592	33,55	340,90	0,008537084	<0,12	Yeterli
2	2,85	0,00446	280	1872	22,36	363,26	0,008055379	<0,12	Yeterli
1	2,85	0,00233	280	2152	11,18	374,45	0,004688462	<0,12	Yeterli

5.2.3. Mevcut Durum İçin Kolon Kapasite Kontrolü

Mevcut sistemde zemin kat kolonlarının düşey yükten ($1.4G+1.6Q$) kaynaklanan normal kuvvete göre kontrolü Tablo D.1’de verilmiştir.

Yapı y eksenine göre simetrik olduğundan tabloda A ve D aksları arasında kalan kolonlar hesaba katılmıştır. Tablo incelendiğinde eksenel yükten dolayı toplam 10 kolonun, yani zemin kat kolonlarının %42’sinin kesitinin yetersiz olduğu ve birçok kolonun N_d / N_{lim} oranlarının 1’e yakın olduğu görülmektedir.

Zemin kat kolonların dışmerkezli deprem etkilerini de içeren maksimum normal kuvvetlere göre kontrolü Tablo D.2’ de verilmiştir. Tablo D.2 incelendiğinde zemin kat kolonlarının maksimum normal kuvvetten dolayı toplam 16 kolonun, yani kolonların %67’sinin kesitinin yetersiz olduğu görülmektedir.

Zemin kat kolonlarının her iki doğrultudaki deprem yüklemesi için, x yönü moment taşıma kapasiteleri Tablo D.3 ve y yönü moment taşıma kapasiteleri Tablo D.4 de verilmiştir.

Tablo D.3 incelendiğinde zemin kat kolonları ZK S3 ve ZK S13 dışındaki tüm kolonların x doğrultusu moment taşıma kapasiteleri aşılmıştır. Yine tabloda toplam x doğrultusu moment taşıma kapasitelerinin, yüklemeler sonucu gelen toplam momentleri karşılama oranı ($\Sigma M_{rx} / \Sigma M_{dx}$) = 0,78 olduğu görülmektedir.

Tablo D.4 incelendiğinde zemin kat kolonları ZK S3, ZK S7 ve ZK S8 dışındaki tüm kolonların y doğrultusu moment taşıma kapasiteleri aşılmıştır. Yine tabloda toplam y doğrultusu moment taşıma kapasitelerinin, yüklemeler sonucu gelen toplam momentleri karşılama oranı ($\Sigma M_{ry} / \Sigma M_{dy}$) = 0,61 olduğu görülmektedir.

Bu durumda kolonlar arasında yatay yükün paylaşımı bakımından bir kuvvet aktarımı olsa dahi hesap deprem yükünün binanın tüm kolonları tarafından karşılanma oranı yetersizdir.

Zemin kat kolonlarının kesme kuvveti kapasiteleri Tablo D.5’de verilmiştir. Tablodan da görülebileceği gibi zemin kat kolonlarının tümü kesme kuvveti kapasitesi bakımından yeterlidir.

5.2.4. Mevcut Durum İçin Perde Kapasite Kontrolü

1975 Deprem yönetmeliğine göre SP 26 ve SP 27 taşıyıcı elemanları perde olarak tanımlanmıştır. 1998 deprem yönetmeliğine göre ise perde; planda uzun kenarının kalınlığına oranı en az 7 olan taşıyıcı elemanlar olarak kabul edilir.

Zemin kat perdelerinin eksenel yük taşıma kapasiteleri Tablo E.1'de verilmiştir. Tablo incelendiğinde ZK P21, ZK P22, ZK P23, ZK P24 ve ZK P25 perdelerinde hesaplanan eksenel yük değeri, eksenel yük sınır değerini aşmaktadır.

Zemin kat perdelerinin x yönü moment taşıma kapasiteleri Tablo E.2'de verilmiştir. Tablo incelendiğinde ZK P21, ZK P22, ZK P23, ZK P24 ve ZK P25 perdelerinde hesaplanan x doğrultusu moment değeri, kesitin taşıyabileceği kapasite momenti sınır değerini aşmaktadır. Bu kesitlerde moment kapasitesi yetersizliği bulunmaktadır. Yine tabloda toplam x doğrultusu moment taşıma kapasitelerinin, yüklemeler sonucu gelen toplam momentleri karşılama oranı ($\Sigma M_{rx} / \Sigma M_{dx}$) = 0,60 olduğu görülmektedir.

Zemin kat perdelerinin y yönü moment taşıma kapasiteleri Tablo E.3'de verilmiştir. Tablo incelendiğinde ZK P21, ZK P22, ZK P23, ZK P24 ve ZK P25 perdelerinde hesaplanan y doğrultusu moment değeri, kesitin taşıyabileceği kapasite momenti sınır değerini aşmaktadır. Bu kesitlerde moment kapasitesi yetersizliği bulunmaktadır. Yine tabloda toplam y doğrultusu moment taşıma kapasitelerinin, yüklemeler sonucu gelen toplam momentleri karşılama oranı ($\Sigma M_{ry} / \Sigma M_{dy}$) = 0,56 olduğu görülmektedir.

Bu durumda taşıyıcı elemanlar arasında yatay yükün paylaşımı bakımından bir kuvvet aktarımı olsa dahi hesap deprem yükünün binanın perdeleri tarafından karşılanma oranı yetersizdir

Zemin kat perdelerinin kesme kuvveti kapasiteleri Tablo E.4'te verilmiştir. Tablo incelendiğinde kesme kuvveti kapasitesi açısından bir yetersizlik bulunmamaktadır.

5.2.5. Kirişlerin Kontrolü

Mevcut yapının projesi bulunmadığından kiriş donatıları SAP 2000 bilgisayar programından alınan donatılar ve donatı oranları olarak kullanılmıştır. Tablo F.1'de kiriş donatı ve donatı oranları verilmiştir. Veriler girilirken f_{yk} değeri 1.15 ile, f_{ck} değeri ise 1.5 katsayıları ile bölünerek girilmiştir.

5.2.6. Mevcut Durum Hesap Sonuçlarının İncelenmesi Ve Güçlendirme Sisteminin Tasarımı

Mevcut yapı bu haliyle incelendiğinde aşağıdaki durumlar tespit edilmiştir :

Yapıda Tablo C.1’de görüldüğü üzere $G + Q + Ex \pm$ yüklemesinden dolayı 1. kat, 2. kat, 3. kat, 7.kat ve 8. katlarda $\eta_{bi} = (\Delta_i)_{\max} / (\Delta_i)_{\text{ort}} > 1.2$ durumu nedeniyle bu katlarda burulma düzensizliği mevcuttur.

Eksenel yükten dolayı toplam 10 kolonun, yani zemin kat kolonlarının %42’sinin kesitinin yetersiz olduğu, maksimum normal kuvvetten dolayı ise toplam 16 kolonun, yani kolonların %67’sinin kesitinin yetersiz olduğu görülmektedir.

Zemin kat kolonları ZK S3 ve ZK S13 dışındaki tüm kolonların x doğrultusu moment taşıma kapasiteleri aşılmıştır. Yine zemin kat kolonları ZK S3, ZK S7 ve ZK S8 dışındaki tüm kolonların y yönü moment taşıma kapasiteleri aşılmıştır.

Zemin kat perdeleri ZK P21, ZK P22, ZK P23, ZK P24 ve ZK P25’de hesaplanan eksenel yük değeri, eksenel yük sınır değerini aşmaktadır.

ZK P21, ZK P22, ZK P23, ZK P24 ve ZK P25 perdelerinde hesaplanan x doğrultusu moment değeri, kesitin taşıyabileceği kapasite momenti sınır değerini aşmaktadır.

ZK P21, ZK P22, ZK P23, ZK P24 ve ZK P25 perdelerinde hesaplanan y doğrultusu moment değeri, kesitin taşıyabileceği kapasite momenti sınır değerini aşmaktadır.

Yukarıda sonuçlar ışığında kolon ve perdelerin dayanım açısından yetersiz olduğuna yapının takviyesine karar verilmiştir. Bunun için süneklik düzeyi yüksek yeni perde elemanların, bazı çerçeve gözlerinin betonarme malzemeye doldurularak, binaya yerleştirilmesine karar verilmiştir. Mevcut kolon ve kirişler süneklik düzeyi normal kabul edilmiş ve eklenen perdelerle karma taşıyıcı sistem oluşturulmuştur. Takviye perdelerinin burulma dayanımını artıracak, rijitlik merkezini kütle merkezine yaklaştıracak şekilde konumlandırılmasına dikkat edilmiştir. Takviye perdelerinin deprem yükünün önemli bir kısmını alacağı ve diğer taşıyıcı elemanları rahatlatacağı düşünülmüştür.

Takviye perdelerinin uç kısımlarında bulunan S1(s), S6(s), S4(s), S9(s), S10(s) ve S9 kolonları 10’ar cm mantolanarak perde ile birlikte ve uç bölgesi olarak çalışması sağlanmıştır. Güçlendirme malzemesi beton BS 20, donatı BÇ III kullanılmıştır.

5.3. Güçlendirmeye Başlangıç

SAP 2000 bilgisayar programında takviye perdeler çerçeve gözlerinin 20 cm' lik kabuk (shell) elemanlar ile doldurulması ile teşkil edilmiştir. Takviye perdelerin uçlarında kalan kolonlar manto boyutu dikkate alınarak kesitleri arttırılmış ve beton sınıfı değiştirilmiştir.

Deprem yüklerinin daha çok zemin kat kolonlarını zorlaması, deprem etkisinin üst katlara çıkıldıkça azalması, sonradan ilave edilen perdelerin inşasının zorluğu ve maliyet gibi sebeplerden dolayı takviye perdelerinin farklı kat yüksekliklerinde kesilmesi gibi bir güçlendirme seçeneği düşünülmesi çok önemlidir.

Bu bölümde takviye perdelerinin tüm bina yüksekliğince devam etmemesi durumu incelenmeye çalışılmış ve farklı perde yükseklikleri için yapı tekrar modellenip analiz yapılmıştır. Takviye perdelerin yükseklikleri her iki katta bir arttırılarak yapı periyodunun değişimi, taban kesme kuvvetlerinin paylaşımı ve momentlerin dağılımının nasıl değişim gösterdiği incelenmeye çalışılmış, perde üstünde kalan kolonlardaki kesme kuvveti ve moment kesit tesirlerinin değişimi analiz edilerek bulunan değerler tablolar ve grafikler yardımı ile sunulmaya çalışılmıştır.

Perdelerin tabanında oluşacak eğilme momentinin devrilme momentine oranı taşıyıcı sistem davranış katsayısının dolayısı ile hesap deprem yükünün değişmesine neden olacaktır. Dolayısıyla analizler arasında kıyaslama yapabilmek için tüm çözümlerde taşıyıcı sistem davranış katsayısı, $R=4$ alınarak deprem yükü sabit tutulmuş ve kat ağırlık merkezlerine uygulanmıştır. Aksi takdirde güçlendirilmiş durumda hesaplarda kullanılacak olan R artacaktır. Daha ileriki çalışmalarda takviye perdeleri süneklik düzeyi yüksek olarak ele alınan sistem karma taşıyıcı sistem olarak ele alınacaktır.

Tablo 5.8 Kullanılan analiz dosyaları ve karşı geline açıklamalar

Analiz Dosyası	Açıklama
MDR4	Mevcut durum
TDP2K	2. kata kadar takviye perdesi
TDP4K	4. kata kadar takviye perdesi
TDP6K	6. kata kadar takviye perdesi
TDP8K	8. kata kadar takviye perdesi

5.3.1. Farklı Perde Yüksekliklerine Bağlı Değişimler

Takviye perdelerinin farklı yükseklikleri için yapılan analizlerden elde edilen periyotlar ve değişimi Şekil G.2’de verilmiştir. Şekil incelendiğinde perde yüksekliği arttıkça, artan rijitliğe bağlı olarak periyotlar düşmektedir. Altıncı kattan sonra ilave edilen perdeler ile periyot bir miktar artmaktadır. Bu durumu güçlendirilen binada artan kütleyle bağlayabiliriz. Altıncı kata kadar perde ilavesinde rijitlik baskınken, altıncı kattan sonra ilave edilen perdeler ile kütle daha baskın bir hal almış ve periyotlar bir miktar artmıştır. Bu durumda takviye perdesinin alt katlarda ne kadar çok etkili olduğunu göstermektedir.

Yapıya ilave edilen takviye perdelerinde oluşan taban eğilme momenti değerleri ve bu değerlerin bina toplam devrilme momentine oranları şekil ve tablolar ile ortaya konmaya çalışılmıştır. X doğrultusu için taban eğilme momenti değerleri ve bu değerlerin bina toplam devrilme momentine oranları Şekil G.3’te, y doğrultusu için taban eğilme momenti değerleri ve bu değerlerin bina toplam devrilme momentine oranları Şekil G.4’te verilmiştir. Yine Tablo H.1’de perde taban momenti değişimi verilmiştir.

Tablo ve şekiller incelendiğinde x ve y doğrultuları için, perdelerin üst katlara kadar devam ettirilmesi halinde, aldıkları eğilme momentinde meydana getirdiği değişim gittikçe azalmaktadır. Perdenin yedinci ve sekizinci katlarda devam etmesi durumunda bir değişim olmamaktadır. Çünkü perdenin yüksekliğinin artırılması yapıdaki rijitliğini önemli oranda değiştirmemektedir. Binanın ilk bir veya iki katında perde konulmasının ne kadar önemli olduğu dikkat çekmektedir. Buradan da binalarda bodrum katı perdesinin bulunmasının ne kadar önemli olduğu anlaşılabılır.

Yapıya ilave edilen takviye perdelerinde oluşan taban kesme kuvveti değerleri ve bu değerlerin toplam taban kesme kuvvetine oranları şekil ve tablolar ile ortaya konmaya çalışılmıştır. X doğrultusu için taban kesme kuvveti değerleri ve bu değerlerin bina toplam taban kesme kuvvetine oranları Şekil G.5’te, y doğrultusu için taban kesme kuvveti değerleri ve bu değerlerin bina taban kesme kuvveti oranları Şekil G.6’da verilmiştir. Yine Tablo H.2’de perde taban kesme kuvveti değişimi verilmiştir.

Tablo ve şekiller incelendiğinde x ve y doğrultuları için, ilk iki kata kadar perde çıkıldığı durumda kesme kuvvetinin tamamına yakını perdeler tarafından karşılanmakta sonraki durumlar içinse bu oran giderek düşmektedir.

5.3.2. Perdelerin Farklı yüksekliklerde Çıkılması Durumunda Perde Üstünde Kalan Kolonlardaki Değişimler

Yukarıda çıkarılan sonuçlar ve katlara etkiyen deprem kuvvetlerinin üst katlara çıkıldıkça azalması takviye perdelerinin tüm yapı boyunca devam etmesinin gereksiz olduğunu düşündürebilir. Ancak yüksek eğilme rijitliğine sahip olan perdeler yüksek yük değerlerini karşılarlar. Dolayısıyla perdelerin farklı yüksekliklerde çıkılması halinde, perde üstlerinde kalacak kolonlardaki kesit tesirleri merak konusudur. Bu amaçla perde üstlerinde kalan kolonlarda moment, kesme kuvveti ve normal kuvvet değişimleri tablolar ile ortaya konmaya çalışılmıştır.

Tablo H.3 TP7 perdesi üzerinde kalan S9 kolonuna ait $(G+Q+Ex)$ yüklemesi için, Tablo H.4 TP7 perdesi üzerinde kalan S10 kolonuna ait $(G+Q+Ex)$ yüklemesi için, Tablo H.5 TP3 perdesi üzerinde kalan S6 kolonuna ait $(G+Q+Ex)$ yüklemesi için sırasıyla M_x momenti, kesme kuvveti, normal kuvvet değişimlerini vermektedir.

Tablo H.6 TP1 perdesi üzerinde kalan S1 kolonuna ait $(G+Q+Ey)$ yüklemesi için, Tablo H.7 TP7 perdesi üzerinde kalan S6 kolonuna ait $(G+Q+Ey)$ yüklemesi için, Tablo H.8 TP5 perdesi üzerinde kalan S4 kolonuna ait $(G+Q+Ey)$ yüklemesi için, Tablo H.9 TP9 perdesi üzerinde kalan S11 kolonuna ait $(G+Q+Ey)$ yüklemesi için sırasıyla M_y momenti, kesme kuvveti, normal kuvvet değişimlerini vermektedir.

Tablolar incelendiğinde, takviye perdelerinin eklenmesinden sonra perde üstünde kalan kolonların moment, kesme kuvveti ve normal kuvvet değerleri genel olarak azalmaktadır. Oysa ani rijitlik değişimi nedeniyle bu bölgelerde büyük kesit tesirleri beklenebilirdi. Ayrıca perde üzerinde kalan kolonlardaki kesit tesiri artış ve azalmaları bu elemanların ve perde ile komşuluğu bulunmayan diğer taşıyıcı elemanların perde doğrultusundaki rijitlikleri ile ilgilidir. Yine de ani rijitlik değişimini önlemek açısından, takviye perdesi üstünde kalan kolonların mantolanması (bir kat) tavsiye edilmektedir.

5.3.3. Gerekli Perde Yüksekliğinin Bulunması

Deprem yüklerinin daha çok zemin kat kolonlarını zorlaması, deprem etkisinin üst katlara çıkıldıkça azalması, sonradan ilave edilen perdelerin inşasının zorluğu ve maliyet gibi sebeplerden dolayı takviye perdelerinin farklı kat yüksekliklerinde kesilmesi gibi bir güçlendirme seçeneği düşünülmesi çok önemlidir.

Bu bölümde, bina güvenliği için yeterli yükseklikte olacağına inanılan perde yüksekliği tablolar yardımıyla hesaplanarak, sonuçlar ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu amaçla her iki katta bir çıkılan perdeler üzerinde kalan kolonlar ve ilave perdeler tarafından mantolanmamış zemin kat kolonları incelenmiştir. Bina y eksenine göre simetrik olduğundan yalnız A ve D eksenleri arasındaki kolonlar göz önüne alınmıştır. Sap 2000 bilgisayar programından, $G + Q \pm Ex$ ve $G + Q \pm Ey$ yüklemeleri için elde edilen moment ve normal kuvvet verileri ile yukarıda anlatılan kolonlar için kapasite hesabı yapılmıştır. Gerekli perde yüksekliğine ait yapılan çalışmalar Tablo H.10' da verilmiştir.

Tablolar incelendiğinde, takviye perdelerinin eklenmesinden sonra perde üstünde kalan kolonlarda ve diğer zemin kat kolonlarında belirgin bir rahatlama olmuştur. Özellikle ilk iki katta çıkılan takviye perdeleri ile kesitlerin moment ve normal kuvvet değerlerinde belirgin bir azalma görülmüştür. İkinci kattan sonra çıkılan perdelerle, moment ve normal kuvvet değerlerindeki azalış etkisini kaybederek devam etmektedir. İlk iki katta çıkılan takviye perdeli durumda, $G + Q \pm Ex$ yüklemesi için S4 ve S11 kolonlarında kapasite eksikliği görülmüştür. Dördüncü kata kadar çıkılan takviye perdeli durumda, yine $G + Q \pm Ex$ yüklemesi için S4 kolonunda kapasite eksikliği görülmüştür. Altıncı ve son kata kadar perde uygulanmasında ise elemanlarda herhangi bir kapasite eksikliği görülmemiştir. Sonuç olarak binada, güvenlik sınırları içinde altıncı kata kadar takviye perdesi çıkılması yeterli olacaktır. Yine de ani rijitlik değişimini önlemek açısından, takviye perdesi üstünde kalan kolonların mantolanması (bir kat) tavsiye edilmektedir.

5.4. Güçlendirilmiş Taşıyıcı Sistemin İncelenmesi

1998 deprem yönetmeliğinin getirmiş olduğu birçok yeni koşul, 1975 deprem yönetmeliği esas alınarak yapılmış yapıların yeni deprem yönetmeliğine göre tekrar deprem güvenliklerinin incelenme gerekliliğini getirir. Mevcut durum hesap sonuçlarının incelenmesi sonucu yapının ağırlığındaki artış da göz önüne alınarak güçlendirilmiş yapı eşdeğer deprem yükü yöntemi ile analiz edilmiştir. Yapının güçlendirilmiş durumu için kat ağırlıkları Tablo 5.9' da verilmiştir.

Tablo 5.9 Güçlendirilmiş yapı kat kütleleri

	Normal Kat	Çatı Katı
Taşıyıcı sistem ağırlığı	133.04 ton	85.66 ton
Döşeme ağırlığı	110.50 ton	99.10 ton
Duvar yükleri	55.26 ton	17.48 ton
Döşeme hareketli yükleri	49.32 ton	22.41 ton
Toplam (G+0.3Q)	313.60 ton	209.00 ton
Kat kütlesi	31.97 ts ² /m	21.30 ts ² /m

SAP 2000 programında mevcut sistemin analiz edilmesi sonucunda güçlendirilmiş yapının x ve y yönü doğal titreşim periyotları;

$T_x = 0.448$ s , $T_y = 0.312$ s bulunmuştur.

X doğrultusu için ;

Deprem bölgesi : 2. Bölge ($A_0 = 0.30$)

Bina önem katsayısı (I) : 1

Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R) : 4 (sonradan değiştirilmek üzere)

Yapı toplam ağırlığı (W) : 2404.2 ton

Doğal titreşim periyodu (T) : 0.448 s

Zemin sınıfı : Z3 ($T_A = 0.15$ s , $T_B = 0.60$ s)

$S(T) = 2.5$ ($T_A < T_x < T_B$)

$R_a(T) = 4$ ($T_x > T_A$)

$A(T) = A_0 \cdot I \cdot S(T) = 0.30 \cdot 1 \cdot 2.5 = 0.75$

$V_t = W \cdot A(T) / R_a(T) = 2404.2 \cdot 0.75 / 4 = 450.79$ ton

Tablo 5.10 X doğrultusu eşdeğer deprem kuvvetleri (R=4)

kat	hi (m)	Wi (t)	Wi*hi	Wi*hi/ΣWi*hi	Fix
8	22,80	209	4765,2	0,15995714	72,11
7	19,95	313,6	6256,32	0,21001071	94,67
6	17,10	313,6	5362,56	0,18000918	81,15
5	14,25	313,6	4468,8	0,15000765	67,62
4	11,40	313,6	3575,04	0,12000612	54,10
3	8,55	313,6	2681,28	0,09000459	40,57
2	5,70	313,6	1787,52	0,06000306	27,05
1	2,85	313,6	893,76	0,03000153	13,52

Y doğrultusu için ;

Deprem bölgesi : 2. Bölge ($A_0 = 0.30$)

Bina önem katsayısı (I) : 1

Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R) : 4 (sonradan değiştirilmek üzere)

Yapı toplam ağırlığı (W) : 2404.2 ton

Doğal titreşim periyodu (T) : 0.312 s

Zemin sınıfı : Z3 ($T_A=0.15$ s , $T_B=0.60$ s)

$S(T) = 2.5 (T_A < T_y < T_B)$

$R_a(T) = 4 (T_y > T_A)$

$A(T) = A_0 \cdot I \cdot S(T) = 0.30 \cdot 1 \cdot 2.5 = 0.75$

$V_t = W \cdot A(T) / R_a(T) = 2404.2 \cdot 0.75 / 4 = 450.79$ ton

Tablo 5.11 Y doğrultusu eşdeğer deprem kuvvetleri (R=4)

kat	hi (m)	Wi (t)	Wi*hi	Wi*hi/ΣWi*hi	Fiy
8	22,80	209	4765,2	0,15995714	72,11
7	19,95	313,6	6256,32	0,21001071	94,67
6	17,10	313,6	5362,56	0,18000918	81,15
5	14,25	313,6	4468,8	0,15000765	67,62
4	11,40	313,6	3575,04	0,12000612	54,10
3	8,55	313,6	2681,28	0,09000459	40,57
2	5,70	313,6	1787,52	0,06000306	27,05
1	2,85	313,6	893,76	0,03000153	13,52

5.4.1. Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R) Seçimi

Yapı yukarıda $R = 4$ alınarak analiz edilmiş ve binada x doğrultusu için $\alpha_m = 0.85$, y doğrultusu için $\alpha_m = 0.91$ olarak bulunmuştur. Takviye perdeleri ile güçlendirilmiş yapı karma sistem olarak ele alınacaktır. 1998 deprem yönetmeliğine göre, karma taşıyıcı sistemlerin hesabında çerçeveler ve perdeler bir arada gözönüne alınacak, ancak her bir deprem doğrultusunda mutlaka $\alpha_m \geq 0.40$ olacaktır. Ayrıca her iki deprem doğrultusunda da $\alpha_m \geq 2/3$ olması durumunda, deprem yüklerinin tamamının süneklik düzeyi yüksek perde tarafından taşındığı durum için verilen R katsayısı, taşıyıcı sistemin tümü için kullanılabilir öngörüsü yer alır.

Yukarıdaki şart sağlandığı takdirde taşıyıcı sistem davranış katsayısı $R = 7$ seçilmelidir. Eğer binamız yeni olsaydı bu doğru kabul edilebilirdi. Ancak mevcut çerçeve sistemi normal süneklikte olduğu için daha da azaltılması uygun olabilir. Bu sebepten dolayı taşıyıcı sistem davranış katsayısı $R = 6.25$ kabulü yapılarak bundan sonraki hesap aşamalarında kullanılacaktır.

x doğrultusu için ;

Deprem bölgesi : 2. Bölge ($A_0 = 0.30$)

Bina önem katsayısı (I) : 1

Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R) : 6.25

Yapı toplam ağırlığı (W) : 2404.2 ton

Doğal titreşim periyodu (T) : 0.448 s

Zemin sınıfı : Z3 ($T_A = 0.15$ s , $T_B = 0.60$ s)

$S(T) = 2.5$ ($T_A < T_x < T_B$)

$R_a(T) = 6.25$ ($T_x > T_A$)

$A(T) = A_0 \cdot I \cdot S(T) = 0.30 \cdot 1 \cdot 2.5 = 0.75$

$V_t = W \cdot A(T) / R_a(T) = 2404.2 \cdot 0.75 / 6.25 = 288.5$ ton

Tablo 5.12 X doğrultusu eşdeğer deprem kuvvetleri (R=6.25)

kat	hi (m)	Wi (t)	Wi*hi	Wi*hi/ΣWi*hi	Fix
8	22,80	209	4765,2	0,15995714	46,15
7	19,95	313,6	6256,32	0,21001071	60,59
6	17,10	313,6	5362,56	0,18000918	51,93
5	14,25	313,6	4468,8	0,15000765	43,28
4	11,40	313,6	3575,04	0,12000612	34,62
3	8,55	313,6	2681,28	0,09000459	25,97
2	5,70	313,6	1787,52	0,06000306	17,31
1	2,85	313,6	893,76	0,03000153	8,66

y doğrultusu için ;

Deprem bölgesi : 2. Bölge ($A_0 = 0.30$)

Bina önem katsayısı (I) : 1

Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R) : 6.25

Yapı toplam ağırlığı (W) : 2404.2 ton

Doğal titreşim periyodu (T) : 0.312 s

Zemin sınıfı : Z3 ($T_A=0.15$ s , $T_B=0.60$ s)

$S(T) = 2.5 (T_A < T_y < T_B)$

$R_a(T) = 4 (T_y > T_A)$

$A(T) = A_0 \cdot I \cdot S(T) = 0.30 \cdot 1 \cdot 2.5 = 0.75$

$V_t = W \cdot A(T) / R_a(T) = 2404.2 \cdot 0.75 / 6.25 = 288.5$ ton

Tablo 5.13 Y doğrultusu eşdeğer deprem kuvvetleri (R=6.25)

kat	hi (m)	Wi (t)	Wi*hi	Wi*hi/ΣWi*hi	Fiy
8	22,80	209	4765,2	0,15995714	46,15
7	19,95	313,6	6256,32	0,21001071	60,59
6	17,10	313,6	5362,56	0,18000918	51,93
5	14,25	313,6	4468,8	0,15000765	43,28
4	11,40	313,6	3575,04	0,12000612	34,62
3	8,55	313,6	2681,28	0,09000459	25,97
2	5,70	313,6	1787,52	0,06000306	17,31
1	2,85	313,6	893,76	0,03000153	8,66

5.4.2. Planda Ve Düşey Doğrultuda Düzensizlik Kontrolleri

Güçlendirilmiş durum için $R = 6.25$ alınarak hesaplanan eşdeğer deprem yüklerinin kat ağırlık merkezlerine dış merkezlikli etkilmesi ile bulunan sonuçlar aşağıda verilmiştir.

5.4.2.1. Burulma Düzensizliği Kontrolü

Yapıda Tablo K.1'de görüldüğü üzere $G + Q + E_y$ yüklemesinden dolayı tüm katlarda $\eta_{bi} = (\Delta_i)_{\max} / (\Delta_i)_{\text{ort}} > 1.2$ durumu nedeniyle bu katlarda burulma düzensizliği mevcuttur.

1998 Deprem Yönetmeliği'ne göre binanın herhangi bir i ' inci katında A1 türü düzensizliğin bulunması durumunda, $1.2 < \eta_{bi} < 2.0$ olmak koşulu ile bu kata uygulanan $\pm \%5$ ek dışmerkezlik, her iki deprem doğrultusu için D_i katsayısı ile çarpılarak büyütülecektir.

Bu amaçla ilgili yüklemeler için $\%5$ ek dışmerkezlik değerleri D_i katsayıları ile çarpılıp arttırılarak bina tekrar analiz edilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen değerler Tablo K.2'de verilmiştir.

5.4.2.2. Yumuşak Kat Düzensizliği Kontrolü

Yapıda Tablo K.3'de görüldüğü üzere $\eta_{ki} = (\Delta_i)_{\text{ort}} / (\Delta_{i+1})_{\text{ort}} > 1.5$ durumu hiçbir katta görülmemiştir.

Yapıda yumuşak kat düzensizliği mevcut değildir.

5.4.2.3. Göreli Kat Ötelemeleri Kontrolü

1998 deprem yönetmeliğine göre $(\Delta_i)_{\max} / h_i < 0.0035$ ve $(\Delta_i)_{\max} / h_i < 0.02 / R$ şartları sağlanmalıdır.

Tablo K.4'den de görülebileceği gibi bu şart güçlendirilmiş durum için sağlanmaktadır.

5.4.3. İkinci Mertebe Etkileri Kontrolü

Göz önüne alınan deprem doğrultusunda her bir katta, ikinci mertebe gösterge değeri, θ_i 'nin $\theta_i = (\Delta_i)_{\text{ort}} \Sigma W_i / V_i h_i < 0.12$ ile verilen koşulu sağlaması gerekir. Bu koşulun sağlanamaması durumunda taşıyıcı sistemin rijitliği yeterli ölçüde artırılarak

deprem hesabı tekrarlanacaktır. Tablo 5.14'den de görülebileceği gibi bu şart güçlendirilmiş durum için sağlanmaktadır.

Tablo 5.14 Güçlendirilmiş durum için ikinci mertebe etkileri

Ex+%5By Yükleme

Kat	hi(m)	Δi ort(m)	Wi(t)	$\sum Wi(t)$	Fix(t)	Vi(t)	θ_i		Sonuç
8	2,85	0,00170	192	192	49,44	49,44	0,002316471	<0,12	Yeterli
7	2,85	0,00178	280	472	63,09	112,53	0,002619596	<0,12	Yeterli
6	2,85	0,00182	280	752	54,08	166,61	0,002882256	<0,12	Yeterli
5	2,85	0,00179	280	1032	45,07	211,68	0,003062004	<0,12	Yeterli
4	2,85	0,00166	280	1312	36,05	247,73	0,003084681	<0,12	Yeterli
3	2,85	0,00144	280	1592	27,04	274,77	0,002927411	<0,12	Yeterli
2	2,85	0,00108	280	1872	18,03	292,80	0,002422764	<0,12	Yeterli
1	2,85	0,00055	280	2152	9,01	301,82	0,001376002	<0,12	Yeterli

Ex-%5By Yükleme

Kat	hi(m)	Δi ort(m)	Wi(t)	$\sum Wi(t)$	Fix(t)	Vi(t)	θ_i		Sonuç
8	2,85	0,00170	192	192	49,44	49,44	0,002316471	<0,12	Yeterli
7	2,85	0,00178	280	472	63,09	112,53	0,002612237	<0,12	Yeterli
6	2,85	0,00182	280	752	54,08	166,61	0,002874337	<0,12	Yeterli
5	2,85	0,00179	280	1032	45,07	211,68	0,003053451	<0,12	Yeterli
4	2,85	0,00165	280	1312	36,05	247,73	0,003066098	<0,12	Yeterli
3	2,85	0,00143	280	1592	27,04	274,77	0,002896917	<0,12	Yeterli
2	2,85	0,00107	280	1872	18,03	292,80	0,002400331	<0,12	Yeterli
1	2,85	0,00054	280	2152	9,01	301,82	0,001338475	<0,12	Yeterli

Ey+%5Bx Yükleme

Kat	hi(m)	Δi ort(m)	Wi(t)	$\sum Wi(t)$	Fiy(t)	Vi(t)	θ_i		Sonuç
8	2,85	0,00072	192	192	61,34	61,34	0,000785269	<0,12	Yeterli
7	2,85	0,00077	280	472	78,28	139,62	0,000913378	<0,12	Yeterli
6	2,85	0,00081	280	752	67,09	206,71	0,001033938	<0,12	Yeterli
5	2,85	0,00082	280	1032	55,91	262,62	0,001130619	<0,12	Yeterli
4	2,85	0,00078	280	1312	44,73	307,35	0,001160791	<0,12	Yeterli
3	2,85	0,00069	280	1592	33,55	340,90	0,001130631	<0,12	Yeterli
2	2,85	0,00055	280	1872	22,36	363,26	0,00098545	<0,12	Yeterli
1	2,85	0,00029	280	2152	11,18	374,45	0,000584797	<0,12	Yeterli

Ey-%5Bx Yükleme

Kat	hi(m)	Δi ort(m)	Wi(t)	$\sum Wi(t)$	Fiy(t)	Vi(t)	θ_i		Sonuç
8	2,85	0,00070	192	192	61,34	61,34	0,000768795	<0,12	Yeterli
7	2,85	0,00076	280	472	78,28	139,62	0,000895585	<0,12	Yeterli
6	2,85	0,00080	280	752	67,09	206,71	0,001021173	<0,12	Yeterli
5	2,85	0,00080	280	1032	55,91	262,62	0,001103043	<0,12	Yeterli
4	2,85	0,00076	280	1312	44,73	307,35	0,001130835	<0,12	Yeterli
3	2,85	0,00068	280	1592	33,55	340,90	0,001114245	<0,12	Yeterli
2	2,85	0,00054	280	1872	22,36	363,26	0,000967369	<0,12	Yeterli
1	2,85	0,00029	280	2152	11,18	374,45	0,000574715	<0,12	Yeterli

5.4.4. Güçlendirilmiş Durum İçin Kolon Kapasite Kontrolü

Güçlendirme işlemi sonucunda mantolanmamış kolonlarda yapılan maksimum normal kuvvete göre kontroller Tablo L.1' de verilmiştir. Tablo incelendiğinde güçlendirme işlemi sonrasında kolonlar üzerindeki etkiler azalmıştır. Zemin kat kolonlarının tümü maksimum normal kuvvete göre kapasiteleri yeterlidir.

Güçlendirme işlemi sonucunda mantolanmamış kolonlarda her iki deprem doğrultusunda yapılan moment taşıma kapasitesine göre kontroller, x doğrultusu için Tablo L.2'de, y doğrultusu için Tablo L.3'de verilmiştir. Tablolar incelendiğinde güçlendirme işlemi sonrasında kolonlar üzerindeki etkiler azalmıştır. Zemin kat kolonlarının tümü x ve y doğrultusunda moment taşıma kapasitesi açısından yeterlidir.

Güçlendirme işlemi sonucunda mantolanmamış kolonlarda yapılan kesme kuvvetine göre kontroller Tablo L.4' de verilmiştir. Tablo incelendiğinde güçlendirme işlemi sonrasında kolonlar üzerindeki etkiler azalmıştır. Zemin kat kolonlarının tümünün kapasiteleri kesme kuvveti açısından yeterlidir.

5.4.5. Güçlendirilmiş Durum İçin Perde Kapasite Kontrolü

Güçlendirme işlemi sonucunda mevcut perdelerde yapılan maksimum normal kuvvete göre kontroller Tablo M.1' de verilmiştir. Tablo incelendiğinde güçlendirme işlemi sonrasında yapının mevcut perdeleri üzerindeki etkiler azalmıştır. Zemin kat mevcut perdelerinin tümü maksimum normal kuvvete göre kapasiteleri yeterlidir.

Güçlendirme işlemi sonucunda yapının mevcut perdelerinde her iki deprem doğrultusunda yapılan moment taşıma kapasitesine göre kontroller, x doğrultusu için Tablo M.2'de, y doğrultusu için Tablo M.3'de verilmiştir. Tablolar incelendiğinde güçlendirme işlemi sonrasında mevcut perdeler üzerindeki etkiler azalmıştır. Zemin kat mevcut perdelerinin tümü x ve y doğrultusunda moment taşıma kapasitesi açısından yeterlidir.

Güçlendirme işlemi sonucunda mevcut perdelerde yapılan kesme kuvvetine göre kontroller Tablo M.4' de verilmiştir. Tablo incelendiğinde güçlendirme işlemi sonrasında mevcut perdeler üzerindeki etkiler azalmıştır. Zemin kat mevcut perdelerinin tümünün kapasiteleri kesme kuvveti açısından yeterlidir.

5.4.6. Kirişlerin Kontrolü

Mevcut yapının projesi bulunmadığından kiriş donatıları SAP 2000 bilgisayar programından alınan donatılar ve donatı oranları olarak kullanılmıştır. Tablo N.1’de kiriş donatı ve donatı oranları verilmiştir. Veriler girilirken f_{yk} değeri 1.15 ile, f_{ck} değeri ise 1.5 katsayıları ile bölünerek girilmiştir.

5.4.7. Takviye Perdelerinin Betonarme Hesabı

TP 1 Perdesi İçin Hesap

1. ve 2. Katlarda Hesap:

$$M = 779.52 \text{ tm (Comb 13)} \quad b_w = 20 \text{ cm} \quad L_w = 510 \text{ cm} \quad A_g = 1.56 \text{ m}^2$$

Momentin sadece donatıların oluşturduğu kuvvet çifti ile karşılandığı varsayımı ile

$$A_s = M_d / (f_{yd} * z) = 779.52 / (3.65 \text{ t/cm}^2 * 4.2 \text{ m}) = 50.85 \text{ cm}^2$$

z: moment kolu (perde başlık merkezleri arası mesafe) olarak bulunur. Çerçeve dolgusu ile perde yapıldığından donatılandırma için kuvvet çifti ile elde edilen değer kullanılacaktır. Perde başlık kolonlarındaki mevcut donatılar düşülüp kolondaki mevcut eksenel yükün katkısı da dikkate alınarak, gerekli ilave donatı miktarı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$i \text{ ucunda; } S6 (A_{s,mev} = 21.00 \text{ cm}^2), N_{G+Q} = 44.66 \text{ t}$$

$$j \text{ ucunda; } S1 (A_{s,mev} = 21.00 \text{ cm}^2), N_{G+Q} = 30.80 \text{ t}$$

$$A_{s,ilave} = 50.85 - 21.00 - 30.80 / 3.65 = 21.42 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,min,uç} = 0.002 * A_{ch} = 0.002 * 1.56 * 10^4 = 28.8 \text{ cm}^2$$

$$\text{Seçilen ilave donatı; } i \text{ ucunda } 18\phi 16 (36.18 \text{ cm}^2)$$

$$j \text{ ucunda } 16\phi 14 (24.64 \text{ cm}^2)$$

$$H_{cr} > L_w \text{ olması gerektiğinden kritik perde yüksekliği ; } H_{cr} = 2 * h_i = 2 * 2.85 = 5.7 \text{ m}$$

Kritik perde yüksekliği boyunca gerekli uç alanı ;

$$A_{uç} = 0.2 * b_w * l_w = 0.2 * 1.56 = 0.312 \text{ m}^2$$

Mantolanmış perde başlık kolonları için kontrol edilir ise;

$$i \text{ ucu alanı} = j \text{ ucu alanı } 90 * 50 = 4500 \text{ cm}^2 > 3120 \text{ cm}^2$$

Başlık kolonunda donatı oranı; i ucunda $\rho = (36.18 + 21.00) / 4500 = 0.0127$

j ucunda $\rho = (24.64 + 21.00) / 4500 = 0.0101$

Seçilen düşey gövde donatısı; $2*\phi 10/25$ ($6.32 \text{ cm}^2 / \text{m}$)

$$A_{s,düşey} = 26 * 0.79 = 20.54 \text{ cm}^2 > A_{s,düşey, min} = 0.0025 * 20 * 330 = 16.50 \text{ cm}^2$$

Seçilen yatay gövde donatısı; $2*\phi 10/25$ ($6.32 \text{ cm}^2 / \text{m}$)

$$V_w = (2 * 0.79 / 25) * 3.65 * 510 = 117.65 \text{ t} > V_d = 79.42 \text{ t}$$

$$A_{s,yatay} = 18 * 0.79 = 14.22 \text{ cm}^2 > A_{s,yatay, min} = 0.0025 * 20 * 225 = 11.25 \text{ cm}^2$$

Perde uç etriyesi ;

Seçilen yatay uç donatısı; $\phi 12/10$ (kritik perde yüksekliği boyunca)

$$A_{sh} \geq 0.075 * s.b_k * (f_{ck} / f_{yk}) \rightarrow A_{sh} = 0.075 * 10 * 50 * (200 / 4200) = 1.79 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 1.79 / 2 = 0.90 \text{ cm}^2 > \phi 12$$
 (1.13 cm^2)

Ankrajlar ise perdeye konan yatay ve düşey gövde donatılarına yakın olmak üzere;

$$2 * \phi 10/25$$
 ($6.32 \text{ cm}^2 / \text{m}$) $\rightarrow$ Seçilen $\phi 18/30$ (8.47 cm^2)

3. ve 4. Katlarda Hesap:

$$M = 435.89 \text{ tm} \quad A_s = 435.89 / (3.65 \text{ t/cm}^2 * 4.2 \text{ m}) = 28.44 \text{ cm}^2$$

i ucunda; S6 ($A_{s,mev} = 21.00 \text{ cm}^2$),

j ucunda; S1 ($A_{s,mev} = 21.00 \text{ cm}^2$),

$$A_{s,ilave} = 28.44 - 21.00 = 7.44 \text{ cm}^2$$

Seçilen ilave donatı; i ucunda $14\phi 14$ (21.56 cm^2)

j ucunda $14\phi 14$ (21.56 cm^2)

Seçilen düşey gövde donatısı; $2*\phi 10/25$ ($6.32 \text{ cm}^2 / \text{m}$)

Seçilen yatay gövde donatısı; $2*\phi 10/25$ ($6.32 \text{ cm}^2 / \text{m}$)

$$V_w = (2 * 0.79 / 25) * 3.65 * 510 = 117.65 \text{ t} > V_d = 76.73 \text{ t}$$

Seçilen yatay uç donatısı; $\phi 12/15$

Seçilen ankraj donatısı; $\phi 18/30$ (8.47 cm^2)

5. ve 6. Katlarda Hesap:

$$M = 435.89 \text{ tm (Comb 13)} \quad b_w = 20 \text{ cm} \quad L_w = 500 \text{ cm} \quad A_g = 1.40 \text{ m}^2$$

$$A_s = 435.89 / (3.65 \text{ t/cm}^2 * 4.2 \text{ m}) = 28.44 \text{ cm}^2$$

$$i \text{ ucunda; } S6 (A_{s,mev} = 15.00 \text{ cm}^2),$$

$$j \text{ ucunda; } S1 (A_{s,mev} = 15.00 \text{ cm}^2),$$

$$A_{s,ilave} = 28.44 - 15.00 = 13.44 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ min},u\text{ç}} = 0.001 * A_{ch} = 0.001 * 1.40 * 10^4 = 14 \text{ cm}^2$$

$$\text{Seçilen ilave donatı; } i \text{ ucunda } 14\phi 14 (21.56 \text{ cm}^2)$$

$$j \text{ ucunda } 14\phi 14 (21.56 \text{ cm}^2)$$

$$\text{Başlık kolonunda donatı oranı; } i \text{ ucunda } \rho = (21.56 + 15.00) / 3600 = 0.0102$$

$$j \text{ ucunda } \rho = (21.56 + 15.00) / 3600 = 0.0102$$

$$\text{Seçilen düşey gövde donatısı; } 2*\phi 10/25 (6.32 \text{ cm}^2 / \text{m})$$

$$A_{s,düşey} = 26 * 0.79 = 20.54 \text{ cm}^2 > A_{s,düşey, \text{min}} = 0.0025 * 20 * 340 = 17.00 \text{ cm}^2$$

$$\text{Seçilen yatay gövde donatısı; } 2*\phi 10/25 (6.32 \text{ cm}^2 / \text{m})$$

$$V_w = (2 * 0.79 / 25) * 3.65 * 500 = 115.34 \text{ t} > V_d = 76.73 \text{ t}$$

$$A_{s,yatay} = 18 * 0.79 = 14.22 \text{ cm}^2 > A_{s,yatay, \text{min}} = 0.0025 * 20 * 225 = 11.25 \text{ cm}^2$$

$$\text{Seçilen yatay uç donatısı; } \phi 12/15$$

$$\text{Seçilen ankraj donatısı; } \phi 18/30 (8.47 \text{ cm}^2)$$

7. ve 8. Katlarda Hesap:

$$M = 35.39 \text{ tm, } i \text{ ucunda; } S6 (A_{s,mev} = 15.00 \text{ cm}^2), j \text{ ucunda; } S1 (A_{s,mev} = 15.00 \text{ cm}^2),$$

Mevcut kolon donatıları yeterlidir ancak şartları sağlamak açısından;

$$\text{Seçilen ilave donatı; } i \text{ ve } j \text{ uçlarında } 14\phi 14 (21.56 \text{ cm}^2)$$

$$\text{Seçilen düşey gövde donatısı; } 2*\phi 10/25 (6.32 \text{ cm}^2 / \text{m})$$

$$\text{Seçilen yatay gövde donatısı; } 2*\phi 10/25 (6.32 \text{ cm}^2 / \text{m})$$

Seçilen yatay uç donatısı; $\phi 12/20$

Seçilen ankraj donatısı; $\phi 18/30$ (8.47 cm^2)

TP 3 ve TP 5 Perdeleri İçin Hesap

TP 3 ve TP 5 perdeleri sol uç bařlıđı mantolanmıř S6, sađ uç bařlıđı mantolanmıř S4 kolonları olan tek bir perde řeklinde dűřünűlműřtűr. TP 5 perdesinin karřıladıđı y dođrultusu momenti ileride yapılacak hesaplarda TP 9 perdesi tarafından karřılanacaktır.

1. ve 2. Katlarda Hesap:

$$M = 628.05 \text{ tm (Comb 5)} \quad b_w = 20 \text{ cm} \quad L_w = 487.5 \text{ cm} \quad A_g = 1.595 \text{ m}^2$$

Momentin sadece donatıların oluşturduğu kuvvet çifti ile karşılandığı varsayımı ile

$$A_s = M_d / (f_{yd} * z) = 628.05 / (3.65 \text{ t/cm}^2 * 2.82 \text{ m}) = 61.02 \text{ cm}^2$$

$$i \text{ ucunda; } S6 (A_{s,mev} = 57.18 \text{ cm}^2), \quad N_{G+Q} = 46.13 \text{ t}$$

$$j \text{ ucunda; } S4 (A_{s,mev} = 21,00 \text{ cm}^2), \quad N_{G+Q} = 49.36 \text{ t}$$

$$i \text{ ucunda : } A_{s,ilave} : 61.02 - 57.18 - 46.13/3.65 = -8.80 \text{ cm}^2 \text{ Mevcut donatı yeterlidir.}$$

$$j \text{ ucunda : } A_{s,ilave} : 61.02 - 21.00 - 49.36/3.65 = 26.50 \text{ cm}^2$$

$$\text{Seçilen ilave donatı; } j \text{ ucunda } 18\phi 16 (36.18 \text{ cm}^2)$$

$$A_{s \text{ min,uç}} = 0.002 * A_{ch} = 0.002 * 1.595 * 10^4 = 31.90 \text{ cm}^2$$

$$H_{cr} > L_w \text{ olması gerektiđinden kritik perde yűksekliđi ; } H_{cr} = 2 * h_i = 2 * 2.85 = 5.7 \text{ m}$$

Kritik perde yűksekliđi boyunca gerekli uç alanı;

$$A_{uç} = 0.2 . b_w . l_w = 0.319 \text{ m}^2$$

Mantolanmış perde başlık kolonları için kontrol edilir ise;

$$i = j \text{ ucu alanı } 90 * 50 = 4500 \text{ cm}^2 > 0.319 \text{ m}^2$$

$$\text{Başlık kolonlarında donatı oranı; } \rho = (57.18) / 4500 = 0.0127$$

$$\text{Seçilen dűřey gűvde donatısı; } 2 * \phi 10/25 (6.32 \text{ cm}^2 / \text{m})$$

$$A_{s,dűřey} = 30 * 0.79 = 23.70 \text{ cm}^2 > A_{s,dűřey, \text{ min}} = 0.0025 * 20 * 347.5 = 17.38 \text{ cm}^2$$

$$\text{Seçilen yatay gűvde donatısı; } 2 * \phi 10/25 (6.32 \text{ cm}^2 / \text{m})$$

$$V_w = (2 \cdot 0.79 / 25) \cdot 3.65 \cdot 487.5 = 112.46 \text{ t} > V_d = 67.71 \text{ t}$$

$$A_{s,yatay} = 18 \cdot 0.79 = 14.22 \text{ cm}^2 > A_{s,yatay, \min} = 0.0025 \cdot 20 \cdot 225 = 11.25 \text{ cm}^2$$

Perde uç etriyesi ;

Seçilen yatay uç donatısı; $\phi 12/10$ (kritik perde yüksekliği boyunca)

$$A_{sh} \geq 0.075 \cdot s \cdot b_k \cdot (f_{ck} / f_{yk}) \rightarrow A_{sh} = 0.075 \cdot 10 \cdot 50 \cdot (200 / 4200) = 1.79 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 1.79 / 2 = 0.90 \text{ cm}^2 > \phi 12 \text{ (} 1.13 \text{ cm}^2 \text{)}$$

Ankrajlar ise perdeye konan yatay ve düşey gövde donatılarına yakın olmak üzere;

$$2 \cdot \phi 10 / 25 \text{ (} 6.32 \text{ cm}^2 / \text{m} \text{)} \rightarrow \text{Seçilen } \phi 18 / 30 \text{ (} 8.47 \text{ cm}^2 \text{)}$$

3. ve 4. Katlarda Hesap:

$$M = 238.94 \text{ tm} \quad A_s = 238.94 / (3.65 \text{ t/cm}^2 \cdot 2.82 \text{ m}) = 23.22 \text{ cm}^2$$

i ucunda; S6 ($A_{s,mev} = 42.56 \text{ cm}^2$),

j ucunda; S4 ($A_{s,mev} = 21.00 \text{ cm}^2$)

$$A_{s,ilave} = 23.22 - 21.00 = 2.22 \text{ cm}^2$$

Seçilen ilave donatı; i ucunda mevcut donatı yeterlidir.

$$j \text{ ucunda } 14\phi 14 \text{ (} 21.56 \text{ cm}^2 \text{)}$$

Seçilen düşey gövde donatısı; $2 \cdot \phi 10 / 25 \text{ (} 6.32 \text{ cm}^2 / \text{m} \text{)}$

Seçilen yatay gövde donatısı; $2 \cdot \phi 10 / 25 \text{ (} 6.32 \text{ cm}^2 / \text{m} \text{)}$

$$V_w = (2 \cdot 0.79 / 25) \cdot 3.65 \cdot 487.5 = 112.46 \text{ t} > V_d = 67.71 \text{ t}$$

Seçilen yatay uç donatısı; $\phi 12/15$

Seçilen ankraj donatısı; $\phi 18/30 \text{ (} 8.47 \text{ cm}^2 \text{)}$

5. ve 6. Katlarda Hesap:

$$M = 238.94 \text{ tm (Comb 5)} \quad b_w = 20 \text{ cm} \quad L_w = 480 \text{ cm} \quad A_g = 1.43 \text{ m}^2$$

$$A_s = 238.94 / (3.65 \text{ t/cm}^2 \cdot 2.82 \text{ m}) = 23.22 \text{ cm}^2$$

i ucunda; S6 ($A_{s,mev} = 36.56 \text{ cm}^2$),

j ucunda; S4 ($A_{s,mev} = 15.00 \text{ cm}^2$)

TC YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

$$j \text{ ucunda } A_{s,ilave} = 23.22 - 15.00 = 8.22 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ min},u\text{ç}} = 0.001 * A_{ch} = 0.001 * 1.43 * 10^4 = 14.30 \text{ cm}^2$$

Seçilen ilave donatı; i ucunda mevcut donatı yeterlidir.

$$j \text{ ucunda } 14\phi 14 (21.56 \text{ cm}^2)$$

Başlık kolonlarında donatı oranı;

$$i \text{ ve } j \text{ ucunda } \rho = (21.56 + 15.00) / 3600 = 0.0102$$

Seçilen düşey gövde donatısı; $2*\phi 10/25 (6.32 \text{ cm}^2 / \text{m})$

$$A_{s,düşey} = 30 * 0.79 = 23.70 \text{ cm}^2 > A_{s \text{ düşey, min}} = 0.0025 * 20 * 355 = 17.75 \text{ cm}^2$$

Seçilen yatay gövde donatısı; $2*\phi 10/25 (6.32 \text{ cm}^2 / \text{m})$

$$V_w = (2 * 0.79 / 25) * 3.65 * 480 = 110.73 \text{ t} > V_d = 67.08 \text{ t}$$

$$A_{s,yatay} = 18 * 0.79 = 14.22 \text{ cm}^2 > A_{s \text{ yatay, min}} = 0.0025 * 20 * 225 = 11.25 \text{ cm}^2$$

Seçilen yatay uç donatısı; $\phi 12/15$

Seçilen ankraj donatısı; $\phi 18/30 (8.47 \text{ cm}^2)$

7. ve 8. Katlarda Hesap:

$$M = 36.27 \text{ tm}$$

$$i \text{ ucunda; } S6 (A_{s,mev} = 36.56 \text{ cm}^2)$$

$$j \text{ ucunda; } S4 (A_{s,mev} = 15.00 \text{ cm}^2),$$

Mevcut kolon donatıları yeterlidir ancak şartları sağlamak açısından;

Seçilen ilave donatı; i ucunda mevcut donatı yeterlidir.

$$j \text{ ucunda } 14\phi 14 (21.56 \text{ cm}^2)$$

Seçilen düşey gövde donatısı; $2*\phi 10/25 (6.32 \text{ cm}^2 / \text{m})$

Seçilen yatay gövde donatısı; $2*\phi 10/25 (6.32 \text{ cm}^2 / \text{m})$

Seçilen yatay uç donatısı; $\phi 12/20$

Seçilen ankraj donatısı; $\phi 18/30 (8.47 \text{ cm}^2)$

TP 7 Perdesi İçin Hesap

1. ve 2. Katlarda Hesap:

$$M = 602.14 \text{ tm (Comb 4)} \quad b_w = 20 \text{ cm} \quad L_w = 327.5 \text{ cm} \quad A_g = 1.355 \text{ m}^2$$

Momentin sadece donatıların oluşturduğu kuvvet çifti ile karşılandığı varsayımı ile

$$A_s = M_d / (f_{yd} \cdot z) = 602.14 / (3.65 \text{ t/cm}^2 \cdot 2.775 \text{ m}) = 59.5 \text{ cm}^2$$

$$i \text{ ucunda; } S9 (A_{s,mev} = 21.00 \text{ cm}^2), \quad N_{G+Q} = 63.63 \text{ t}$$

$$j \text{ ucunda; } S10 (A_{s,mev} = 21.00 \text{ cm}^2), \quad N_{G+Q} = 66.13 \text{ t}$$

$$i \text{ ve } j \text{ ucunda : } A_{s,ilave} : 59.5 - 21 - 63.63/3.65 = 21.07 \text{ cm}^2$$

$$\text{Seçilen ilave donatı her iki uçta : } 16\phi 14 (24.64 \text{ cm}^2)$$

$$A_{s \text{ min,uç}} = 0.002 \cdot A_{ch} = 0.002 \cdot 1.355 \cdot 10^4 = 27.1 \text{ cm}^2$$

$$H_{cr} > L_w \text{ olması gerektiğinden kritik perde yüksekliği ; } H_{cr} = 2 \cdot h_i = 2 \cdot 2.85 = 5.7 \text{ m}$$

Kritik perde yüksekliği boyunca gerekli uç alanı ;

$$A_{uç} = 0.2 \cdot b_w \cdot l_w = 0.271 \text{ m}^2$$

Mantolanmış perde başlık kolonları için kontrol edilir ise;

$$i \text{ ucu} = j \text{ ucu alanı } 90 \cdot 50 = 4500 \text{ cm}^2 > 2710 \text{ cm}^2$$

$$i \text{ ve } j \text{ ucunda donatı oranı; } \rho = (24.64 + 21.00) / 4500 = 0.0101$$

$$\text{Seçilen düşey gövde donatısı; } 2 \cdot \phi 10/25 (6.32 \text{ cm}^2 / \text{m})$$

$$A_{s,düşey} = 20 \cdot 0.79 = 15.80 \text{ cm}^2 > A_{s,düşey, \text{min}} = 0.0025 \cdot 20 \cdot 227.5 = 11.38 \text{ cm}^2$$

$$\text{Seçilen yatay gövde donatısı; } 2 \cdot \phi 10/25 (6.32 \text{ cm}^2 / \text{m})$$

$$V_w = (2 \cdot 0.79/25) \cdot 3.65 \cdot 327.5 = 75.55 > V_d = 64.22 \text{ t}$$

$$A_{s,yatay} = 18 \cdot 0.79 = 14.22 \text{ cm}^2 > A_{s,yatay, \text{min}} = 0.0025 \cdot 20 \cdot 225 = 11.25 \text{ cm}^2$$

Perde uç etriyesi ;

Seçilen yatay uç donatısı; $\phi 12/10$ (kritik perde yüksekliği boyunca)

$$A_{sh} \geq 0.075 \cdot s \cdot b_k \cdot (f_{ck}/f_{ywk}) \rightarrow A_{sh} = 0.075 \cdot 10 \cdot 50 \cdot (200/4200) = 1.79 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 1.79/2 = 0.90 \text{ cm}^2 > \phi 12 (1.13 \text{ cm}^2)$$

Ankrajlar ise perdeye konan yatay ve düşey gövde donatılarına yakın olmak üzere;

$$2*\phi 10/25 \text{ (6,32 cm}^2 \text{ / m)} \rightarrow \text{Seçilen } \phi 18/30 \text{ (8.47 cm}^2 \text{)}$$

3. ve 4. Katlarda Hesap:

$$M = 286.34 \text{ tm} \quad A_s = 286.34 / (3.65 \text{ t/cm}^2 * 2.775 \text{ m}) = 28.3 \text{ cm}^2$$

$$i \text{ ucunda; } S9 \text{ (} A_{s,mev} = 21.00 \text{ cm}^2 \text{)},$$

$$j \text{ ucunda; } S10 \text{ (} A_{s,mev} = 21.00 \text{ cm}^2 \text{)},$$

$$A_{s,ilave} = 28.3 - 21.00 = 7.30 \text{ cm}^2$$

$$\text{Seçilen ilave donatı; } i \text{ ve } j \text{ ucunda } 14\phi 14 \text{ (21.56 cm}^2 \text{)}$$

$$\text{Seçilen düşey gövde donatısı; } 2*\phi 10/25 \text{ (6.32 cm}^2 \text{ / m)}$$

$$\text{Seçilen yatay gövde donatısı; } 2*\phi 10/25 \text{ (6.32 cm}^2 \text{ / m)}$$

$$V_w = (2*0.79/25)*3.65*327.5 = 75.55 > V_d = 42.31 \text{ t}$$

$$\text{Seçilen yatay uç donatısı; } \phi 12/15$$

$$\text{Seçilen ankraj donatısı; } \phi 18/30 \text{ (8.47 cm}^2 \text{)}$$

5. ve 6. Katlarda Hesap:

$$M = 286.34 \text{ tm (Comb 4)} \quad b_w = 20 \text{ cm} \quad L_w = 322.5 \text{ cm} \quad A_g = 1.185 \text{ m}^2$$

$$A_s = 286.34 / (3.65 \text{ t/cm}^2 * 2.775 \text{ m}) = 28.30 \text{ cm}^2$$

$$i \text{ ucunda; } S9 \text{ (} A_{s,mev} = 15.00 \text{ cm}^2 \text{)},$$

$$j \text{ ucunda; } S10 \text{ (} A_{s,mev} = 15.00 \text{ cm}^2 \text{)},$$

$$A_{s,ilave} = 28.3 - 15.00 = 13.30 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ min,uç}} = 0.001 * A_{ch} = 0.001 * 1.185 * 10^4 = 11.85 \text{ cm}^2$$

$$\text{Seçilen ilave donatı; } i \text{ ve } j \text{ ucunda } 14\phi 14 \text{ (21.56 cm}^2 \text{)}$$

Başlık kolonlarında donatı oranı;

$$i \text{ ve } j \text{ ucunda } \rho = (21.56 + 15.00) / 3600 = 0.0102$$

$$\text{Seçilen düşey gövde donatısı; } 2*\phi 10/25 \text{ (6.32 cm}^2 \text{ / m)}$$

$$A_{s,düşey} = 20*0.79 = 15.80 \text{ cm}^2 > A_{s \text{ düşey, min}} = 0.0025*20*232.5 = 11.63 \text{ cm}^2$$

Seçilen yatay gövde donatısı; $2*\phi 10/25$ ($6.32 \text{ cm}^2 / \text{m}$)

$$V_w = (2*0.79/25)*3.65*322.5 = 74.39 \text{ t} > V_d = 42.31 \text{ t}$$

$$A_{s,yatay} = 18*0.79 = 14.22 \text{ cm}^2 > A_{s,yatay, \min} = 0.0025*20*225 = 11.25 \text{ cm}^2$$

Seçilen yatay uç donatısı; $\phi 12/15$

Seçilen ankraj donatısı; $\phi 18/30$ (8.47 cm^2)

7. ve 8. Katlarda Hesap:

$$M = 10.02 \text{ tm}$$

Mevcut kolon donatıları yeterlidir ancak şartları sağlamak açısından;

Seçilen ilave donatı : i ve j ucunda $14\phi 14$ (21.56 cm^2)

Seçilen düşey gövde donatısı; $2*\phi 10/25$ ($6.32 \text{ cm}^2 / \text{m}$)

Seçilen yatay gövde donatısı; $2*\phi 10/25$ ($6.32 \text{ cm}^2 / \text{m}$)

Seçilen yatay uç donatısı; $\phi 12/20$

Seçilen ankraj donatısı; $\phi 18/30$ (8.47 cm^2)

TP 9 Perdesi İçin Hesap

1. ve 2. Katlarda Hesap:

$$M = 660.65 + 2*91.84 \text{ (TP5 perdesinin y doğrultusu momenti)} = 844.33 \text{ tm}$$

$$b_w = 20 \text{ cm} \quad L_w = 635 \text{ cm} \quad A_g = 1.80 \text{ m}^2$$

TP 9 perdesinin j ucu başlığı mevcut perdenin bir kısmı kabul edilmiştir.

Momentin sadece donatıların oluşturduğu kuvvet çifti ile karşılandığı varsayımı ile

$$A_s = M_d / (f_{yd} * z) = 844.33 / (3.65 \text{ t/cm}^2 * 4.80) = 48.20 \text{ cm}^2$$

$$i \text{ ucunda; } S_{11} (A_{s,mev} = 21.00 \text{ cm}^2), N_{G+Q} = 59.82 \text{ t}$$

$$i \text{ ucunda : } A_{s,ilave} : 48.20 - 21.00 - 59.82/3.65 = 10.81 \text{ cm}^2$$

i ucunda seçilen donatı : $14\phi 14$ (21.56 cm^2)

$$A_{s \min, uç} = 0.002 * A_{ch} = 0.002 * 1.80 * 10^4 = 36.00 \text{ cm}^2$$

$$H_{cr} > L_w \text{ olması gerektiğinden kritik perde ysekliėi ; } H_{cr} = 2*h_i = 2*2.85 = 5.7 \text{ m}$$

Kritik perde yüksekliği boyunca gerekli uç alanı ;

$$A_{uç} = 0.2.b_w.l_w = 0.36 \text{ m}^2$$

Mantolanmış perde başlık kolonu için kontrol edilir ise;

$$i \text{ ucu alanı } 90*50 = 4500 \text{ cm}^2 > 3600 \text{ cm}^2$$

$$\text{Başlık kolonunda donatı oranı; } \rho = (42.56) / 4500 = 0.0095$$

Seçilen düşey gövde donatısı; $2*\phi 10/25$ ($6.32 \text{ cm}^2 / \text{m}$)

$$A_{s,düşey} = 26*0.79 = 20.54 \text{ cm}^2 > A_{s,düşey, \min} = 0.0025*20*345 = 17.25 \text{ cm}^2$$

Seçilen yatay gövde donatısı; $2*\phi 10/25$ ($6.32 \text{ cm}^2 / \text{m}$)

$$V_w = (2*0.79/25)*3.65*635 = 146.48 \text{ t} > V_d = 70.54 \text{ t}$$

$$A_{s,yatay} = 18*0.79 = 14.22 \text{ cm}^2 > A_{s,yatay, \min} = 0.0025*20*225 = 11.25 \text{ cm}^2$$

Perde uç etriyesi ;

Seçilen yatay uç donatısı; $\phi 12/10$ (kritik perde yüksekliği boyunca)

$$A_{sh} \geq 0.075.s.b_k.(f_{ck}/f_{yk}) \rightarrow A_{sh} = 0.075*10*50*(200/4200) = 1.79 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 1.79/2 = 0.90 \text{ cm}^2 > \phi 12$$
 (1.13 cm^2)

Ankrajlar ise perdeye konan yatay ve düşey gövde donatılarına yakın olmak üzere;

$$2*\phi 10/25$$
 ($6,32 \text{ cm}^2 / \text{m}$) $\rightarrow$ Seçilen $\phi 18/30$ (8.47 cm^2)

3. ve 4. Katlarda Hesap:

$$M = 410.93 \text{ tm} + 2*61.64 = 534.21 \text{ tm}$$

$$A_s = 534.21 / (3.65 \text{ t/cm}^2 * 4.80 \text{ m}) = 30.49 \text{ cm}^2$$

$$i \text{ ucunda; } S11$$
 ($A_{s,mev} = 21.00 \text{ cm}^2$),

$$i \text{ ucunda } A_{s,ilave} = 30.49 - 21.00 = 9.49 \text{ cm}^2$$

Seçilen ilave donatı; i ucunda $14\phi 14$ (21.56 cm^2)

Seçilen düşey gövde donatısı; $2*\phi 10/25$ ($6.32 \text{ cm}^2 / \text{m}$)

Seçilen yatay gövde donatısı; $2*\phi 10/25$ ($6.32 \text{ cm}^2 / \text{m}$)

$$V_w = (2*0.79/25)*3.65*635 = 146.48 \text{ t} > V_d = 69.33 \text{ t}$$

Seçilen yatay uç donatısı; $\phi 12/15$

Seçilen ankraj donatısı; $\phi 18/30$ (8.47 cm²)

5. ve 6. Katlarda Hesap:

$$M = 410.93 + 2*61.64 = 534.21 \text{ tm}$$

$$b_w = 20 \text{ cm} \quad L_w = 630 \text{ cm} \quad A_g = 1.72 \text{ m}^2$$

$$A_s = 534.21 / (3.65 \text{ t/cm}^2 * 4.80 \text{ m}) = 30.49 \text{ cm}^2$$

i ucunda; S11 ($A_{s,mev} = 15.00 \text{ cm}^2$),

$$i \text{ ucunda } A_{s,ilave} = 30.49 - 15.00 = 15.49 \text{ cm}^2$$

Seçilen ilave donatı; i ucunda 14 $\phi 14$ (21.56 cm²)

$$A_{s \text{ min},u\phi} = 0.001 * A_{ch} = 0.001 * 1.72 * 10^4 = 17.20 \text{ cm}^2$$

$$\text{Başlık kolonunda donatı oranı; i ucunda } \rho = (21.56 + 15.00) / 3600 = 0.0102$$

Seçilen düşey gövde donatısı; 2* $\phi 10/25$ (6.32 cm² / m)

$$A_{s,düşey} = 26 * 0.79 = 20.54 \text{ cm}^2 > A_{s,düşey, \text{min}} = 0.0025 * 20 * 350 = 17.50 \text{ cm}^2$$

Seçilen yatay gövde donatısı; 2* $\phi 10/25$ (6.32 cm² / m)

$$V_w = (2 * 0.79 / 25) * 3.65 * 630 = 145.33 \text{ t} > V_d = 69.33 \text{ t}$$

$$A_{s,yatay} = 18 * 0.79 = 14.22 \text{ cm}^2 > A_{s,yatay, \text{min}} = 0.0025 * 20 * 225 = 11.25 \text{ cm}^2$$

Seçilen yatay uç donatısı; $\phi 12/15$

Seçilen ankraj donatısı; $\phi 18/30$ (8.47 cm²)

7. ve 8. Katlarda Hesap:

$$M = 45.24 + 2*8.31 = 61.86 \text{ tm}$$

Mevcut kolon donatıları yeterlidir ancak şartları sağlamak açısından;

Seçilen ilave donatı; i ucunda 14 $\phi 14$ (21.56 cm²)

Seçilen düşey gövde donatısı; 2* $\phi 10/25$ (6.32 cm² / m)

Seçilen yatay gövde donatısı; 2* $\phi 10/25$ (6.32 cm² / m)

Seçilen yatay uç donatısı; $\phi 12/20$

Seçilen ankraj donatısı; $\phi 18/30$ (8.47 cm²)

Tablo 5.15 TP1 ve TP2 perdeleri boyuna ve enine donatıları

Kat	Sol Uç Donatısı		Gövde Donatısı		Sağ Uç Donatısı	
	Ek	Etriye	Boyuna	Enine	Ek	Etriye
1	18 ϕ 16	$\phi 12/10$	$\phi 10/25$	$\phi 10/25$	16 ϕ 14	$\phi 12/10$
2	18 ϕ 16	$\phi 12/10$	$\phi 10/25$	$\phi 10/25$	16 ϕ 14	$\phi 12/10$
3	14 ϕ 14	$\phi 12/15$	$\phi 10/25$	$\phi 10/25$	14 ϕ 14	$\phi 12/15$
4	14 ϕ 14	$\phi 12/15$	$\phi 10/25$	$\phi 10/25$	14 ϕ 14	$\phi 12/15$
5	14 ϕ 14	$\phi 12/15$	$\phi 10/25$	$\phi 10/25$	14 ϕ 14	$\phi 12/15$
6	14 ϕ 14	$\phi 12/15$	$\phi 10/25$	$\phi 10/25$	14 ϕ 14	$\phi 12/15$
7	14 ϕ 14	$\phi 12/20$	$\phi 10/25$	$\phi 10/25$	14 ϕ 14	$\phi 12/20$
8	14 ϕ 14	$\phi 12/20$	$\phi 10/25$	$\phi 10/25$	14 ϕ 14	$\phi 12/20$

Tablo 5.16 TP3, TP4 ve TP5, TP6 perdeleri boyuna ve enine donatıları

Kat	Sol Uç Donatısı		Gövde Donatısı		Sağ Uç Donatısı	
	Ek	Etriye	Boyuna	Enine	Ek	Etriye
1	18 ϕ 16	$\phi 12/10$	$\phi 10/25$	$\phi 10/25$	18 ϕ 16	$\phi 12/10$
2	18 ϕ 16	$\phi 12/10$	$\phi 10/25$	$\phi 10/25$	18 ϕ 16	$\phi 12/10$
3	14 ϕ 14	$\phi 12/15$	$\phi 10/25$	$\phi 10/25$	14 ϕ 14	$\phi 12/15$
4	14 ϕ 14	$\phi 12/15$	$\phi 10/25$	$\phi 10/25$	14 ϕ 14	$\phi 12/15$
5	14 ϕ 14	$\phi 12/15$	$\phi 10/25$	$\phi 10/25$	14 ϕ 14	$\phi 12/15$
6	14 ϕ 14	$\phi 12/15$	$\phi 10/25$	$\phi 10/25$	14 ϕ 14	$\phi 12/15$
7	14 ϕ 14	$\phi 12/20$	$\phi 10/25$	$\phi 10/25$	14 ϕ 14	$\phi 12/20$
8	14 ϕ 14	$\phi 12/20$	$\phi 10/25$	$\phi 10/25$	14 ϕ 14	$\phi 12/20$

Tablo 5.17 TP7 ve TP8 perdeleri boyuna ve enine donatıları

Kat	Sol Uç Donatısı		Gövde Donatısı		Sağ Uç Donatısı	
	Ek	Etriye	Boyuna	Enine	Ek	Etriye
1	16 ϕ 14	$\phi 12/10$	$\phi 10/25$	$\phi 10/25$	16 ϕ 14	$\phi 12/10$
2	16 ϕ 14	$\phi 12/10$	$\phi 10/25$	$\phi 10/25$	16 ϕ 14	$\phi 12/10$
3	14 ϕ 14	$\phi 12/15$	$\phi 10/25$	$\phi 10/25$	14 ϕ 14	$\phi 12/15$
4	14 ϕ 14	$\phi 12/15$	$\phi 10/25$	$\phi 10/25$	14 ϕ 14	$\phi 12/15$
5	14 ϕ 14	$\phi 12/15$	$\phi 10/25$	$\phi 10/25$	14 ϕ 14	$\phi 12/15$
6	14 ϕ 14	$\phi 12/15$	$\phi 10/25$	$\phi 10/25$	14 ϕ 14	$\phi 12/15$
7	14 ϕ 14	$\phi 12/20$	$\phi 10/25$	$\phi 10/25$	14 ϕ 14	$\phi 12/20$
8	14 ϕ 14	$\phi 12/20$	$\phi 10/25$	$\phi 10/25$	14 ϕ 14	$\phi 12/20$

Tablo 5.18 TP9 perdesi boyuna ve enine donatıları

Kat	Sol Uç Donatısı		Gövde Donatısı	
	Ek	Etriye	Boyuna	Enine
1	14Φ14	Φ12/10	Φ10/25	Φ10/25
2	14Φ14	Φ12/10	Φ10/25	Φ10/25
3	14Φ14	Φ12/15	Φ10/25	Φ10/25
4	14Φ14	Φ12/15	Φ10/25	Φ10/25
5	14Φ14	Φ12/15	Φ10/25	Φ10/25
6	14Φ14	Φ12/15	Φ10/25	Φ10/25
7	14Φ14	Φ12/20	Φ10/25	Φ10/25
8	14Φ14	Φ12/20	Φ10/25	Φ10/25

5.4.8. Takviye Perdeleri İçin Temel Hesabı

Perdeler rijitlikleri nedeni ile önemli bir eğilme momenti taşıdıkları halde, taşıdıkları normal kuvvet o kadar büyük değildir. Bu nedenle kesitlerinde eğilme momentinin hakim olduğu bir durum vardır. Bu durum özellikle perdelerin temellerinde bir problem olarak ortaya çıkar. Normal kuvvet küçük olduğu için, çekme gerilmelerinin olduğu alanı azaltmak amacıyla büyük perde temeli yapılması veya komşu kolonları da içine alan ve bu suretle normal kuvveti arttıran bir temel yapılması gerekli olabilir.

Bu amaçla takviye perdeleri ve çevresindeki kolonları da içerisine alacak şekilde radye temel yapılması uygun görülmüştür. Radye temelin çözümlenmesinde SAP 2000 programı kullanılmıştır. Radye temel 0.5 m kalınlıkta, 0.25 m² boyutlarda kare sonlu plak elemanlara bölünerek düğüm noktalarında elastik yaylar tanımlanmıştır. Radye temelde en olumsuz sonuçlar için G + Q + Ex ± ve G + Q + Ey ± yüklemeleri ile analiz edilmiştir. Perdeler yüksek kirişlerle modellenerek aynı davranışın ortaya çıkması sağlanmıştır.

Yapılan analiz sonucunda zemindeki maksimum gerilme :

$$\sigma_z = 7500 \text{ t/m}^3 * 0.0019 \text{ m} = 14.25 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_{z,em} = 15 \text{ t/m}^2 > \sigma_z = 14.25 \text{ t/m}^2$$

$$\rho_{min} = 0.002$$

$$A_{s,min} = 0.002 * 50 * 100 = 10 \text{ cm}^2$$

Altta ve üstte her iki doğrultuda seçilen donatı $\phi 18/20$ (12.72 cm²/m)

Seçilen donatı ile karşılanabilecek maksimum moment : M = 22.24 tm

Kolonların zımbalamasını önlemek ve yeni yapılan temelle kolonların birlikte çalışmasını sağlayabilmek amacıyla kolonlar bir kat için 10 cm mantolanacaktır.

Tablo 5.19 Radye temelde perde ve kolon yükleri

	Comb 5		
	N (t)	Mx (tm)	My (tm)
TP 1	175,70	86,77	10,68
TP 2	487,10	351,85	11,69
TP 3	365,37	160,26	556,46
TP 4	80,43	129,69	628,05
TP 5	300,51	91,83	4,36
TP 6	145,58	48,74	5,28
TP 7	209,55	0,46	521,04
TP 8	273,15	1,74	521,16
TP 9	61,55	148,85	5,12
S 2	87,34	0,25	1,21
S 2s	38,80	0,82	1,34
S 3	94,40	1,48	0,02
S 5	95,70	1,16	1,88
S 7	38,80	0,10	0,80
S 7s	63,70	0,96	1,32
S 8	34,40	0,19	0,45
S 8s	66,70	0,50	1,46
S 11s	78,73	0,70	1,48
P 23	17,08	2,17	6,35
P 24	213,38	11,99	10,11
P 25	62,93	0,03	32,68
SP 26	80,46	0,52	0,62
SP 27	83,94	0,30	0,94

	Comb 6		
	N (t)	Mx (tm)	My (tm)
TP 1	515,55	177,53	8,82
TP 2	128,94	66,52	7,77
TP 3	18,87	82,17	436,34
TP 4	366,31	129,62	428,01
TP 5	122,05	34,94	4,24
TP 6	264,52	79,72	3,31
TP 7	259,22	5,39	592,70
TP 8	247,08	2,43	594,56
TP 9	284,24	143,99	7,34
S 2	56,61	0,15	0,79
S 2s	80,18	0,40	0,72
S 3	97,60	1,60	0,02
S 5	93,88	1,08	1,51
S 7	64,32	0,84	1,24
S 7s	39,70	0,87	0,73
S 8	63,50	1,28	1,46
S 8s	35,60	0,95	0,48
S 11s	82,15	0,22	1,49
P 23	98,99	0,27	2,12
P 24	75,02	6,18	0,67
P 25	15,79	0,09	31,15
SP 26	73,86	2,70	0,84
SP 27	72,63	0,22	0,61

Tablo 5.19 Radye temelde perde ve kolon yükleri (devam)

	Comb 11		
	N (t)	Mx (tm)	My (tm)
TP 1	329,39	723,65	0,79
TP 2	288,14	663,49	0,58
TP 3	7,69	64,12	100,34
TP 4	39,15	73,10	133,60
TP 5	52,73	32,31	0,56
TP 6	74,43	38,15	0,40
TP 7	205,20	14,60	39,85
TP 8	239,29	13,77	41,33
TP 9	37,90	338,03	0,95
S 2	82,70	2,19	0,09
S 2s	82,90	2,08	0,07
S 3	105,80	1,66	0,00
S 5	92,00	3,07	0,05
S 7	52,50	2,78	0,30
S 7s	51,30	2,50	0,16
S 8	44,42	2,96	0,53
S 8s	43,70	2,66	0,44
S 11s	60,98	2,02	0,06
P 23	138,12	29,81	15,43
P 24	89,38	35,72	11,88
P 25	129,94	0,49	0,90
SP 26	83,08	7,62	0,24
SP 27	82,55	7,26	0,17

	Comb 12		
	N (t)	Mx (tm)	My (tm)
TP 1	13,31	596,99	1,44
TP 2	70,68	925,22	2,16
TP 3	359,36	1,30	43,65
TP 4	382,29	56,80	266,70
TP 5	114,37	19,63	0,25
TP 6	55,48	1,97	1,14
TP 7	264,95	11,56	3,05
TP 8	278,38	15,80	2,82
TP 9	392,41	648,79	0,78
S 2	56,32	2,50	0,12
S 2s	41,55	3,02	0,50
S 3	86,40	3,21	0,20
S 5	97,50	2,29	0,30
S 7	50,40	2,56	0,25
S 7s	52,30	3,74	0,41
S 8	53,90	2,39	0,48
S 8s	58,00	3,52	0,56
S 11s	99,60	2,80	0,13
P 23	22,15	32,44	6,96
P 24	42,71	40,34	2,01
P 25	52,38	0,48	1,88
SP 26	71,37	4,92	0,03
SP 27	73,34	6,08,	0,14

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1975 Deprem Yönetmeliğine göre projelendirilmiş yapılar, değişen süneklik koşulları ve yapıya etkiyen artan deprem kuvvetleri nedeniyle 1998 Deprem Yönetmeliğindeki şartları karşılayamamaktadır. Bu yüzden bu tip binaların güçlendirilmesine gerek duyulmaktadır.

Binanın güçlendirilmesi için yapıya eklenen perdelerle, mevcut giriş ve kolonların kesit tesirlerinde belirgin azalmalar olmuştur. Eklenen perdelerin yüksekliği arttıkça moment karşılama oranlarının arttığı gözlenmiştir. Buna karşın kesme kuvvetinde azalma gözlemlenmiştir. Takviye perdelerinin eklenmesinden sonra perde üstünde kalan kolonların moment, kesme kuvveti ve normal kuvvet değerleri de genel olarak azalmaktadır. Özellikle ilk iki katta çıkılan takviye perdeleri ile kesitlerin moment ve normal kuvvet değerlerinde belirgin bir azalma görülmüştür. İkinci kattan sonra çıkılan perdelerle, moment ve normal kuvvet değerlerindeki azalış etkisini kaybederek devam etmektedir.

Yapı hasarını belirlemek ve değerlendirmek için dikkatli ve özenli bir çalışma gereklidir. Bundan başka yapı malzeme ve elemanlarının davranışlarının deneysel olarak çıkarıldığı yayınları izlemek gerekir. Hangi koşullarda yapıldığı bilinmeyen bir yapının güvenliğinin değerlendirilmesinde, herhangi bir tehlikeye karşı güvenlik katsayısının, tasarımdaki katsayılardan yüksek seçilmelidir. Şüpheli durumlarda güvenlik payı yüksek tutulmalıdır. Bu durumda mühendislik sağduyusu ve deneyimi öne çıkar.

Onarım ve güçlendirmede başarı sağlayan önemli bir ayrıntı, onarım sırasında yapı elemanının askıya alınması, yükünün başka geçici elemanlar tarafından taşınmasıdır. Daha sonra onarılan eleman yeterli dayanıma ulaştıktan sonra yeniden yüklenmektedir. Betonun tam dayanıma ulaşmadan yüklenmesi zamana bağlı deformasyonların daha çok olmasına neden olur.

Güçlendirme amacı için yapıya eklenen perdelerin yeri iyi seçilmeli, ek burulma momenti meydana getirmesini önlemek için de binanın dış çerçevelerine

eklenmelidir. Yapı üzerinde yapılacak her türlü güçlendirme, yapıyı deprem kuvvetlerine karşı güvenliğini arttırsa da yapının ekonomik ömrü de gözönünde bulundurulmalıdır. Güçlendirme maliyetlerinin yüksek olmasından dolayı güçlendirmenin maliyet analizi yapılmalıdır.

Onarım ve güçlendirmenin gerektirdiği yüksek nitelikli işçilik yanında çok sıkı denetimin de sağlanması gerektiği unutulmamalıdır. Çünkü detaylarda yapılacak en küçük hata onarımın tümüyle yetersiz olmasına neden olur. Mevcut ve yeni elemanlar arasında yük aktarımının verimli şekilde sağlanabilmesi için birleşim bölgelerinin özenle projelendirilmesi ve yapılması gerekmektedir.

Onarım ve güçlendirme yöntemleri gelişmeye açıktır. Mühendis uygulamada mühendislik mekaniği, malzeme bilgisi v.b.temel ilkelerden yararlanarak yeni, özgün ve pratik onarım ve güçlendirme yöntemleri geliştirebilir

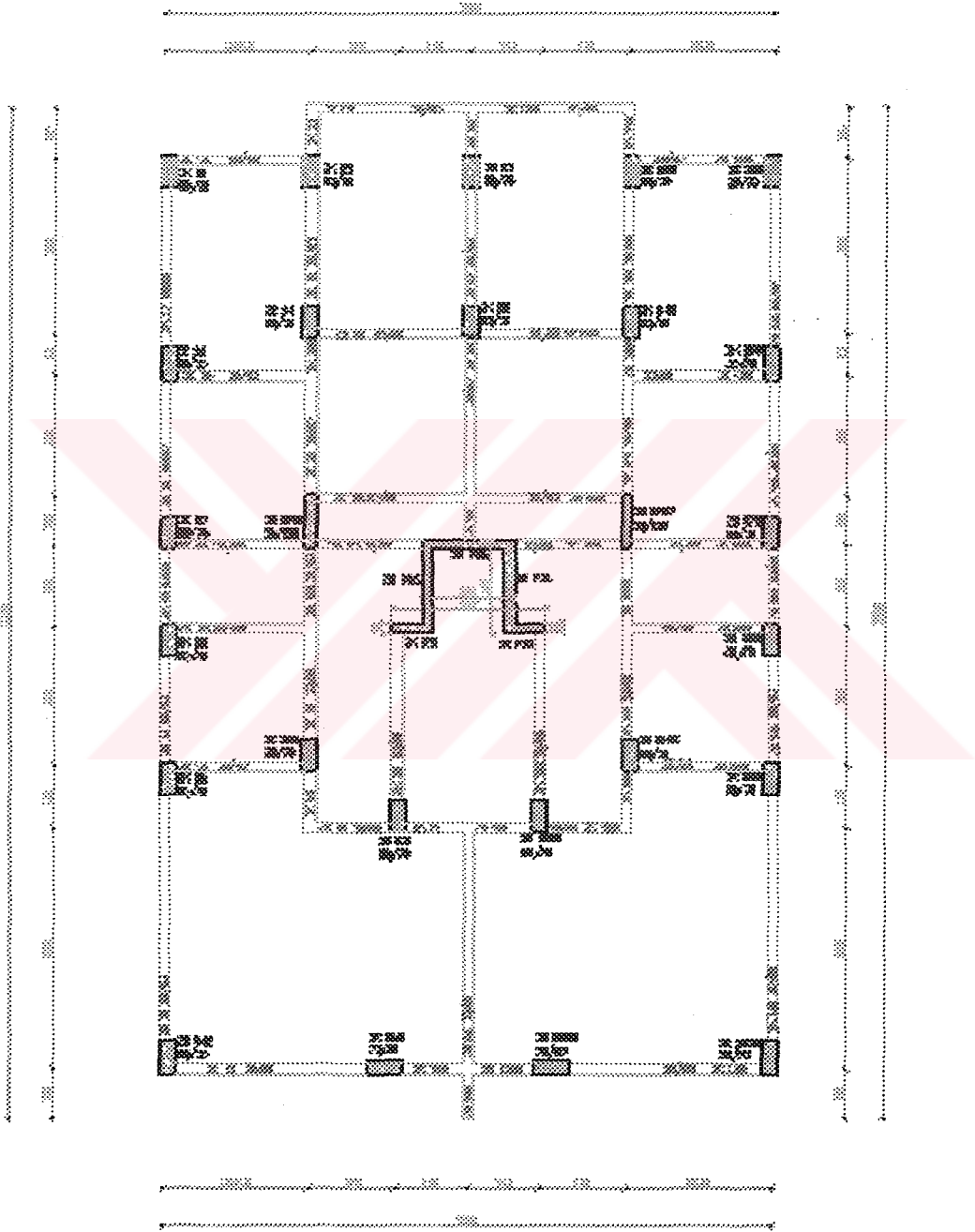
Malzeme ve işçilik olanaklarının kısıtlı olduğu yerlerde yetersiz güvenlikle yapılmış bir yapının güçlendirilmesi zordur. Bu nedenle de başlangıçta gereken özen gösterilip yapı yönetmeliklere uygun yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] **Bayülke, N.**, 1999. Depremde Hasar Gören Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi, İnşaat Mühendisleri Odası, İzmir Şubesi.
- [2] **Demir, H.**, 1999. Depremde Hasar Görmüş Betonarme Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi, İstanbul Teknik Üniversite Matbaası, İstanbul.
- [3] **Celep, Z., Kumbasar, N.**, 2000. Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, Beta Dağıtım, İstanbul.
- [4] **Çamlıbel, N.**, 2000. Yapıların Taşıma Gücünün İyileştirilmesi, Birsan Yayınevi, İstanbul
- [5] **Tubitak, İMO**, 1999. Betonarme Binaların Onarım ve Güçlendirilmesi Kurs Notları.
- [6] **Aydoğan, M.**, 2000. Betonarme Binalarda Onarım ve Güçlendirme Sistemleri ve Tasarımı, İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi.
- [7] **TS-500**, 2000. Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- [8] **TS-498**, 1987. Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- [9] **1998 Deprem Yönetmeliği**, 1998. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, *Bayındırlık ve İskan Bakanlığı*, Ankara.
- [10] **Celep, Z., Kumbasar, N.**, 2001. Betonarme Yapılar, Beta Dağıtım, İstanbul.

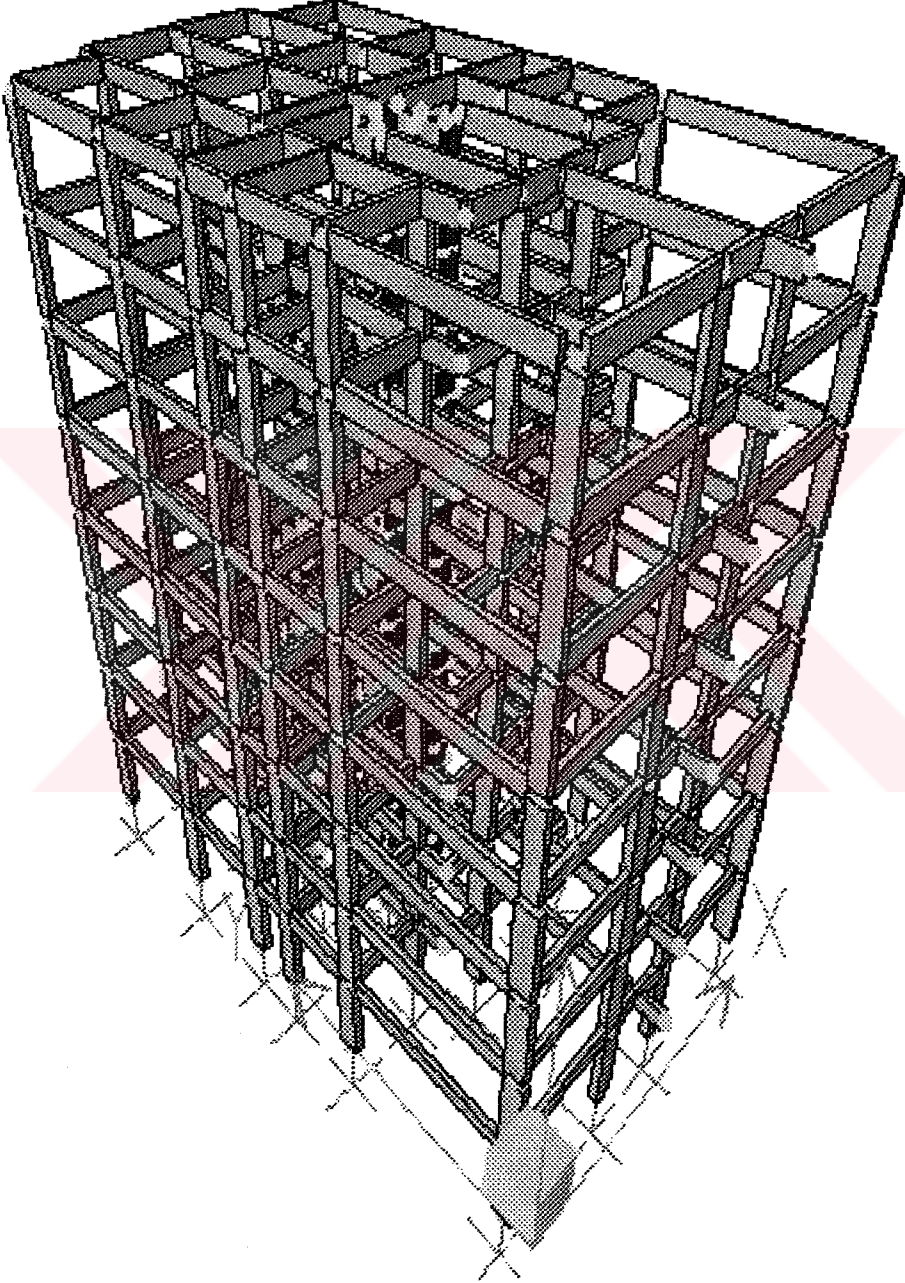
EKLER

EK A. MEVCUT DURUM KALIP PLANI

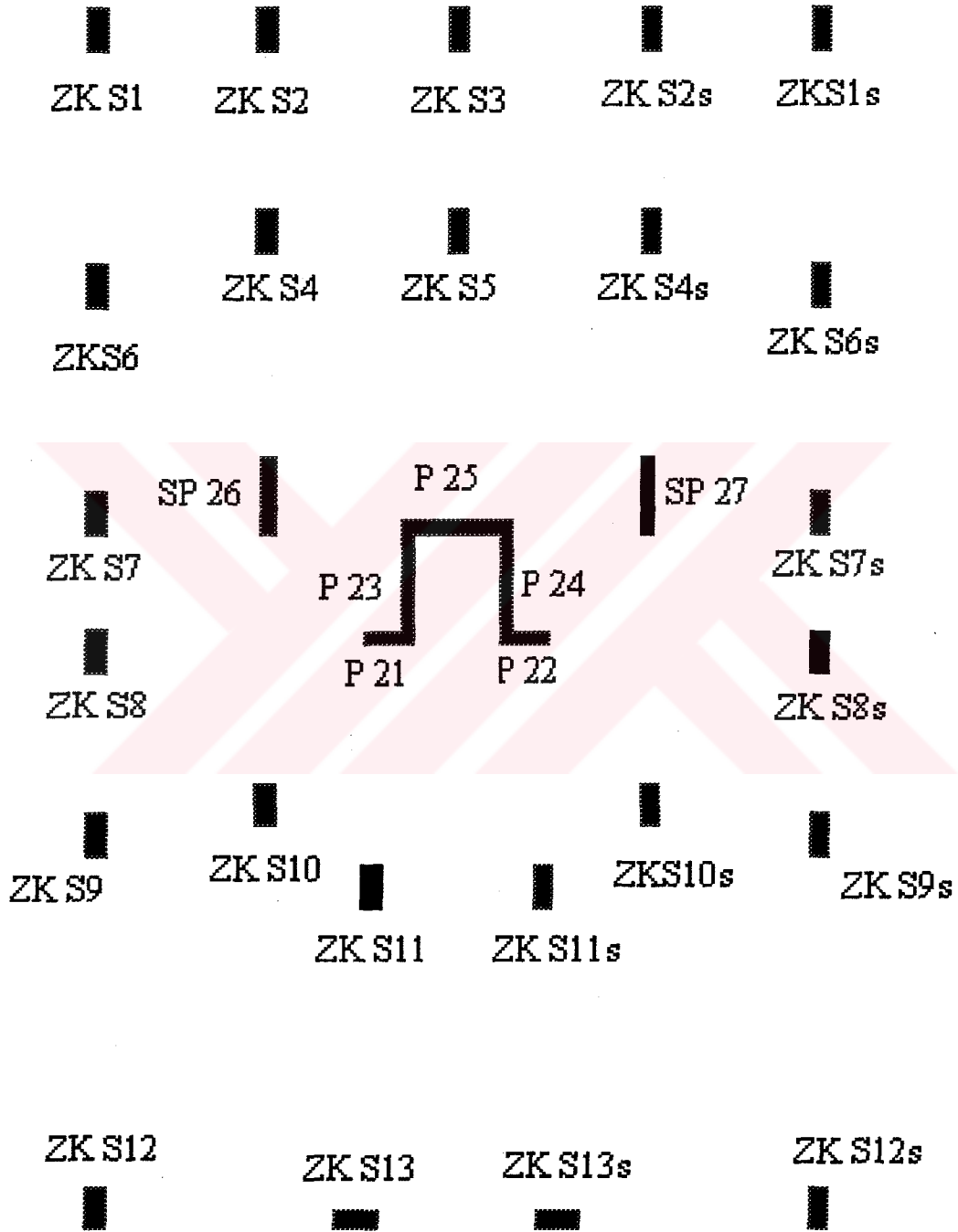


Şekil A.1 Mevcut durum zemin kat kalıp planı

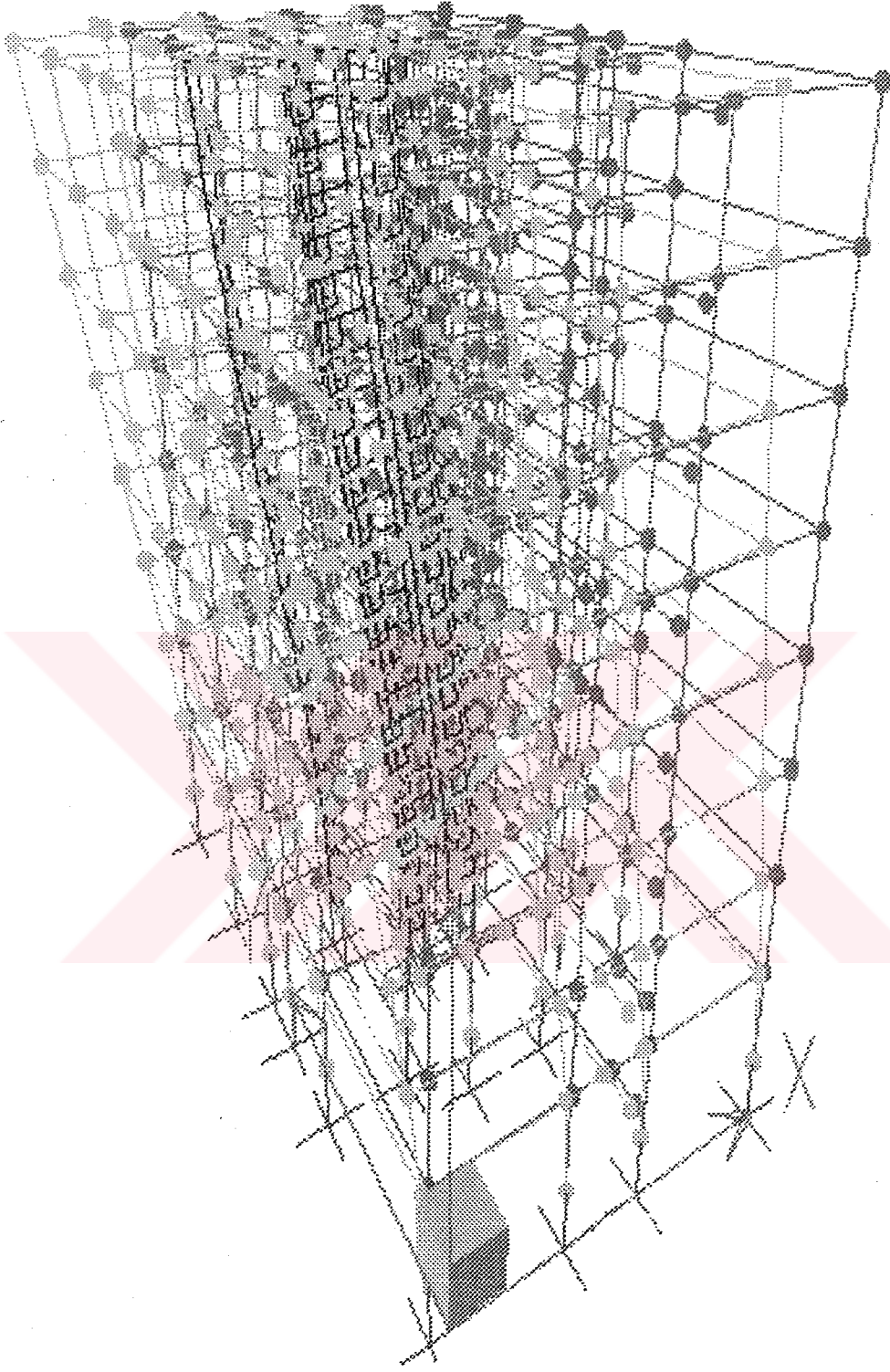
EK B.MEV CUT DURUM BİNA MODELİ VE ELEMAN ETİKETLERİ



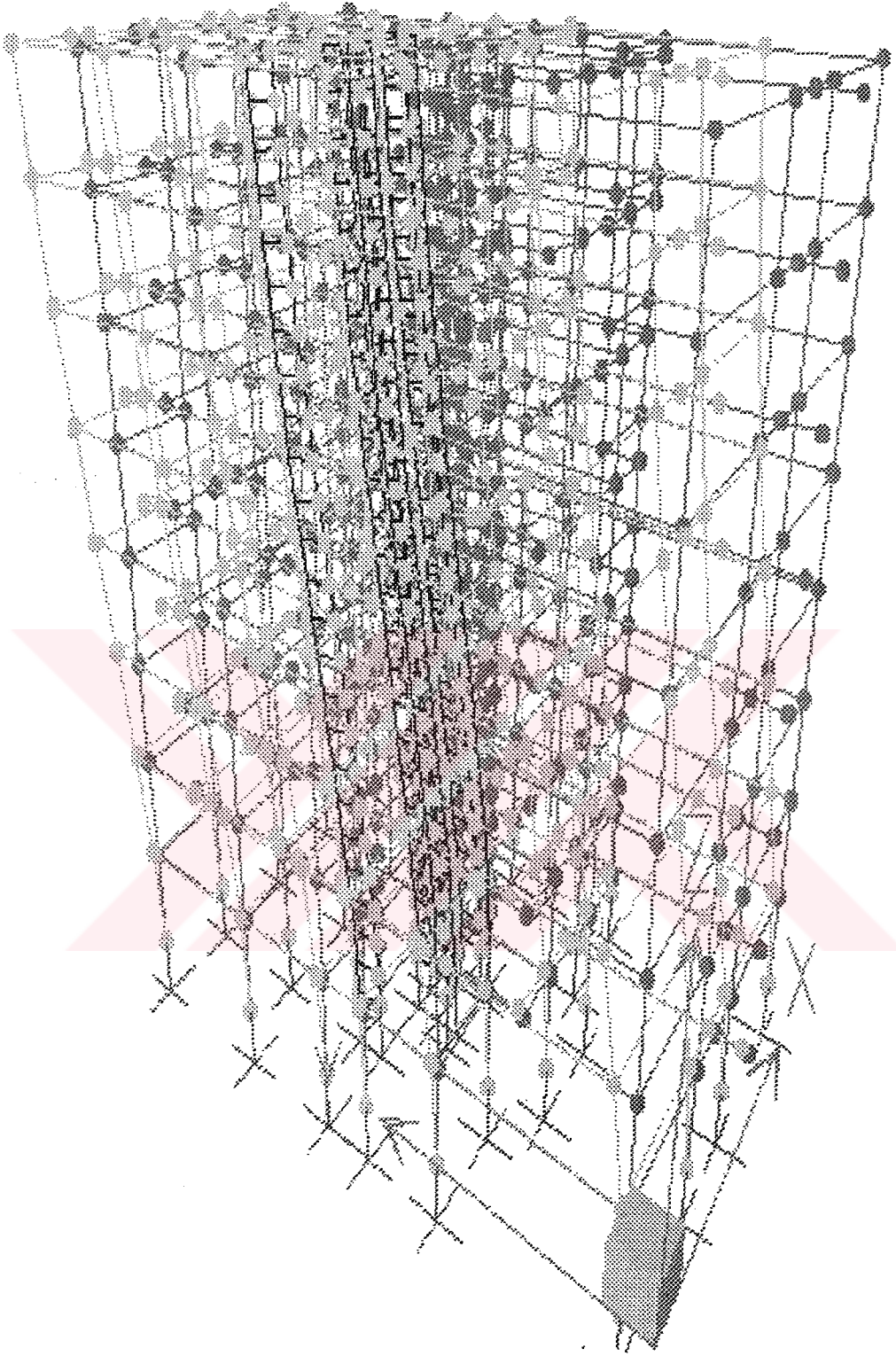
Şekil B.1 Mevcut durum üç boyutlu bina modeli



Şekil B.2 Mevcut durum zemin kat kolon etiketleme düzeni



Şekil B.3 Mevcut durum x doğrultusu öteleme modu



Şekil B.4 Mevcut durum y doğrultusu öteleme modu

EK C. MEVCUT DURUM DÜZENSİZLİK KONTROLLERİ

Tablo C.1 Mevcut durum burulma düzensizliği kontrolü

Burulma Düzensizliği Kontrolü (birimler m' dir)

Ex +%5By Yüklemesi									
Kat	δ_i min	Δ_i min	δ_i max	Δ_i max	Δ_i ort	η_{bi}		D_i	Düzensizlik
8	0,03986	0,00493	0,05466	0,00417	0,00455	0,916	< 1,2	1,00	Yok
7	0,03493	0,00540	0,05049	0,00581	0,00561	1,037	< 1,2	1,00	Yok
6	0,02953	0,00582	0,04468	0,00742	0,00662	1,121	< 1,2	1,00	Yok
5	0,02371	0,00605	0,03726	0,00860	0,00733	1,174	< 1,2	1,00	Yok
4	0,01766	0,00581	0,02866	0,00814	0,00698	1,167	< 1,2	1,00	Yok
3	0,01185	0,00530	0,02052	0,00825	0,00678	1,218	> 1,2	1,03	Mevcut
2	0,00655	0,00420	0,01227	0,00765	0,00593	1,291	> 1,2	1,16	Mevcut
1	0,00235	0,00235	0,00462	0,00462	0,00349	1,326	> 1,2	1,22	Mevcut

Ex -%5By Yüklemesi									
Kat	δ_i min	Δ_i min	δ_i max	Δ_i max	Δ_i ort	η_{bi}		D_i	Düzensizlik
8	0,03860	0,00346	0,05604	0,00596	0,00471	1,265	> 1,2	1,11	Mevcut
7	0,03514	0,00440	0,05008	0,00703	0,00572	1,230	> 1,2	1,05	Mevcut
6	0,03074	0,00533	0,04305	0,00798	0,00666	1,199	< 1,2	1,00	Yok
5	0,02541	0,00600	0,03507	0,00864	0,00732	1,180	< 1,2	1,00	Yok
4	0,01941	0,00573	0,02643	0,00821	0,00697	1,178	< 1,2	1,00	Yok
3	0,01368	0,00566	0,01822	0,00778	0,00672	1,158	< 1,2	1,00	Yok
2	0,00802	0,00505	0,01044	0,00659	0,00582	1,132	< 1,2	1,00	Yok
1	0,00297	0,00297	0,00385	0,00385	0,00341	1,129	< 1,2	1,00	Yok

Ey +%5Bx Yüklemesi									
Kat	δ_i min	Δ_i min	δ_i max	Δ_i max	Δ_i ort	η_{bi}		D_i	Düzensizlik
8	0,03008	0,00256	0,03627	0,00289	0,00273	1,061	< 1,2	1,00	Yok
7	0,02752	0,00328	0,03338	0,00387	0,00358	1,083	< 1,2	1,00	Yok
6	0,02424	0,00404	0,02951	0,00486	0,00445	1,092	< 1,2	1,00	Yok
5	0,02020	0,00467	0,02465	0,00566	0,00517	1,096	< 1,2	1,00	Yok
4	0,01553	0,00481	0,01899	0,00573	0,00527	1,087	< 1,2	1,00	Yok
3	0,01072	0,00472	0,01326	0,00570	0,00521	1,094	< 1,2	1,00	Yok
2	0,00600	0,00398	0,00756	0,00493	0,00446	1,107	< 1,2	1,00	Yok
1	0,00202	0,00202	0,00263	0,00263	0,00233	1,131	< 1,2	1,00	Yok

Ey -%5Bx Yüklemesi									
Kat	δ_i min	Δ_i min	δ_i max	Δ_i max	Δ_i ort	η_{bi}		D_i	Düzensizlik
8	0,03008	0,00256	0,03627	0,00289	0,00273	1,061	< 1,2	1,00	Yok
7	0,02752	0,00328	0,03338	0,00387	0,00358	1,083	< 1,2	1,00	Yok
6	0,02424	0,00404	0,02951	0,00486	0,00445	1,092	< 1,2	1,00	Yok
5	0,02020	0,00467	0,02465	0,00566	0,00517	1,096	< 1,2	1,00	Yok
4	0,01553	0,00481	0,01899	0,00573	0,00527	1,087	< 1,2	1,00	Yok
3	0,01072	0,00472	0,01326	0,00570	0,00521	1,094	< 1,2	1,00	Yok
2	0,00600	0,00398	0,00756	0,00493	0,00446	1,107	< 1,2	1,00	Yok
1	0,00202	0,00202	0,00263	0,00263	0,00233	1,131	< 1,2	1,00	Yok

Tablo C.2 Mevcut durum yumuşak kat düzensizliği kontrolü

Yumuşak Kat Düzensizliği Kontrolü (birimler m' dir)

Ex +%5By Yüklemesi

Kat	Δi min	Δi max	Δi ort	$\Delta (i+1)$ ort	η_{ki}	
8	0,00493	0,00417	0,00455			
7	0,00540	0,00581	0,00561	0,00455	1,23	< 1,5
6	0,00582	0,00742	0,00662	0,00561	1,18	< 1,5
5	0,00605	0,00860	0,00733	0,00662	1,11	< 1,5
4	0,00581	0,00814	0,00698	0,00733	0,95	< 1,5
3	0,00530	0,00825	0,00678	0,00698	0,97	< 1,5
2	0,00420	0,00765	0,00593	0,00678	0,87	< 1,5
1	0,00235	0,00462	0,00349	0,00593	0,59	< 1,5

Ex -%5By Yüklemesi

Kat	Δi min	Δi max	Δi ort	$\Delta (i+1)$ ort	η_{ki}	
8	0,00346	0,00596	0,00471			
7	0,00440	0,00703	0,00572	0,00471	1,21	< 1,5
6	0,00533	0,00798	0,00666	0,00572	1,16	< 1,5
5	0,00600	0,00864	0,00732	0,00666	1,10	< 1,5
4	0,00573	0,00821	0,00697	0,00732	0,95	< 1,5
3	0,00566	0,00778	0,00672	0,00697	0,96	< 1,5
2	0,00505	0,00659	0,00582	0,00672	0,87	< 1,5
1	0,00297	0,00385	0,00341	0,00582	0,59	< 1,5

Ey +%5Bx Yüklemesi

Kat	Δi min	Δi max	Δi ort	$\Delta (i+1)$ ort	η_{ki}	
8	0,00256	0,00289	0,00273			
7	0,00328	0,00387	0,00358	0,00273	1,31	< 1,5
6	0,00404	0,00486	0,00445	0,00358	1,24	< 1,5
5	0,00467	0,00566	0,00517	0,00445	1,16	< 1,5
4	0,00481	0,00573	0,00527	0,00517	1,02	< 1,5
3	0,00472	0,00570	0,00521	0,00527	0,99	< 1,5
2	0,00398	0,00493	0,00446	0,00521	0,86	< 1,5
1	0,00202	0,00263	0,00233	0,00446	0,52	< 1,5

Ey -%5Bx Yüklemesi

Kat	Δi min	Δi max	Δi ort	$\Delta (i+1)$ ort	η_{ki}	
8	0,00256	0,00289	0,00273			
7	0,00328	0,00387	0,00358	0,00273	1,31	< 1,5
6	0,00404	0,00486	0,00445	0,00358	1,24	< 1,5
5	0,00467	0,00566	0,00517	0,00445	1,16	< 1,5
4	0,00481	0,00573	0,00527	0,00517	1,02	< 1,5
3	0,00472	0,00570	0,00521	0,00527	0,99	< 1,5
2	0,00398	0,00493	0,00446	0,00521	0,86	< 1,5
1	0,00202	0,00263	0,00233	0,00446	0,52	< 1,5

Tablo C.3 Mevcut durum göreli kat ötelemeleri kontrolü (birimler m' dir)**Ex +%5By Yüklemesi**

Kat	Δi max	h_i	Δi max / h_i		Sonuç
8	0,00417	2,85	0,00146	< 0,0035	Yeterli
7	0,00581	2,85	0,00204	< 0,0035	Yeterli
6	0,00742	2,85	0,00260	< 0,0035	Yeterli
5	0,00860	2,85	0,00302	< 0,0035	Yeterli
4	0,00814	2,85	0,00286	< 0,0035	Yeterli
3	0,00825	2,85	0,00289	< 0,0035	Yeterli
2	0,00765	2,85	0,00268	< 0,0035	Yeterli
1	0,00462	2,85	0,00162	< 0,0035	Yeterli

Ex -%5By Yüklemesi

Kat	Δi max	h_i	Δi max / h_i		Sonuç
8	0,00596	2,85	0,00209	< 0,0035	Yeterli
7	0,00703	2,85	0,00247	< 0,0035	Yeterli
6	0,00798	2,85	0,00280	< 0,0035	Yeterli
5	0,00864	2,85	0,00303	< 0,0035	Yeterli
4	0,00821	2,85	0,00288	< 0,0035	Yeterli
3	0,00778	2,85	0,00273	< 0,0035	Yeterli
2	0,00659	2,85	0,00231	< 0,0035	Yeterli
1	0,00385	2,85	0,00135	< 0,0035	Yeterli

Ey +%5Bx Yüklemesi

Kat	Δi max	h_i	Δi max / h_i		Sonuç
8	0,00289	2,85	0,00101	< 0,0035	Yeterli
7	0,00387	2,85	0,00136	< 0,0035	Yeterli
6	0,00486	2,85	0,00171	< 0,0035	Yeterli
5	0,00566	2,85	0,00199	< 0,0035	Yeterli
4	0,00573	2,85	0,00201	< 0,0035	Yeterli
3	0,00570	2,85	0,00200	< 0,0035	Yeterli
2	0,00493	2,85	0,00173	< 0,0035	Yeterli
1	0,00263	2,85	0,00092	< 0,0035	Yeterli

Ey -%5Bx Yüklemesi

Kat	Δi max	h_i	Δi max / h_i		Sonuç
8	0,00289	2,85	0,00101	< 0,0035	Yeterli
7	0,00387	2,85	0,00136	< 0,0035	Yeterli
6	0,00486	2,85	0,00171	< 0,0035	Yeterli
5	0,00566	2,85	0,00199	< 0,0035	Yeterli
4	0,00573	2,85	0,00201	< 0,0035	Yeterli
3	0,00570	2,85	0,00200	< 0,0035	Yeterli
2	0,00493	2,85	0,00173	< 0,0035	Yeterli
1	0,00263	2,85	0,00092	< 0,0035	Yeterli

EK D. MEVCUT DURUM KOLON KAPASİTE KONTROLLERİ

Tablo D.1 Düşey yükler altında mevcut durum zemin kat kolonları normal kuvvet kontrolü (1.4G + 1.6Q)

KOLON	bx (cm)	by (cm)	Kolon Alanı (cm ²)	Nd (t)	Nlim 0,5*fck*Ac	Nd/Nlim	Sonuç
ZKS1	30	70	2100	82,18	147	0,56	yeterli
ZKS2	30	70	2100	125,64	147	0,85	yeterli
ZKS3	30	70	2100	151,98	147	1,03	yetersiz
ZKS4	30	70	2100	156,58	147	1,07	yetersiz
ZKS5	30	70	2100	186,85	147	1,27	yetersiz
ZKS6	30	70	2100	115,98	147	0,79	yeterli
ZKS7	30	70	2100	95,58	147	0,65	yeterli
ZKS8	30	70	2100	95,05	147	0,65	yeterli
ZKS9	30	70	2100	145,73	147	0,99	yeterli
ZKS10	30	70	2100	161,62	147	1,10	yetersiz
ZKS11	30	70	2100	169,98	147	1,16	yetersiz
ZKS12	30	70	2100	138,53	147	0,94	yeterli
ZKS13	70	30	2100	172,97	147	1,18	yetersiz

Tablo D.2 Çeşitli yük birleştirme durumları için mevcut durum zemin kat kolonları maksimum normal kuvvet kontrolü

KOLON	bx (cm)	by (cm)	Kolon Alanı (cm ²)	Nd (t)	Yükleme	Nlim 0,5*fck*Ac	Nd/Nlim	Sonuç
ZKS1	30	70	2100	118,83	Comb 7	147	0,81	yeterli
ZKS2	30	70	2100	148,07	Comb 11	147	1,01	yetersiz
ZKS3	30	70	2100	159,06	Comb 10	147	1,08	yetersiz
ZKS4	30	70	2100	156,58	Comb 1	147	1,07	yetersiz
ZKS5	30	70	2100	186,85	Comb 1	147	1,27	yetersiz
ZKS6	30	70	2100	118,23	Comb 7	147	0,80	yeterli
ZKS7	30	70	2100	107,06	Comb 6	147	0,73	yeterli
ZKS8	30	70	2100	106,72	Comb 13	147	0,73	yeterli
ZKS9	30	70	2100	162,38	Comb 7	147	1,10	yetersiz
ZKS10	30	70	2100	161,62	Comb 1	147	1,10	yetersiz
ZKS11	30	70	2100	169,98	Comb 1	147	1,16	yetersiz
ZKS12	30	70	2100	150,61	Comb 6	147	1,02	yetersiz
ZKS13	70	30	2100	179,55	Comb 6	147	1,22	yetersiz

Tablo D.3 Mevcut durum zemin kat kolonları x yönü moment kapasite kontrolü

KOLON	B (cm)	H (cm)	Mevcut Donatı (cm ²)	Ndx (t)	Mdx (tm)	Mdy (tm)	Mrx (tm)	Mdx/Mrx	Sonuç
ZKS1	30	70	21,00	97,36	21,85	0,81	20,79	1,05	Yetersiz
ZKS2	30	70	21,00	5,24	20,25	1,02	11,75	1,72	Yetersiz
ZKS3	30	70	21,00	52,93	19,39	0,00	21,74	0,89	Yeterli
ZKS4	30	70	21,00	121,75	23,18	0,48	17,24	1,34	Yetersiz
ZKS5	30	70	21,00	123,04	21,26	0,00	17,43	1,22	Yetersiz
ZKS6	30	70	21,00	61,92	23,85	0,96	21,24	1,12	Yetersiz
ZKS7	30	70	21,00	30,84	24,71	0,91	17,65	1,40	Yetersiz
ZKS8	30	70	21,00	25,86	25,26	0,51	17,07	1,48	Yetersiz
ZKS9	30	70	21,00	47,53	24,87	0,79	20,14	1,23	Yetersiz
ZKS10	30	70	21,00	135,83	21,22	0,81	14,47	1,47	Yetersiz
ZKS11	30	70	21,00	168,27	19,22	1,17	7,82	2,46	Yetersiz
ZKS12	30	70	21,00	116,25	22,06	0,67	17,99	1,23	Yetersiz
ZKS13	70	30	21,00	119,52	3,68	4,73	6,86	0,54	Yeterli

Tablo D.4 Mevcut durum zemin kat kolonları y yönü moment kapasite kontrolü

KOLON	B (cm)	H (cm)	Mevcut Donatı (cm ²)	Ndy (t)	Mdy (tm)	Mdx (tm)	Mry (tm)	Mdy/Mry	Sonuç
ZKS1	30	70	21,00	118,81	8,52	1,37	7,56	1,13	Yetersiz
ZKS2	30	70	21,00	118,93	8,5	0,98	7,61	1,12	Yetersiz
ZKS3	30	70	21,00	105,99	6,04	0,54	8,61	0,70	Yeterli
ZKS4	30	70	21,00	124,48	8,36	0,98	7,21	1,16	Yetersiz
ZKS5	30	70	21,00	129,92	9,27	0,65	6,84	1,36	Yetersiz
ZKS6	30	70	21,00	118,09	7,79	2,39	7,43	1,05	Yetersiz
ZKS7	30	70	21,00	97,45	7,47	2,44	8,78	0,85	Yeterli
ZKS8	30	70	21,00	95,75	7,60	6,57	7,83	0,97	Yeterli
ZKS9	30	70	21,00	155,1	8,73	7,30	3,82	2,29	Yetersiz
ZKS10	30	70	21,00	138,21	8,87	4,56	5,58	1,59	Yetersiz
ZKS11	30	70	21,00	133,08	9,91	0,72	6,58	1,51	Yetersiz
ZKS12	30	70	21,00	150,61	10,33	3,75	4,75	2,17	Yetersiz
ZKS13	70	30	21,00	179,55	42,59	0,04	5,79	7,36	Yetersiz

Tablo D.5 Mevcut durum zemin kat kolonları kesme kuvveti kapasite kontrolü**X yönü**

KOLON	hi (cm)	B (cm)	H (cm)	Mrx	Vdx max	Vr max $0,22*f_{cd}*b*d$	Vdxmax/Vrmax	Sonuç
ZKS1	285	30	70	21,85	15,33	41,58	0,37	Yeterli
ZKS2	285	30	70	20,25	14,21	41,58	0,34	Yeterli
ZKS3	285	30	70	19,39	13,61	41,58	0,33	Yeterli
ZKS4	285	30	70	23,18	16,27	41,58	0,39	Yeterli
ZKS5	285	30	70	21,26	14,92	41,58	0,36	Yeterli
ZKS6	285	30	70	23,85	16,74	41,58	0,40	Yeterli
ZKS7	285	30	70	24,71	17,34	41,58	0,42	Yeterli
ZKS8	285	30	70	25,26	17,73	41,58	0,43	Yeterli
ZKS9	285	30	70	24,87	17,45	41,58	0,42	Yeterli
ZKS10	285	30	70	21,22	14,89	41,58	0,36	Yeterli
ZKS11	285	30	70	19,22	13,49	41,58	0,32	Yeterli
ZKS12	285	30	70	22,06	15,48	41,58	0,37	Yeterli
ZKS13	285	70	30	3,68	2,58	41,58	0,06	Yeterli

Y yönü

KOLON	hi (cm)	B (cm)	H (cm)	Mry	Vdy max	Vr max $0,22*f_{cd}*b*d$	Vdymax/Vrmax	Sonuç
ZKS1	285	30	70	7,56	5,31	41,58	0,13	Yeterli
ZKS2	285	30	70	7,61	5,34	41,58	0,13	Yeterli
ZKS3	285	30	70	8,61	6,04	41,58	0,15	Yeterli
ZKS4	285	30	70	7,21	5,06	41,58	0,12	Yeterli
ZKS5	285	30	70	6,84	4,80	41,58	0,12	Yeterli
ZKS6	285	30	70	7,43	5,21	41,58	0,13	Yeterli
ZKS7	285	30	70	8,78	6,16	41,58	0,15	Yeterli
ZKS8	285	30	70	7,83	5,49	41,58	0,13	Yeterli
ZKS9	285	30	70	3,82	2,68	41,58	0,06	Yeterli
ZKS10	285	30	70	5,58	3,92	41,58	0,09	Yeterli
ZKS11	285	30	70	6,58	4,62	41,58	0,11	Yeterli
ZKS12	285	30	70	4,75	3,33	41,58	0,08	Yeterli
ZKS13	285	70	30	5,79	4,06	41,58	0,10	Yeterli

EK E. MEVCUT DURUM PERDE KAPASİTE KONTROLLERİ

Tablo E.1 Mevcut durum zemin kat perde normal kuvvet kontrolü

Perde	lw (cm)	b (cm)	h (cm)	Yükleme	Nd max (t)	Nlim $0,5 \cdot f_{ck} \cdot A_g$	Nd max/Nlim	Sonuç
ZKP21	80	20	285	Comb7	190,25	112	1,70	Yetersiz
ZKP22	80	20	285	Comb5	190,25	112	1,70	Yetersiz
ZKP23	200	20	285	Comb7	409,60	280	1,46	Yetersiz
ZKP24	200	20	285	Comb5	409,60	280	1,46	Yetersiz
ZKP25	180	20	285	Comb8,10,11	369,02	252	1,46	Yetersiz
ZKSP26	125	20	285	Comb1	138,49	175	0,79	Yeterli
ZKSP27	125	20	285	Comb1	138,54	175	0,79	Yeterli

Tablo E.2 Mevcut durum zemin kat perde x yönü moment kapasite kontrolü

Perde	lw (cm)	b (cm)	Donatı (cm ²)	Yükleme	Ndx (t)	Mdx (t.m)	Mdy (t.m)	Mrx (t.m)	Mrx/Mdx	Sonuç
ZKP21	80	20	30,4	Comb13	170,21	1,51	2,76	1,16	0,77	Yetersiz
ZKP22	80	20	30,4	Comb24	165,15	1,49	2,79	1,12	0,75	Yetersiz
ZKP23	200	20	53,2	Comb23	4,54	166,55	0,19	75,50	0,45	Yetersiz
ZKP24	200	20	53,2	Comb22	4,54	166,55	0,19	75,50	0,45	Yetersiz
ZKP25	180	20	53,2	Comb11	369,02	3,80	2,67	0,72	0,19	Yetersiz
ZKSP26	125	20	38	Comb11	129,09	47,74	0,15	55,2	1,16	Yeterli
ZKSP27	125	20	38	Comb10	129,13	47,74	0,15	55,2	1,16	Yeterli

Tablo E.3 Mevcut durum zemin kat perde y yönü moment kapasite kontrolü

Perde	lw (cm)	b (cm)	Donatı (cm ²)	Yükleme	Ndy (t)	Mdy (t.m)	Mdx (t.m)	Mry (t.m)	Mry/Mdy	Sonuç
ZKP21	80	20	30,4	Comb4	142,00	14,88	0,58	10,68	0,72	Yetersiz
ZKP22	80	20	30,4	Comb6	142,00	14,88	0,58	10,68	0,72	Yetersiz
ZKP23	200	20	53,2	Comb7	409,60	5,62	9,41	0	0	Yetersiz
ZKP24	200	20	53,2	Comb5	409,61	5,62	9,41	0	0	Yetersiz
ZKP25	180	20	53,2	Comb5	54,46	190,22	0,20	98,65	0,52	Yetersiz
ZKSP26	125	20	38	Comb7	134,14	4,88	1,92	7,58	1,55	Yeterli
ZKSP27	125	20	38	Comb5	134,17	4,88	1,92	7,58	1,55	Yeterli

Tablo E.4 Mevcut durum zemin kat perde kesme kuvveti kapasite kontrolü**X yönü**

Perde	lw (cm)	b (cm)	h (cm)	Mrx (t.m)	Vdx	Vr max 0,22*fcd*b*d	Vdxmax/Vrmax	Sonuç
ZKP21	80	20	285	1,16	0,81	31,68	0,03	Yeterli
ZKP22	80	20	285	1,12	0,79	31,68	0,02	Yeterli
ZKP23	200	20	285	75,50	52,98	79,2	0,67	Yeterli
ZKP24	200	20	285	75,50	52,98	79,2	0,67	Yeterli
ZKP25	180	20	285	0,72	0,51	71,28	0,01	Yeterli
ZKSP26	125	20	285	55,2	38,74	49,5	0,78	Yeterli
ZKSP27	125	20	285	55,2	38,74	49,5	0,78	Yeterli

Y yönü

Perde	lw (cm)	b (cm)	h (cm)	Mry (t.m)	Vdy	Vr max 0,22*fcd*b*d	Vdymax/Vrmax	Sonuç
ZKP21	80	20	285	10,68	7,49	31,68	0,24	Yeterli
ZKP22	80	20	285	10,68	7,49	31,68	0,24	Yeterli
ZKP23	200	20	285	0,00	0,00	79,2	0,00	Yeterli
ZKP24	200	20	285	0,00	0,00	79,2	0,00	Yeterli
ZKP25	180	20	285	98,65	69,23	71,28	0,97	Yeterli
ZKSP26	125	20	285	7,58	5,32	49,5	0,11	Yeterli
ZKSP27	125	20	285	7,58	5,32	49,5	0,11	Yeterli

EK F. MEVCUT DURUM KİRİŞ DONATI VE ORANLARI

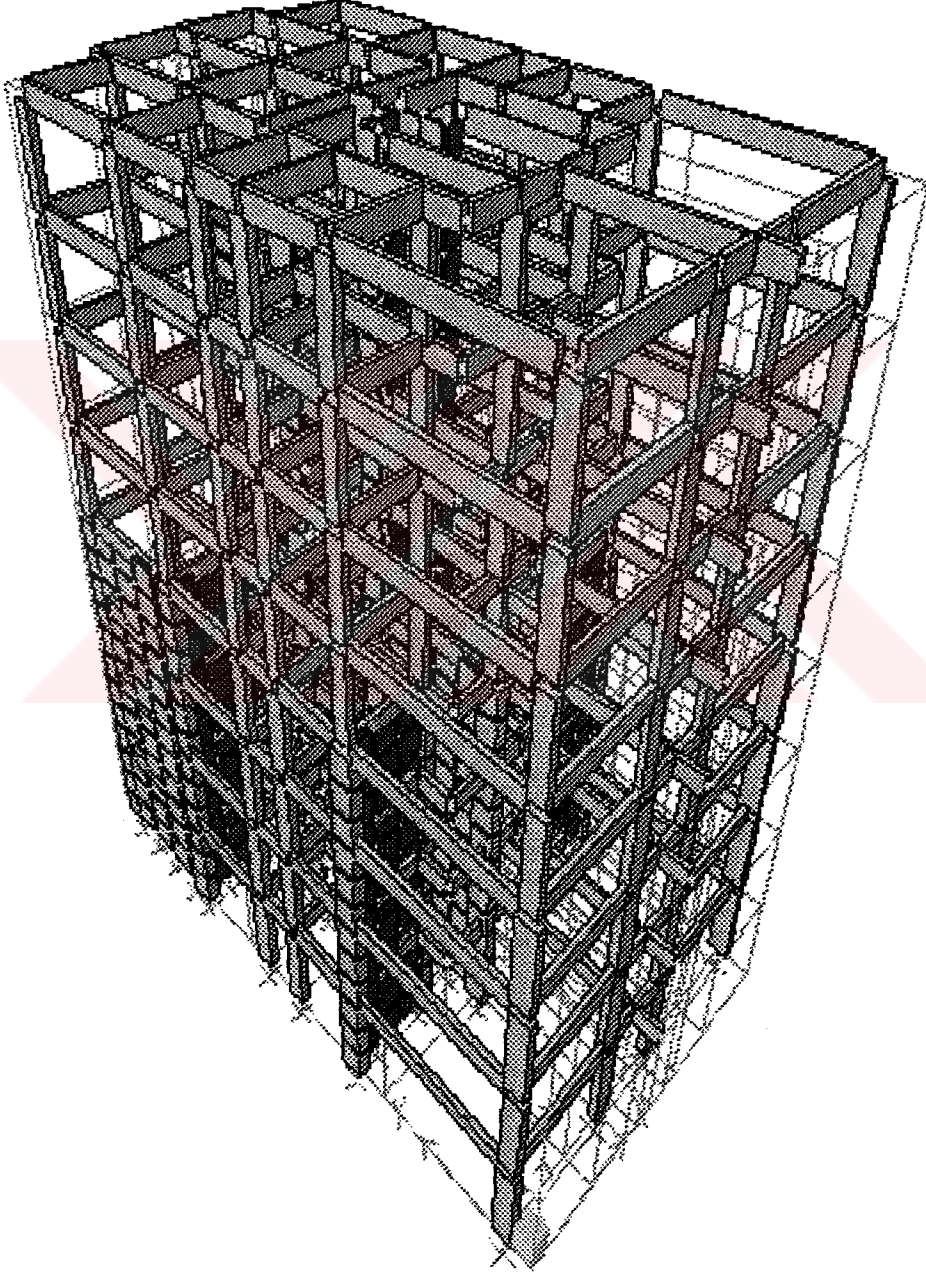
Tablo F.1 Kiriş donatı ve oranları

Kirişler (20/60)		Mevcut yapı için Gerekli donatı (cm ²)			Donatı Oranı		
		sol uç	açıklık	sağ uç	sol uç	açıklık	sağ uç
ZK01	üst	6,00	2,40	6,00	0,005	0,002	0,005
	alt	3,60	7,20	3,60	0,003	0,006	0,003
ZK02	üst	20,73	4,35	19,55	0,017	0,004	0,016
	alt	18,56	4,35	18,67	0,015	0,004	0,016
ZK03	üst	19,45	5,25	16,14	0,016	0,004	0,013
	alt	16,13	5,25	11,75	0,013	0,004	0,010
ZK04	üst	18,23	4,41	6,00	0,015	0,004	0,005
	alt	12,82	7,98	3,60	0,011	0,007	0,003
ZK05	üst	8,25	1,92	6,00	0,007	0,002	0,005
	alt	5,67	4,47	3,60	0,005	0,004	0,003
ZK06	üst	17,55	5,24	8,14	0,015	0,004	0,007
	alt	13,08	9,36	7,71	0,011	0,008	0,006
ZK07	üst	8,66	5,66	20,60	0,007	0,005	0,017
	alt	9,84	5,66	16,74	0,008	0,005	0,014
ZK08	üst	17,69	5,93	6,00	0,015	0,005	0,005
	alt	9,91	8,03	3,60	0,008	0,007	0,003
ZK09	üst	21,54	5,32	20,77	0,018	0,004	0,017
	alt	19,07	5,32	18,63	0,016	0,004	0,016
ZK10	üst	6,00	5,84	15,88	0,005	0,005	0,013
	alt	3,00	5,22	8,12	0,003	0,004	0,007
ZK11	üst	21,28	7,13	7,20	0,018	0,006	0,006
	alt	10,91	9,50	9,91	0,009	0,008	0,008
ZK12	üst	24,66	7,53	28,73	0,021	0,006	0,024
	alt	19,79	7,53	20,38	0,016	0,006	0,017
ZK12B	üst	24,00	18,18	7,20	0,020	0,015	0,006
	alt	28,18	18,18	9,91	0,023	0,015	0,008
ZK13	üst	24,06	6,36	23,59	0,020	0,005	0,020
	alt	11,55	9,91	11,21	0,010	0,008	0,009
ZK14	üst	23,95	6,02	23,45	0,020	0,005	0,020
	alt	21,44	7,00	20,46	0,018	0,006	0,017
ZK15	üst	23,71	6,27	24,33	0,020	0,005	0,020
	alt	22,97	7,00	23,06	0,019	0,006	0,019

Tablo F.1 Kiriş donatı ve oranları (devam)

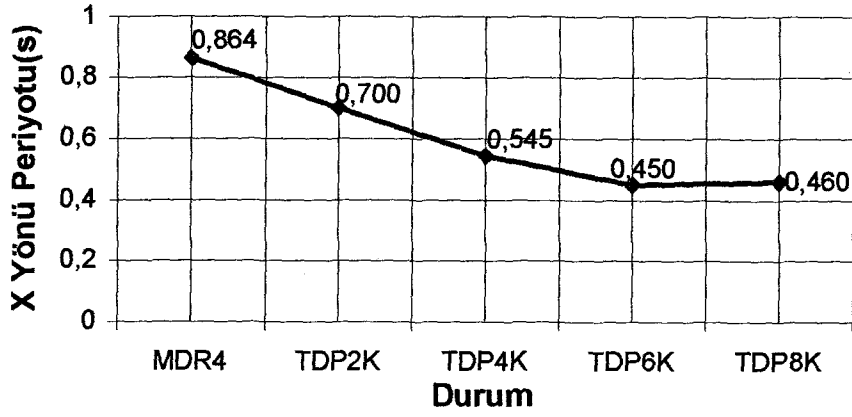
Kirişler (20/60)		Mevcut yapı için Gerekli donatı (cm2)			Donatı Oranı		
		sol uç	açıklık	sağ uç	sol uç	açıklık	sağ uç
ZK16	üst	21,92	5,69	22,38	0,018	0,005	0,019
	alt	18,34	7,20	18,61	0,015	0,006	0,016
ZK17	üst	20,94	5,68	22,21	0,017	0,005	0,019
	alt	13,26	7,20	14,22	0,011	0,006	0,012
ZK18	üst	6,00	5,67	13,58	0,005	0,005	0,011
	alt	3,60	7,20	7,19	0,003	0,006	0,006
ZK19	üst	24,08	6,37	6,00	0,020	0,005	0,005
	alt	11,57	9,64	7,85	0,010	0,008	0,007
ZK19B	üst	6,00	8,94	20,76	0,005	0,007	0,017
	alt	8,03	10,36	12,98	0,007	0,009	0,011
ZK20	üst	19,83	4,58	9,91	0,017	0,004	0,008
	alt	18,65	7,17	11,49	0,016	0,006	0,010
ZK20B	üst	9,86	18,25	25,67	0,008	0,015	0,021
	alt	10,74	13,91	17,54	0,009	0,012	0,015
ZK21	üst	21,47	6,40	23,35	0,018	0,005	0,019
	alt	15,36	7,20	16,28	0,013	0,006	0,014
ZK22	üst	8,10	3,38	6,00	0,007	0,003	0,005
	alt	3,86	1,89	3,60	0,003	0,002	0,003
ZK23	üst	18,39	4,65	7,47	0,015	0,004	0,006
	alt	10,76	8,07	4,91	0,009	0,007	0,004
ZK24	üst	8,32	2,40	6,51	0,007	0,002	0,005
	alt	3,96	18,99	3,14	0,003	0,016	0,003
ZK25	üst	13,68	6,62	7,20	0,011	0,006	0,006
	alt	8,06	8,06	8,06	0,007	0,007	0,007
ZK25B	üst	7,20	2,40	6,00	0,006	0,002	0,005
	alt	7,20	7,20	3,60	0,006	0,006	0,003
ZK26	üst	6,00	6,22	6,22	0,005	0,005	0,005
	alt	9,91	9,91	9,91	0,008	0,008	0,008
ZK27	üst	21,11	6,61	6,61	0,018	0,006	0,006
	alt	14,01	6,61	6,61	0,012	0,006	0,006
ZK28	üst	13,25	6,65	6,65	0,011	0,006	0,006
	alt	7,85	7,20	3,75	0,007	0,006	0,003

**EK G. FARKLI PERDE YÜKSEKLİKLERİNİN İNCELENMESİNE
AİT ŞEKİLLER**

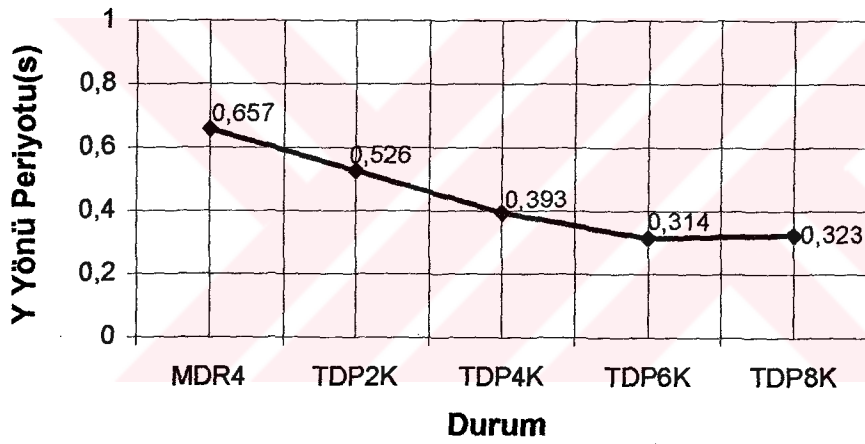


Şekil G.1 Dördüncü kata kadar perde çıkmış 3 boyutlu yapı modeli

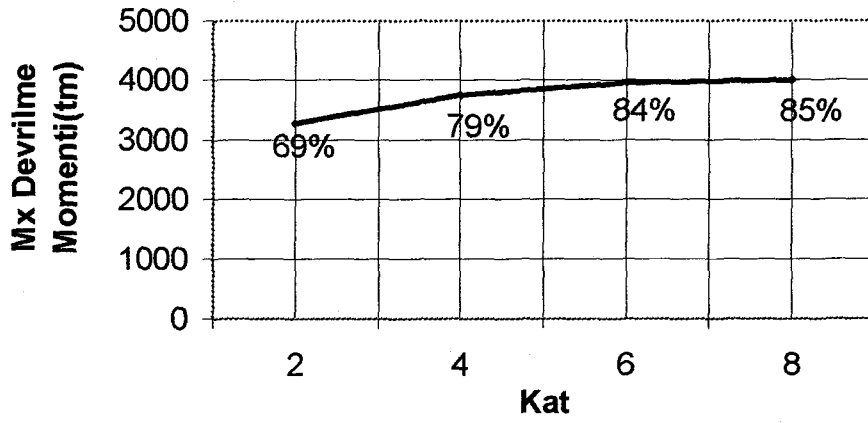
X yönü periyot değişimi



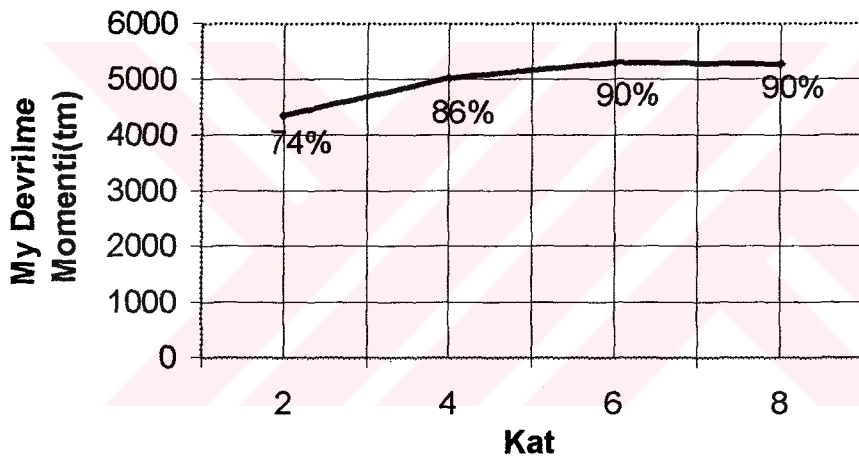
Y yönü periyot değişimi



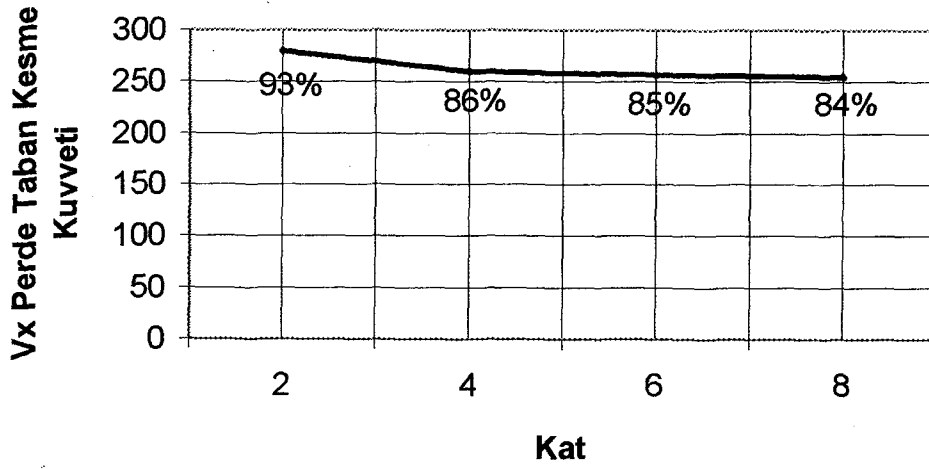
Şekil G.2 Farklı perde yüksekliklerine ait periyot değişimleri



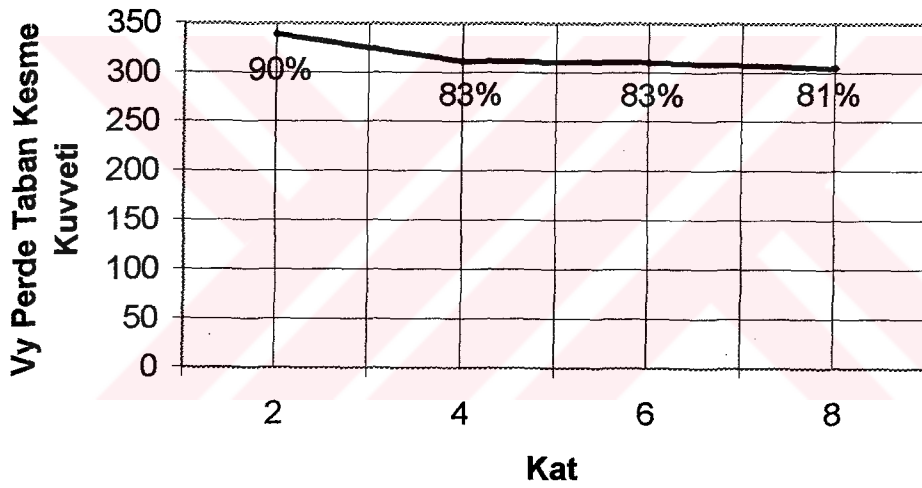
Şekil G.3 X doğrultusu perde taban momentlerinin katlara bağlı değişimi (birimler tm cinsindedir)



Şekil G.4 Y doğrultusu perde taban momentlerinin katlara bağlı değişimi (birimler tm cinsindedir)



Şekil G.5 X doğrultusu perde kesme kuvvetlerinin katlara bağlı değişimi (birimler ton cinsindedir)



Şekil G.6 Y doğrultusu perde kesme kuvvetlerinin katlara bağlı değişimi (birimler ton cinsindedir)

**EK H. FARKLI PERDE YÜKSEKLİKLERİNİN İNCELENMESİNE
AİT TABLOLAR**

Tablo H.1 Perde taban momentleri (birimler tm cinsindedir)

X doğrultusu

Perde/Kat	2	4	6	8
TP X	3272,32	3751,21	3961,02	3999,47
Devrilme Momenti	4723,69	4723,69	4723,69	4723,69
Oran	0,69	0,79	0,84	0,85

Y doğrultusu

Perde/Kat	2	4	6	8
TP Y	4353,79	5026,10	5302,76	5269,37
Devrilme Momenti	5860,40	5860,40	5860,40	5860,40
Oran	0,74	0,86	0,90	0,90

Tablo H.2 Perde taban kesme kuvvetleri (birimler t cinsindedir)

X doğrultusu

Perde/Kat	2	4	6	8
TP X	279,89	260,26	257,11	254,96
Toplam Kesme Kuvveti	301,82	301,82	301,82	301,82
Oran	0,93	0,86	0,85	0,84

Y doğrultusu

Perde/Kat	2	4	6	8
TP Y	338,38	311,59	310,50	304,95
Toplam Kesme Kuvveti	374,45	374,45	374,45	374,45
Oran	0,90	0,83	0,83	0,81

Tablo H.3 TP7 perdesi üzerinde kalan S9 kolonuna ait (G+Q+Ex) yüklemesi için sırasıyla Mx momenti, kesme kuvveti, normal kuvvet değişimleri (t, tm)

		MDR4	TDP2K	TDP4K	TDP6K
S709	alt	3,08	2,85	1,97	1,35
	üst	-3,24	-2,99	-2,09	-1,31
S509	alt	4,91	4,31	3,14	
	üst	-5,10	-4,42	-2,63	
S309	alt	8,19	7,12		
	üst	-7,79	-5,21		
S109	alt	7,52			
	üst	-4,43			

	MDR4	TDP2K	TDP4K	TDP6K
S709	2,22	2,05	1,43	0,94
S509	3,52	3,06	2,03	
S309	5,61	4,33		
S109	4,19			

	MDR4	TDP2K	TDP4K	TDP6K
S709	14,79	17,03	21,91	28,91
S509	29,19	35,3	48,04	
S309	35,45	49,91		
S109	44,13			

Tablo H.4 TP7 perdesi üzerinde kalan S10 kolonuna ait (G+Q+Ex) yüklemesi için sırasıyla Mx momenti, kesme kuvveti, normal kuvvet değişimleri (t, tm)

		MDR4	TDP2K	TDP4K	TDP6K
S710	alt	4,51	4,25	3,34	1,56
	üst	-4,65	-4,37	-3,45	-1,76
S510	alt	6,26	5,59	3,80	
	üst	-6,54	-5,80	-3,74	
S310	alt	10,23	8,04		
	üst	-9,84	-6,76		
S110	alt	8,22			
	üst	-5,86			

Tablo H.4 TP7 perdesi üzerinde kalan S10 kolonuna ait (G+Q+Ex) yüklemesi için sırasıyla Mx momenti, kesme kuvveti, normal kuvvet değişimleri (t, tm) (devam)

	MDR4	TDP2K	TDP4K	TDP6K
S710	3,22	3,02	2,38	1,16
S510	4,49	4,00	2,65	
S310	7,04	5,19		
S110	4,94			

	MDR4	TDP2K	TDP4K	TDP6K
S710	22,61	23,33	21,71	17,78
S510	54,75	55,42	50,10	
S310	93,86	91,92		
S110	135,49			

Tablo H.5 TP3 perdesi üzerinde kalan S6 kolonuna ait (G+Q+Ex) yüklemesi için sırasıyla Mx momenti, kesme kuvveti, normal kuvvet değişimleri (t, tm)

		MDR4	TDP2K	TDP4K	TDP6K
S706	alt	3,26	2,77	1,66	0,71
	üst	-3,42	-2,88	-1,73	-0,45
S506	alt	4,30	3,49	2,61	
	üst	-4,58	-3,62	-1,97	
S306	alt	6,40	6,34		
	üst	-5,88	-3,87		
S106	alt	6,38			
	üst	-2,93			

	MDR4	TDP2K	TDP4K	TDP6K
S706	2,34	1,98	1,19	0,41
S506	3,12	2,49	1,61	
S306	4,31	3,58		
S106	3,27			

	MDR4	TDP2K	TDP4K	TDP6K
S706	10,82	12,71	15,73	19,02
S506	23,16	27,75	34,97	
S306	32,50	41,59		
S106	43,97			

Tablo H.6 TP1 perdesi üzerinde kalan S1 kolonuna ait (G+Q+Ey) yüklemesi için sırasıyla My momenti, kesme kuvveti, normal kuvvet değişimleri (t, tm)

		MDR4	TDP2K	TDP4K	TDP6K
S701	alt	5,71	5,23	4,41	3,45
	üst	-7,67	-6,96	-5,58	-3,06
S501	alt	7,94	7,47	8,16	
	üst	-9,86	-8,37	-4,88	
S301	alt	12,16	16,33		
	üst	-10,33	-5,33		
S101	alt	19,25			
	üst	-1,86			

	MDR4	TDP2K	TDP4K	TDP6K
S701	4,69	4,28	3,50	2,28
S501	6,24	5,56	4,58	
S301	7,89	7,60		
S101	7,41			

	MDR4	TDP2K	TDP4K	TDP6K
S701	18,21	17,65	15,40	12,17
S501	44,08	42,46	36,36	
S301	73,74	69,44		
S101	100,00			

Tablo H.7 TP1 perdesi üzerinde kalan S6 kolonuna ait (G+Q+Ey) yüklemesi için sırasıyla My momenti, kesme kuvveti, normal kuvvet değişimleri (t, tm)

		MDR4	TDP2K	TDP4K	TDP6K
S706	alt	8,83	8,74	7,69	4,72
	üst	-10,22	-9,91	-8,42	-4,73
S506	alt	12,79	12,14	10,14	
	üst	-14,79	-13,32	-8,23	
S306	alt	19,36	19,40		
	üst	-17,64	-10,39		
S106	alt	20,75			
	üst	-5,30			

Tablo H.7 TP1 perdesi üzerinde kalan S6 kolonuna ait (G+Q+Ey) yüklemesi için sırasıyla My momenti, kesme kuvveti, normal kuvvet değişimleri (t, tm) (devam)

	MDR4	TDP2K	TDP4K	TDP6K
S706	6,68	6,54	5,65	3,31
S506	9,68	8,93	6,45	
S306	12,98	10,46		
S106	9,14			

	MDR4	TDP2K	TDP4K	TDP6K
S706	19,52	21,79	23,59	24,65
S506	45,35	50,09	53,47	
S306	73,23	80,42		
S106	100,01			

Tablo H.8 TP5 perdesi üzerinde kalan S4 kolonuna ait (G+Q+Ey) yüklemesi için sırasıyla My momenti, kesme kuvveti, normal kuvvet değişimleri (t, tm)

		MDR4	TDP2K	TDP4K	TDP6K
S704	alt	10,73	10,30	9,13	3,86
	üst	-12,00	-11,37	-9,83	-5,36
S504	alt	14,95	13,80	10,02	
	üst	-17,18	-15,25	-9,43	
S304	alt	22,12	19,21		
	üst	-20,35	-11,66		
S104	alt	21,65			
	üst	-7,35			

	MDR4	TDP2K	TDP4K	TDP6K
S704	7,97	7,60	6,65	3,23
S504	11,27	10,19	6,83	
S304	14,90	10,83		
S104	10,17			

	MDR4	TDP2K	TDP4K	TDP6K
S704	25,65	28,24	32,67	38,70
S504	57,77	63,76	73,61	
S304	90,14	101,28		
S104	122,02			

Tablo H.9 TP9 perdesi üzerinde kalan S11 kolonuna ait (G+Q+Ey) yüklemesi için sırasıyla My momenti, kesme kuvveti, normal kuvvet değişimleri (t, tm)

		MDR4	TDP2K	TDP4K	TDP6K
S711	alt	4,46	3,93	2,92	2,28
	üst	-7,32	-5,55	-4,00	-1,43
S511	alt	6,71	6,22	7,24	
	üst	-8,60	-7,07	-3,49	
S311	alt	10,12	15,26		
	üst	-8,32	-3,57		
S111	alt	18,36			
	üst	0,20			

	MDR4	TDP2K	TDP4K	TDP6K
S711	3,78	3,33	2,43	1,30
S511	5,37	4,66	3,76	
S311	6,47	6,60		
S111	6,38			

	MDR4	TDP2K	TDP4K	TDP6K
S711	19,67	22,21	28,40	38,22
S511	38,55	45,35	61,94	
S311	52,21	68,48		
S111	68,78			

Tablo H.10 Gerekli perde yüksekliğinin bulunması

2 Kat Perde

Eleman	Deprem x (G + Q ± Ex yüklemesi için)					Deprem y (G + Q ± Ey yüklemesi için)				
	N (t)	My (t.m)	As,ger (cm ²)	As,mev (cm ²)	Eksik Fazla	N (t)	Mx (t.m)	As,ger (cm ²)	As,mev (cm ²)	Eksik Fazla
S1	79,21	7,94	11,51	21,00	45%	69,44	16,33	6,45	21,00	69%
S2	107,43	0,80	0,00	21,00	100%	114,39	2,43	0,00	21,00	100%
S3	104,74	1,73	0,00	21,00	100%	140,05	2,03	0,00	21,00	100%
S4	105,20	8,91	21,77	21,00	-4%	101,28	19,21	16,79	21,00	20%
S5	115,91	1,32	0,00	21,00	100%	116,72	2,43	0,00	21,00	100%
S6	85,54	7,05	6,72	21,00	68%	80,42	19,40	13,52	21,00	36%
S7	84,31	1,27	0,00	21,00	100%	75,00	2,51	0,00	21,00	100%
S8	80,44	1,51	0,00	21,00	100%	74,87	2,76	0,00	21,00	100%
S9	109,36	7,66	16,67	21,00	21%	113,30	17,00	16,20	21,00	23%
S10	91,92	8,04	12,34	21,00	41%	100,18	18,05	13,66	21,00	35%
S11	102,25	10,74	30,45	21,00	-45%	122,07	14,81	14,71	21,00	30%
S12	129,55	3,65	3,66	21,00	83%	109,50	4,10	0,00	21,00	100%
S13	152,86	5,36	7,09	21,00	66%	122,95	0,39	0,00	21,00	100%

Tablo H.10 Gerekli perde yüksekliğinin bulunması (devam)**4 Kat Perde**

Eleman	Deprem x (G + Q ± Ex yüklemesi için)					Deprem y (G + Q ± Ey yüklemesi için)				
	N (t)	My (t.m)	As,ger (cm ²)	As,mev (cm ²)	Eksik Fazla	N (t)	Mx (t.m)	As,ger (cm ²)	As,mev (cm ²)	Eksik Fazla
S1	42,25	3,83	2,43	15,00	84%	36,36	8,16	1,90	15,00	87%
S2	91,76	0,94	0,00	21,00	100%	95,09	2,61	0,00	21,00	100%
S3	102,25	1,60	0,00	21,00	100%	122,13	2,28	0,00	21,00	100%
S4	80,44	5,28	17,38	15,00	-16%	73,61	10,02	7,76	15,00	48%
S5	106,10	1,67	0,00	21,00	100%	106,44	2,88	0,00	21,00	100%
S6	49,07	3,19	0,00	15,00	100%	53,47	10,14	4,99	15,00	67%
S7	72,42	1,30	0,00	21,00	100%	60,13	3,05	0,00	21,00	100%
S8	70,08	1,47	0,00	21,00	100%	60,57	3,32	0,00	21,00	100%
S9	60,13	3,57	0,76	15,00	95%	70,21	8,22	1,70	15,00	89%
S10	58,78	3,31	0,00	15,00	100%	65,55	9,30	2,92	15,00	81%
S11	68,71	4,46	7,80	15,00	48%	70,44	7,00	0,00	15,00	100%
S12	115,65	3,39	0,00	21,00	100%	102,09	4,21	0,00	21,00	100%
S13	139,11	5,45	0,99	21,00	95%	121,51	0,80	0,00	21,00	100%

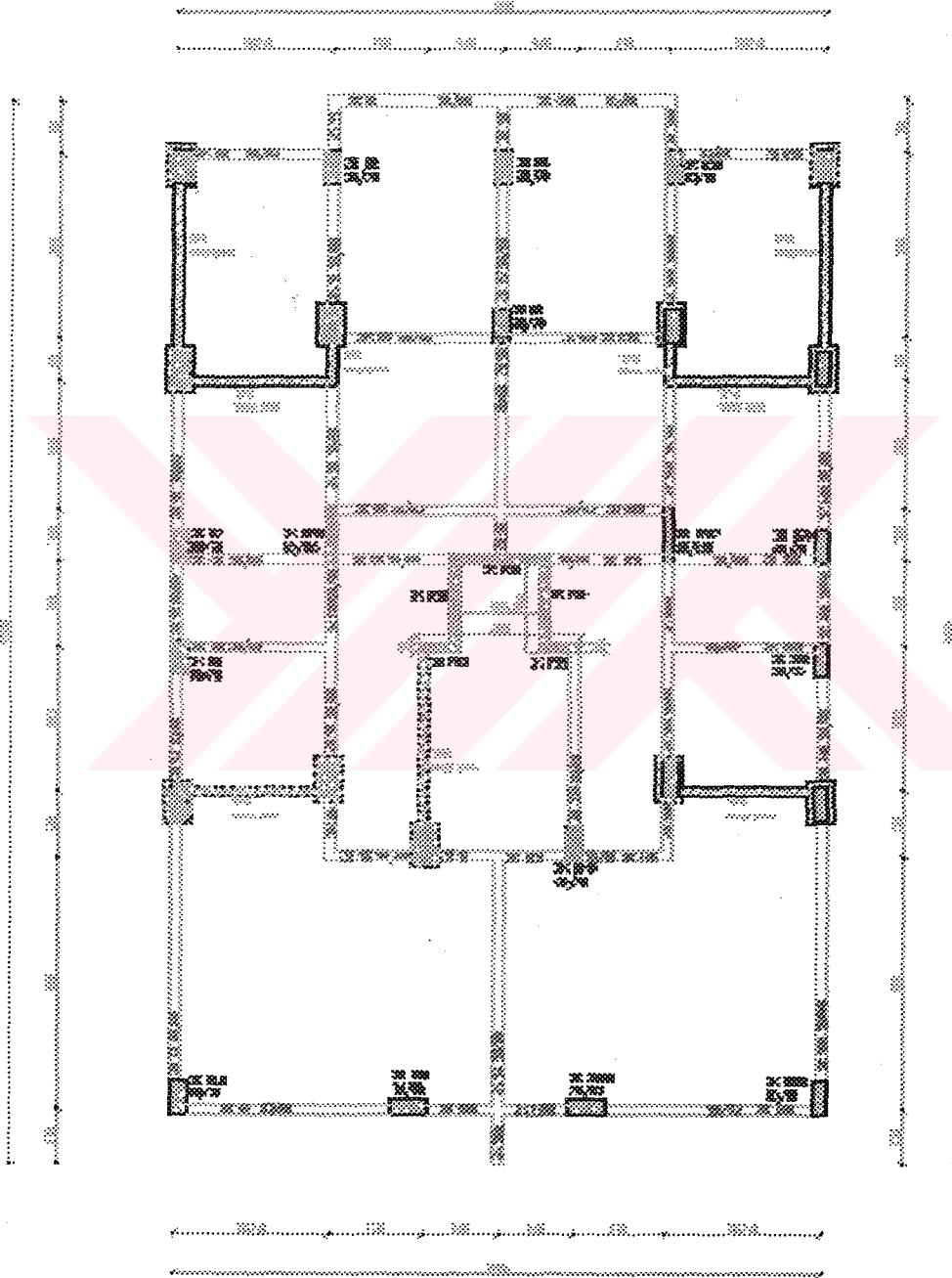
6 Kat Perde

Eleman	Deprem x (G + Q ± Ex yüklemesi için)					Deprem y (G + Q ± Ey yüklemesi için)				
	N (t)	My (t.m)	As,ger (cm ²)	As,mev (cm ²)	Eksik Fazla	N (t)	Mx (t.m)	As,ger (cm ²)	As,mev (cm ²)	Eksik Fazla
S1	15,08	2,64	5,76	15,00	62%	12,17	3,45	0,25	15,00	98%
S2	84,97	0,99	0,00	21,00	100%	85,71	2,73	0,00	21,00	100%
S3	99,57	0,76	0,00	21,00	100%	112,05	2,40	0,00	21,00	100%
S4	44,27	4,41	6,16	15,00	59%	38,70	5,36	0,00	15,00	100%
S5	99,14	1,79	0,00	21,00	100%	101,11	3,05	0,00	21,00	100%
S6	19,23	1,62	0,00	15,00	100%	24,65	4,73	0,00	15,00	100%
S7	66,18	1,32	0,00	21,00	100%	54,12	3,21	0,00	21,00	100%
S8	65,57	1,50	0,00	21,00	100%	56,09	3,39	0,00	21,00	100%
S9	28,91	1,47	0,00	15,00	100%	21,56	7,65	5,86	15,00	61%
S10	30,97	0,99	0,00	15,00	100%	30,32	4,23	0,00	15,00	100%
S11	38,39	2,51	0,00	15,00	100%	38,22	2,28	0,00	15,00	100%
S12	108,63	1,81	0,00	21,00	100%	98,50	4,33	0,00	21,00	100%
S13	133,05	5,68	0,00	21,00	100%	120,75	0,84	0,00	21,00	100%

8 Kat Perde

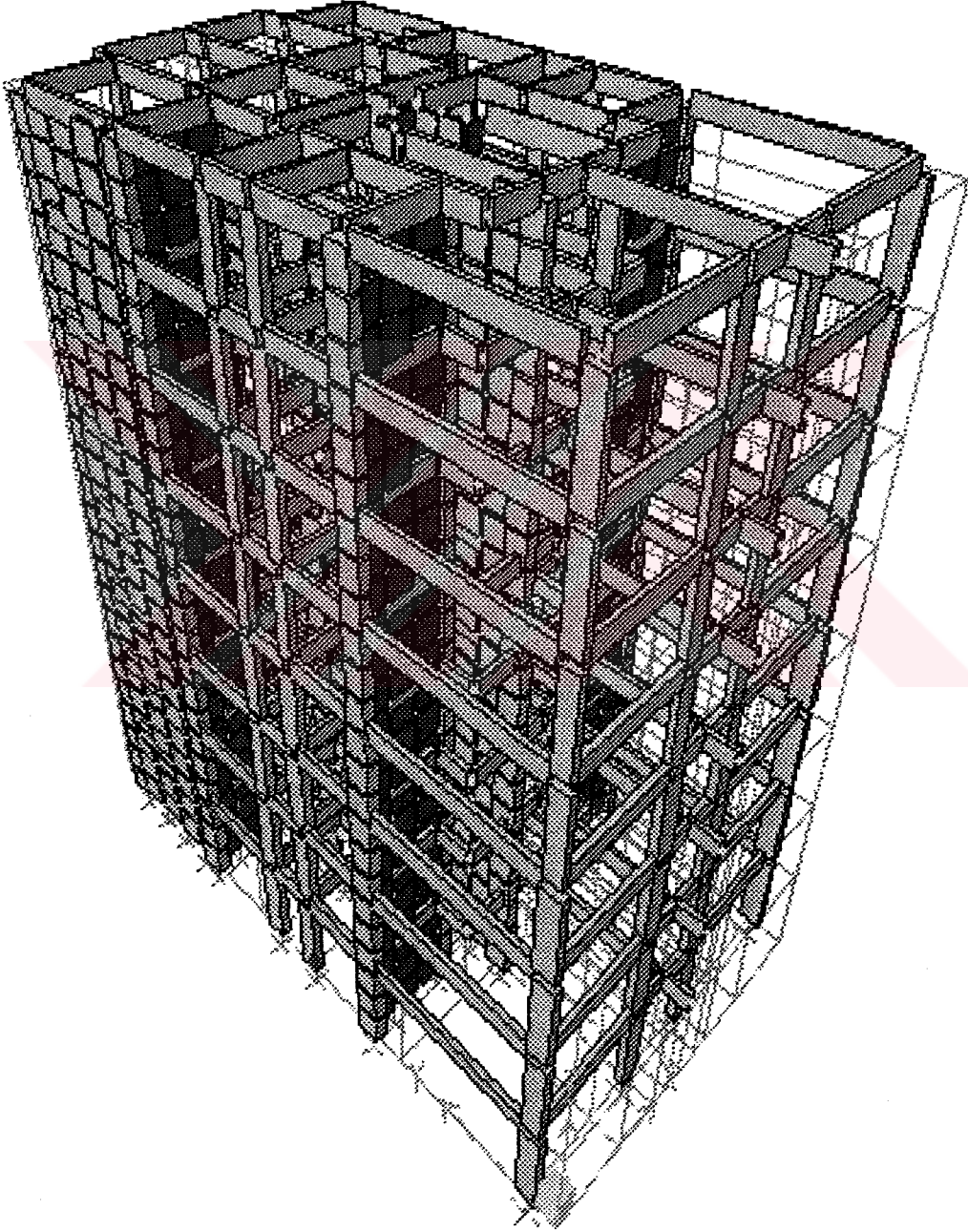
Eleman	Deprem x (G + Q ± Ex yüklemesi için)					Deprem y (G + Q ± Ey yüklemesi için)				
	N (t)	My (t.m)	As,ger (cm ²)	As,mev (cm ²)	Eksik Fazla	N (t)	Mx (t.m)	As,ger (cm ²)	As,mev (cm ²)	Eksik Fazla
S2	83,65	1,17	0,00	21,00	100%	84,72	3,31	0,00	21,00	100%
S3	97,97	0,88	0,00	21,00	100%	109,70	2,96	0,00	21,00	100%
S5	96,39	1,96	0,00	21,00	100%	99,10	3,67	0,00	21,00	100%
S7	65,89	1,48	0,00	21,00	100%	53,58	3,84	0,00	21,00	100%
S8	65,79	1,66	0,00	21,00	100%	56,55	4,17	0,00	21,00	100%
S12	107,67	1,98	0,00	21,00	100%	98,36	4,89	0,00	21,00	100%
S13	132,52	6,53	0,49	21,00	98%	120,71	0,94	0,00	21,00	100%

EK I. GÜÇLENDİRİLMİŞ DURUM KALIP PLANI

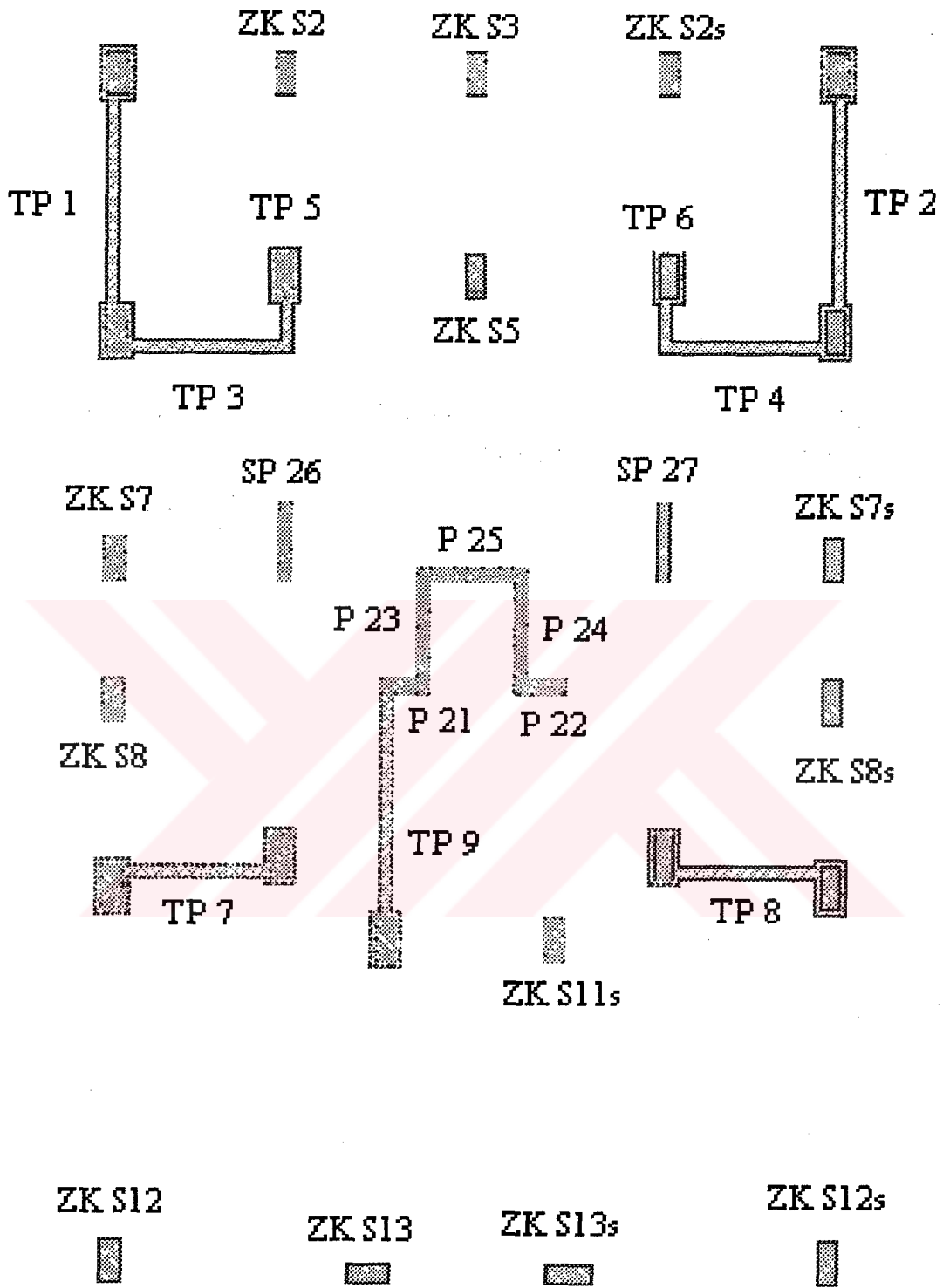


Şekil I.1 Güçlendirilmiş durum zemin kat kalıp planı

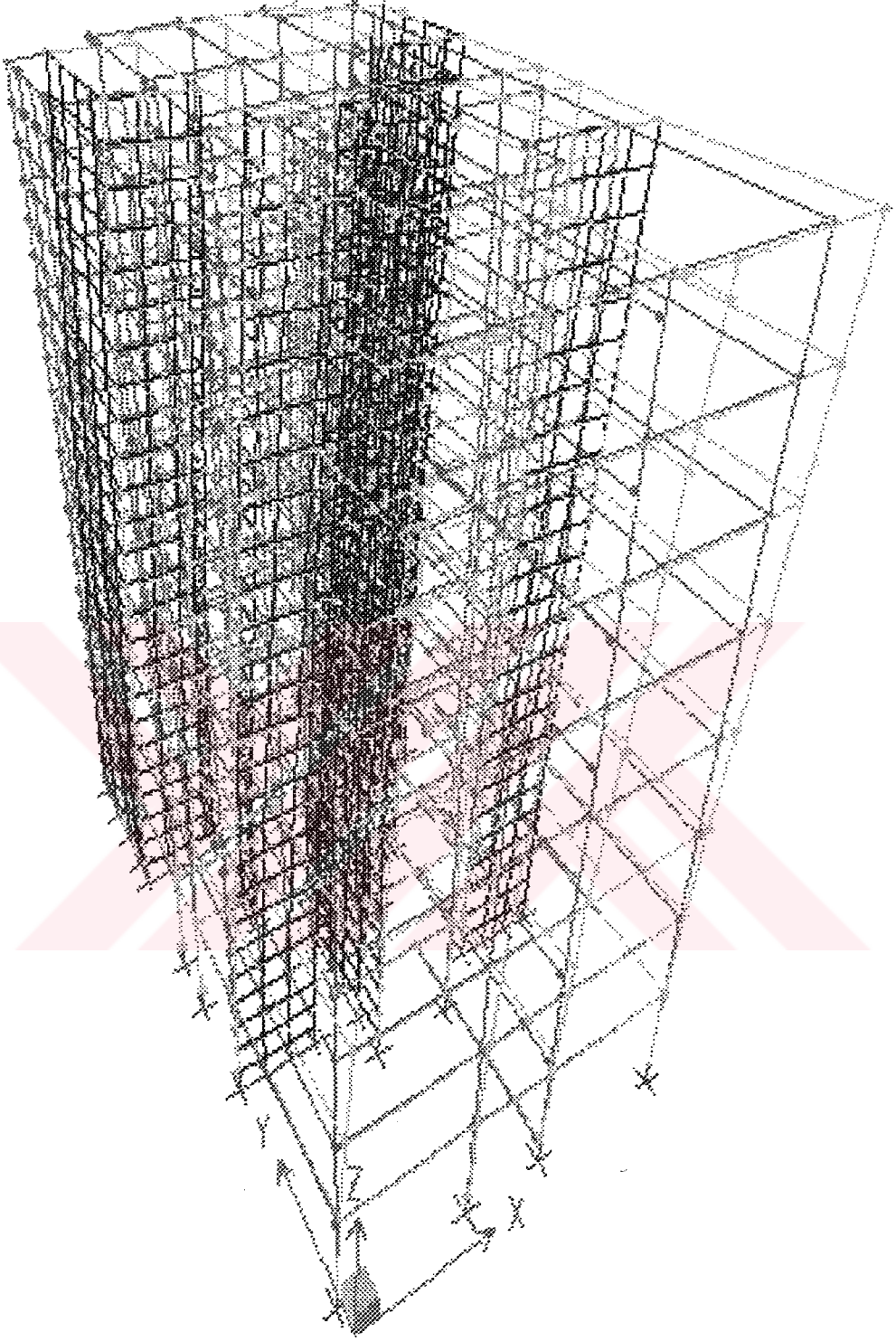
EK J. GÜÇLENDİRİLMİŞ DURUM BİNA MODELİ VE ELEMAN ETİKETLERİ



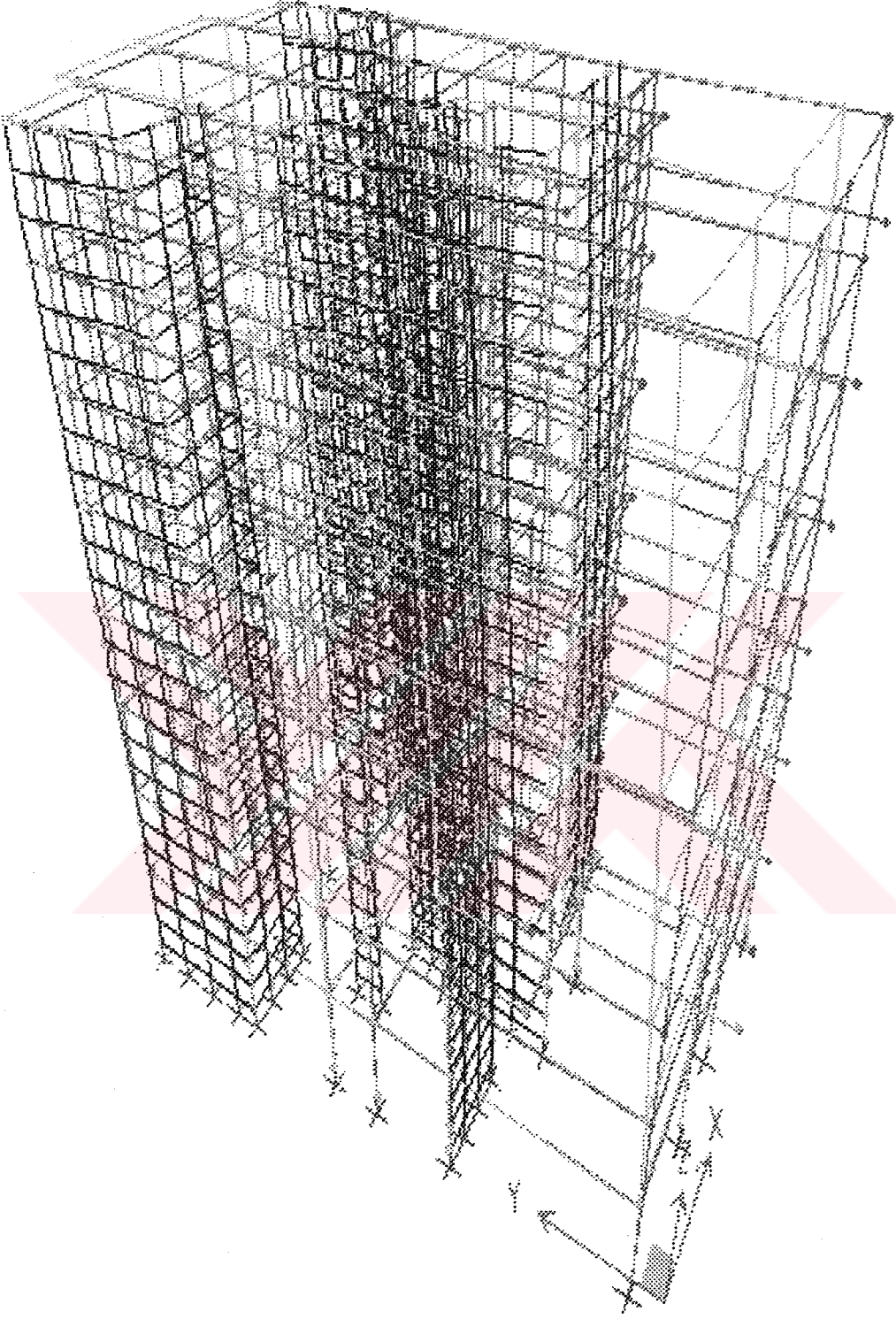
Şekil J.1 Güçlendirilmiş durum 3 boyutlu bina modeli



Şekil J.2 Güçlendirilmiş durum zemin kat kolon etiketleme düzeni



Şekil J.3 Güçlendirilmiş durum x doğrultusu öteleme modu



Şekil J.4 Güçlendirilmiş durum y doğrultusu öteleme modu

EK K. GÜÇLENDİRİLMİŞ DURUM DÜZENSİZLİK KONTROLLERİ

Tablo K.1 Güçlendirilmiş durum burulma düzensizliği kontrolü

Burulma Düzensizliği Kontrolü (birimler m' dir)

Ex +%5By Yüklemesi									
Kat	δ_i min	Δ_i min	δ_i max	Δ_i max	Δ_i ort	η_{bi}		D_i	Düzensizlik
8	0,00919	0,00140	0,01445	0,00200	0,00170	1,18	< 1,2	1,00	Yok
7	0,00779	0,00144	0,01245	0,00212	0,00178	1,19	< 1,2	1,00	Yok
6	0,00635	0,00144	0,01033	0,00220	0,00182	1,21	> 1,2	1,01	Mevcut
5	0,00491	0,00139	0,00813	0,00219	0,00179	1,22	> 1,2	1,04	Mevcut
4	0,00352	0,00128	0,00594	0,00204	0,00166	1,23	> 1,2	1,05	Mevcut
3	0,00224	0,00108	0,00390	0,00180	0,00144	1,25	> 1,2	1,09	Mevcut
2	0,00116	0,00078	0,00210	0,00138	0,00108	1,28	> 1,2	1,13	Mevcut
1	0,00038	0,00038	0,00072	0,00072	0,00055	1,31	> 1,2	1,19	Mevcut

Ex +%5By Yüklemesi									
Kat	δ_i min	Δ_i min	δ_i max	Δ_i max	Δ_i ort	η_{bi}		D_i	Düzensizlik
8	0,00951	0,00134	0,01400	0,00206	0,00170	1,212	> 1,2	1,02	Mevcut
7	0,00817	0,00141	0,01194	0,00214	0,00178	1,206	> 1,2	1,01	Mevcut
6	0,00676	0,00145	0,00980	0,00218	0,00182	1,201	> 1,2	1,00	Mevcut
5	0,00531	0,00144	0,00762	0,00213	0,00179	1,193	< 1,2	1,00	Yok
4	0,00387	0,00134	0,00549	0,00196	0,00165	1,188	< 1,2	1,00	Yok
3	0,00253	0,00117	0,00353	0,00168	0,00143	1,179	< 1,2	1,00	Yok
2	0,00136	0,00090	0,00185	0,00124	0,00107	1,159	< 1,2	1,00	Yok
1	0,00046	0,00046	0,00061	0,00061	0,00054	1,140	< 1,2	1,00	Yok

Ey +%5Bx Yüklemesi									
Kat	δ_i min	Δ_i min	δ_i max	Δ_i max	Δ_i ort	η_{bi}		D_i	Düzensizlik
8	0,00417	0,00055	0,00666	0,00088	0,00072	1,231	> 1,2	1,05	Mevcut
7	0,00362	0,00059	0,00578	0,00095	0,00077	1,234	> 1,2	1,06	Mevcut
6	0,00303	0,00062	0,00483	0,00100	0,00081	1,235	> 1,2	1,06	Mevcut
5	0,00241	0,00063	0,00383	0,00101	0,00082	1,232	> 1,2	1,05	Mevcut
4	0,00178	0,00060	0,00282	0,00095	0,00078	1,226	> 1,2	1,04	Mevcut
3	0,00118	0,00053	0,00187	0,00085	0,00069	1,232	> 1,2	1,05	Mevcut
2	0,00065	0,00042	0,00102	0,00067	0,00055	1,229	> 1,2	1,05	Mevcut
1	0,00023	0,00023	0,00035	0,00035	0,00029	1,207	> 1,2	1,01	Mevcut

Ey +%5Bx Yüklemesi									
Kat	δ_i min	Δ_i min	δ_i max	Δ_i max	Δ_i ort	η_{bi}		D_i	Düzensizlik
8	0,00504	0,00066	0,00558	0,00074	0,00070	1,057	< 1,2	1,00	Yok
7	0,00438	0,00071	0,00484	0,00080	0,00076	1,060	< 1,2	1,00	Yok
6	0,00367	0,00076	0,00404	0,00084	0,00080	1,050	< 1,2	1,00	Yok
5	0,00291	0,00076	0,00320	0,00084	0,00080	1,050	< 1,2	1,00	Yok
4	0,00215	0,00072	0,00236	0,00079	0,00076	1,046	< 1,2	1,00	Yok
3	0,00143	0,00065	0,00157	0,00071	0,00068	1,044	< 1,2	1,00	Yok
2	0,00078	0,00051	0,00086	0,00056	0,00054	1,047	< 1,2	1,00	Yok
1	0,00027	0,00027	0,00030	0,00030	0,00029	1,053	< 1,2	1,00	Yok

Tablo K.2 Güçlendirilmiş durum burulma düzensizliği kontrolü (2. Çözüm)**Burulma Düzensizliği Kontrolü (birimler m' dir)**

Ex +%5By Yüklemesi								
Kat	δ_i min	Δ_i min	δ_i max	Δ_i max	Δ_i ort	η_{bi}		Düzensizlik
8	0,00905	0,00138	0,01459	0,00201	0,00170	1,186	< 2	Yok
7	0,00767	0,00142	0,01258	0,00215	0,00179	1,204	< 2	Yok
6	0,00625	0,00142	0,01043	0,00222	0,00182	1,220	< 2	Yok
5	0,00483	0,00137	0,00821	0,00221	0,00179	1,235	< 2	Yok
4	0,00346	0,00126	0,00600	0,00206	0,00166	1,241	< 2	Yok
3	0,00220	0,00106	0,00394	0,00182	0,00144	1,264	< 2	Yok
2	0,00114	0,00077	0,00212	0,00140	0,00109	1,290	< 2	Yok
1	0,00037	0,00037	0,00072	0,00072	0,00055	1,321	< 2	Yok

Ex -%5By Yüklemesi								
Kat	δ_i min	Δ_i min	δ_i max	Δ_i max	Δ_i ort	η_{bi}		Düzensizlik
8	0,00937	0,00133	0,01414	0,00208	0,00171	1,220	< 2	Yok
7	0,00804	0,00139	0,01206	0,00216	0,00178	1,217	< 2	Yok
6	0,00665	0,00143	0,00990	0,00220	0,00182	1,212	< 2	Yok
5	0,00522	0,00141	0,00770	0,00215	0,00178	1,208	< 2	Yok
4	0,00381	0,00132	0,00555	0,00198	0,00165	1,200	< 2	Yok
3	0,00249	0,00115	0,00357	0,00170	0,00143	1,193	< 2	Yok
2	0,00134	0,00073	0,00187	0,00142	0,00108	1,321	< 2	Yok
1	0,00061	0,00061	0,00045	0,00045	0,00053	0,849	< 2	Yok

Ey +%5Bx Yüklemesi								
Kat	δ_i min	Δ_i min	δ_i max	Δ_i max	Δ_i ort	η_{bi}		Düzensizlik
8	0,00413	0,00055	0,00670	0,00088	0,00072	1,231	< 2	Yok
7	0,00358	0,00058	0,00582	0,00096	0,00077	1,247	< 2	Yok
6	0,00300	0,00062	0,00486	0,00100	0,00081	1,235	< 2	Yok
5	0,00238	0,00062	0,00386	0,00102	0,00082	1,244	< 2	Yok
4	0,00176	0,00059	0,00284	0,00096	0,00078	1,239	< 2	Yok
3	0,00117	0,00052	0,00188	0,00086	0,00069	1,246	< 2	Yok
2	0,00065	0,00042	0,00102	0,00067	0,00055	1,229	< 2	Yok
1	0,00023	0,00023	0,00035	0,00035	0,00029	1,207	< 2	Yok

Ey -%5Bx Yüklemesi								
Kat	δ_i min	Δ_i min	δ_i max	Δ_i max	Δ_i ort	η_{bi}		Düzensizlik
8	0,00500	0,00066	0,00562	0,00075	0,00071	1,064	< 2	Yok
7	0,00434	0,00071	0,00487	0,00080	0,00076	1,060	< 2	Yok
6	0,00363	0,00074	0,00407	0,00084	0,00079	1,063	< 2	Yok
5	0,00289	0,00076	0,00323	0,00085	0,00081	1,056	< 2	Yok
4	0,00213	0,00071	0,00238	0,00080	0,00076	1,060	< 2	Yok
3	0,00142	0,00064	0,00158	0,00071	0,00068	1,052	< 2	Yok
2	0,00078	0,00051	0,00087	0,00057	0,00054	1,056	< 2	Yok
1	0,00027	0,00027	0,00030	0,00030	0,00029	1,053	< 2	Yok

Tablo K.3 Güçlendirilmiş durum yumuşak kat düzensizliği kontrolü**Yumuşak Kat Düzensizliği Kontrolü (birimler m' dir)**

Ex +%5By Yükleme

Kat	Δi min	Δi max	Δi ort	$\Delta (i+1)$ ort	η_{ki}	
8	0,00140	0,00200	0,00170			
7	0,00144	0,00212	0,00178	0,00170	1,05	< 1,5
6	0,00144	0,00220	0,00182	0,00178	1,02	< 1,5
5	0,00139	0,00219	0,00179	0,00182	0,98	< 1,5
4	0,00128	0,00204	0,00166	0,00179	0,93	< 1,5
3	0,00108	0,00180	0,00144	0,00166	0,87	< 1,5
2	0,00078	0,00138	0,00108	0,00144	0,75	< 1,5
1	0,00038	0,00072	0,00055	0,00108	0,51	< 1,5

Ex -%5By Yükleme

Kat	Δi min	Δi max	Δi ort	$\Delta (i+1)$ ort	η_{ki}	
8	0,00134	0,00206	0,00170			
7	0,00141	0,00214	0,00178	0,00170	1,04	< 1,5
6	0,00145	0,00218	0,00182	0,00178	1,02	< 1,5
5	0,00144	0,00213	0,00179	0,00182	0,98	< 1,5
4	0,00134	0,00196	0,00165	0,00179	0,92	< 1,5
3	0,00117	0,00168	0,00143	0,00165	0,86	< 1,5
2	0,00090	0,00124	0,00107	0,00143	0,75	< 1,5
1	0,00046	0,00061	0,00054	0,00107	0,50	< 1,5

Ey +%5Bx Yükleme

Kat	Δi min	Δi max	Δi ort	$\Delta (i+1)$ ort	η_{ki}	
8	0,00055	0,00088	0,00072			
7	0,00059	0,00095	0,00077	0,00072	1,08	< 1,5
6	0,00062	0,00100	0,00081	0,00077	1,05	< 1,5
5	0,00063	0,00101	0,00082	0,00081	1,01	< 1,5
4	0,00060	0,00095	0,00078	0,00082	0,95	< 1,5
3	0,00053	0,00085	0,00069	0,00078	0,89	< 1,5
2	0,00042	0,00067	0,00055	0,00069	0,79	< 1,5
1	0,00023	0,00035	0,00029	0,00055	0,53	< 1,5

Ey -%5Bx Yükleme

Kat	Δi min	Δi max	Δi ort	$\Delta (i+1)$ ort	η_{ki}	
8	0,00066	0,00074	0,00070			
7	0,00071	0,00080	0,00076	0,00070	1,08	< 1,5
6	0,00076	0,00084	0,00080	0,00076	1,06	< 1,5
5	0,00076	0,00084	0,00080	0,00080	1,00	< 1,5
4	0,00072	0,00079	0,00076	0,00080	0,94	< 1,5
3	0,00065	0,00071	0,00068	0,00076	0,90	< 1,5
2	0,00051	0,00056	0,00054	0,00068	0,79	< 1,5
1	0,00027	0,00030	0,00029	0,00054	0,53	< 1,5

Tablo K.4 Güçlendirilmiş durum göreli kat ötelemeleri kontrolü (birimler m' dir)

Ex +%5By Yüklemesi

Kat	Δi max	h_i	Δi max / h_i		Sonuç
8	0,00200	2,85	0,00070	< 0,0035	Yeterli
7	0,00212	2,85	0,00074	< 0,0035	Yeterli
6	0,00220	2,85	0,00077	< 0,0035	Yeterli
5	0,00219	2,85	0,00077	< 0,0035	Yeterli
4	0,00204	2,85	0,00072	< 0,0035	Yeterli
3	0,00180	2,85	0,00063	< 0,0035	Yeterli
2	0,00138	2,85	0,00048	< 0,0035	Yeterli
1	0,00072	2,85	0,00025	< 0,0035	Yeterli

Ex -%5By Yüklemesi

Kat	Δi max	h_i	Δi max / h_i		Sonuç
8	0,00206	2,85	0,00072	< 0,0035	Yeterli
7	0,00214	2,85	0,00075	< 0,0035	Yeterli
6	0,00218	2,85	0,00076	< 0,0035	Yeterli
5	0,00213	2,85	0,00075	< 0,0035	Yeterli
4	0,00196	2,85	0,00069	< 0,0035	Yeterli
3	0,00168	2,85	0,00059	< 0,0035	Yeterli
2	0,00124	2,85	0,00044	< 0,0035	Yeterli
1	0,00061	2,85	0,00021	< 0,0035	Yeterli

Ey +%5Bx Yüklemesi

Kat	Δi max	h_i	Δi max / h_i		Sonuç
8	0,00088	2,85	0,00031	< 0,0035	Yeterli
7	0,00095	2,85	0,00033	< 0,0035	Yeterli
6	0,00100	2,85	0,00035	< 0,0035	Yeterli
5	0,00101	2,85	0,00035	< 0,0035	Yeterli
4	0,00095	2,85	0,00033	< 0,0035	Yeterli
3	0,00085	2,85	0,00030	< 0,0035	Yeterli
2	0,00067	2,85	0,00024	< 0,0035	Yeterli
1	0,00035	2,85	0,00012	< 0,0035	Yeterli

Ey -%5Bx Yüklemesi

Kat	Δi max	h_i	Δi max / h_i		Sonuç
8	0,00074	2,85	0,00026	< 0,0035	Yeterli
7	0,00080	2,85	0,00028	< 0,0035	Yeterli
6	0,00084	2,85	0,00029	< 0,0035	Yeterli
5	0,00084	2,85	0,00029	< 0,0035	Yeterli
4	0,00079	2,85	0,00028	< 0,0035	Yeterli
3	0,00071	2,85	0,00025	< 0,0035	Yeterli
2	0,00056	2,85	0,00020	< 0,0035	Yeterli
1	0,00030	2,85	0,00011	< 0,0035	Yeterli

EK L. GÜÇLENDİRİLMİŞ DURUM KOLON KAPASİTE KONTROLLERİ

Tablo L.1 Güçlendirilmiş durum zemin kat kolonları normal kuvvet kontrolü

KOLON	bx (cm)	by (cm)	Kolon Alanı (cm ²)	Nd	Yükleme	Nlim 0,5*f _{ck} *Ac	Nd/Nlim	Sonuç
ZKS2	30	70	2100	94,91	Comb 1	147	0,65	yeterli
ZKS3	30	70	2100	137,87	Comb 1	147	0,94	yeterli
ZKS5	30	70	2100	136,16	Comb 1	147	0,93	yeterli
ZKS7	30	70	2100	73,48	Comb 1	147	0,50	yeterli
ZKS8	30	70	2100	70,78	Comb 1	147	0,48	yeterli
ZKS11s	30	70	2100	115,34	Comb 1	147	0,78	yeterli
ZKS12	30	70	2100	133,62	Comb 1	147	0,91	yeterli
ZKS13	70	30	2100	141,47	Comb 1	147	0,96	yeterli

Tablo L.2 Güçlendirilmiş durum zemin kat kolonları x yönü moment kapasite kontrolü

KOLON	B (cm)	H (cm)	Mevcut Donatı (cm ²)	Ndx (t)	Mdx (tm)	Mdy (tm)	Mrx (tm)	Mdx/Mrx	Sonuç
ZKS2	30	70	21,00	49,76	2,78	0,18	19,96	0,14	Yeterli
ZKS3	30	70	21,00	86,38	3,21	0,18	21,39	0,15	Yeterli
ZKS5	30	70	21,00	91,92	3,11	0,25	21,23	0,15	Yeterli
ZKS7	30	70	21,00	50,14	3,26	0,28	20,29	0,16	Yeterli
ZKS8	30	70	21,00	54,42	3,09	0,46	20,04	0,15	Yeterli
ZKS11s	30	70	21,00	99,57	2,80	0,13	20,24	0,14	Yeterli
ZKS12	30	70	21,00	133,62	4,67	1,54	13,85	0,34	Yeterli
ZKS13	70	30	21,00	141,47	0,77	0,98	5,57	0,14	Yeterli

Tablo L.3 Güçlendirilmiş durum zemin kat kolonları y yönü moment kapasite kontrolü

KOLON	B (cm)	H (cm)	Mevcut Donatı (cm ²)	Ndy (t)	Mdy (tm)	Mdx (tm)	Mry (tm)	Mdy/Mry	Sonuç
ZKS2	30	70	21,00	45,12	1,30	0,98	8,33	0,16	Yeterli
ZKS3	30	70	21,00	70,27	0,89	0,54	9,02	0,10	Yeterli
ZKS5	30	70	21,00	95,65	1,88	0,65	8,75	0,21	Yeterli
ZKS7	30	70	21,00	63,87	1,29	2,44	9,07	0,14	Yeterli
ZKS8	30	70	21,00	70,78	1,47	6,57	9,04	0,16	Yeterli
ZKS11s	30	70	21,00	77,97	1,81	0,72	9,10	0,20	Yeterli
ZKS12	30	70	21,00	107,77	1,98	3,75	8,07	0,25	Yeterli
ZKS13	70	30	21,00	133,46	6,49	0,04	14,61	0,44	Yeterli

Tablo L.4 Güçlendirilmiş durum zemin kat kolonları kesme kuvveti kapasite kontrolü

X yönü

KOLON	hi (cm)	B (cm)	H (cm)	Mrx	Vdx max	Vr max 0,22*fcd*b*d	Vdxmax/Vrmax	Sonuç
ZKS2	285	30	70	19,96	14,01	41,58	0,34	Yeterli
ZKS3	285	30	70	21,39	15,01	41,58	0,36	Yeterli
ZKS5	285	30	70	21,23	14,90	41,58	0,36	Yeterli
ZKS7	285	30	70	20,29	14,24	41,58	0,34	Yeterli
ZKS8	285	30	70	20,04	14,06	41,58	0,34	Yeterli
ZKS11s	285	30	70	20,24	14,20	41,58	0,34	Yeterli
ZKS12	285	30	70	13,85	9,72	41,58	0,23	Yeterli
ZKS13	285	70	30	5,57	3,91	41,58	0,09	Yeterli

Y yönü

KOLON	hi (cm)	B (cm)	H (cm)	Mry	Vdy max	Vr max 0,22*fcd*b*d	Vdymax/Vrmax	Sonuç
ZKS2	285	30	70	8,33	5,85	41,58	0,14	Yeterli
ZKS3	285	30	70	9,02	6,33	41,58	0,15	Yeterli
ZKS5	285	30	70	8,75	6,14	41,58	0,15	Yeterli
ZKS7	285	30	70	9,07	6,36	41,58	0,15	Yeterli
ZKS8	285	30	70	9,04	6,34	41,58	0,15	Yeterli
ZKS11s	285	30	70	9,10	6,39	41,58	0,15	Yeterli
ZKS12	285	30	70	8,07	5,66	41,58	0,14	Yeterli
ZKS13	285	70	30	14,61	10,25	41,58	0,25	Yeterli

EK M.GÜÇLENDİRİLMİŞ DURUM PERDE KAPASİTE KONTROLLERİ

Tablo M.1 Güçlendirilmiş durum zemin kat perde normal kuvvet kontrolü

Perde	lw (cm)	b (cm)	h (cm)	Yükleme	Nd max (t)	Nlim 0,5*fck*Ag	Nd max/Nlim	Sonuç
ZKP21	80	20	285	Comb6	27,57	112	0,25	Yeterli
ZKP22	80	20	285	Comb5	63,01	112	0,56	Yeterli
ZKP23	200	20	285	Comb11	111,15	280	0,40	Yeterli
ZKP24	200	20	285	Comb5	150,37	280	0,54	Yeterli
ZKP25	180	20	285	Comb11	129,94	252	0,52	Yeterli
ZKSP26	125	20	285	Comb1	111,10	175	0,63	Yeterli
ZKSP27	125	20	285	Comb1	111,38	175	0,64	Yeterli

Tablo M.2 Güçlendirilmiş durum zemin kat perde x yönü moment kapasite kontrolü

Perde	lw (cm)	b (cm)	Donatı (cm ²)	Yükleme	Ndx (t)	Mdx (t.m)	Mdy (t.m)	Mrx (t.m)	Mrx/Mdx	Sonuç
ZKP21	80	20	30,4	Comb11	27,08	0,31	2,68	5,58	18,00	Yeterli
ZKP22	80	20	30,4	Comb12	26,91	0,18	0,37	5,84	32,44	Yeterli
ZKP23	200	20	53,2	Comb13	24,69	25,24	0,19	91,78	3,64	Yeterli
ZKP24	200	20	53,2	Comb12	15,80	25,55	0,06	85,08	3,33	Yeterli
ZKP25	180	20	53,2	Comb11	128,40	0,49	1,63	11,09	22,63	Yeterli
ZKSP26	125	20	38	Comb11	83,08	7,62	0,24	54,57	7,16	Yeterli
ZKSP27	125	20	38	Comb10	81,65	8,14	0,14	53,54	6,58	Yeterli

Tablo M.3 Güçlendirilmiş durum zemin kat perde y yönü moment kapasite kontrolü

Perde	lw (cm)	b (cm)	Donatı (cm ²)	Yükleme	Ndy (t)	Mdy (t.m)	Mdx (t.m)	Mry (t.m)	Mry/Mdy	Sonuç
ZKP21	80	20	30,4	Comb7	27,12	3,66	0,08	23,39	6,39	Yeterli
ZKP22	80	20	30,4	Comb3	29,03	2,44	0,05	23,80	9,75	Yeterli
ZKP23	200	20	53,2	Comb10	71,64	0,90	1,54	12,02	13,36	Yeterli
ZKP24	200	20	53,2	Comb11	58,37	0,83	0,92	11,38	13,71	Yeterli
ZKP25	180	20	53,2	Comb5	62,93	32,68	0,03	79,82	2,44	Yeterli
ZKSP26	125	20	38	Comb7	74,15	0,89	1,50	8,72	9,80	Yeterli
ZKSP27	125	20	38	Comb5	83,94	0,94	0,30	8,84	9,40	Yeterli

Tablo M.4 Güçlendirilmiş durum zemin kat perde kesme kuvveti kapasite kontrolü

X yönü

Perde	lw (cm)	b (cm)	h (cm)	Mrx (t.m)	Vdx	Vr max $0,22 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d$	Vdxmax/Vrmax	Sonuç
ZKP21	80	20	285	5,58	3,92	31,68	0,12	Yeterli
ZKP22	80	20	285	5,84	4,10	31,68	0,13	Yeterli
ZKP23	200	20	285	91,78	64,41	79,2	0,81	Yeterli
ZKP24	200	20	285	85,08	59,71	79,2	0,75	Yeterli
ZKP25	180	20	285	11,09	7,78	71,28	0,11	Yeterli
ZKSP26	125	20	285	54,57	38,29	49,5	0,77	Yeterli
ZKSP27	125	20	285	53,54	37,57	49,5	0,76	Yeterli

Y yönü

Perde	lw (cm)	b (cm)	h (cm)	Mry (t.m)	Vdy	Vr max $0,22 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d$	Vdymax/Vrmax	Sonuç
ZKP21	80	20	285	23,39	16,41	31,68	0,52	Yeterli
ZKP22	80	20	285	23,80	16,70	31,68	0,53	Yeterli
ZKP23	200	20	285	12,02	8,44	79,2	0,11	Yeterli
ZKP24	200	20	285	11,38	7,99	79,2	0,10	Yeterli
ZKP25	180	20	285	79,82	56,01	71,28	0,79	Yeterli
ZKSP26	125	20	285	8,72	6,12	49,5	0,12	Yeterli
ZKSP27	125	20	285	8,84	6,20	49,5	0,13	Yeterli

EK N. GÜÇLENDİRİLMİŞ DURUM KİRİŞ DONATI VE ORANLARI

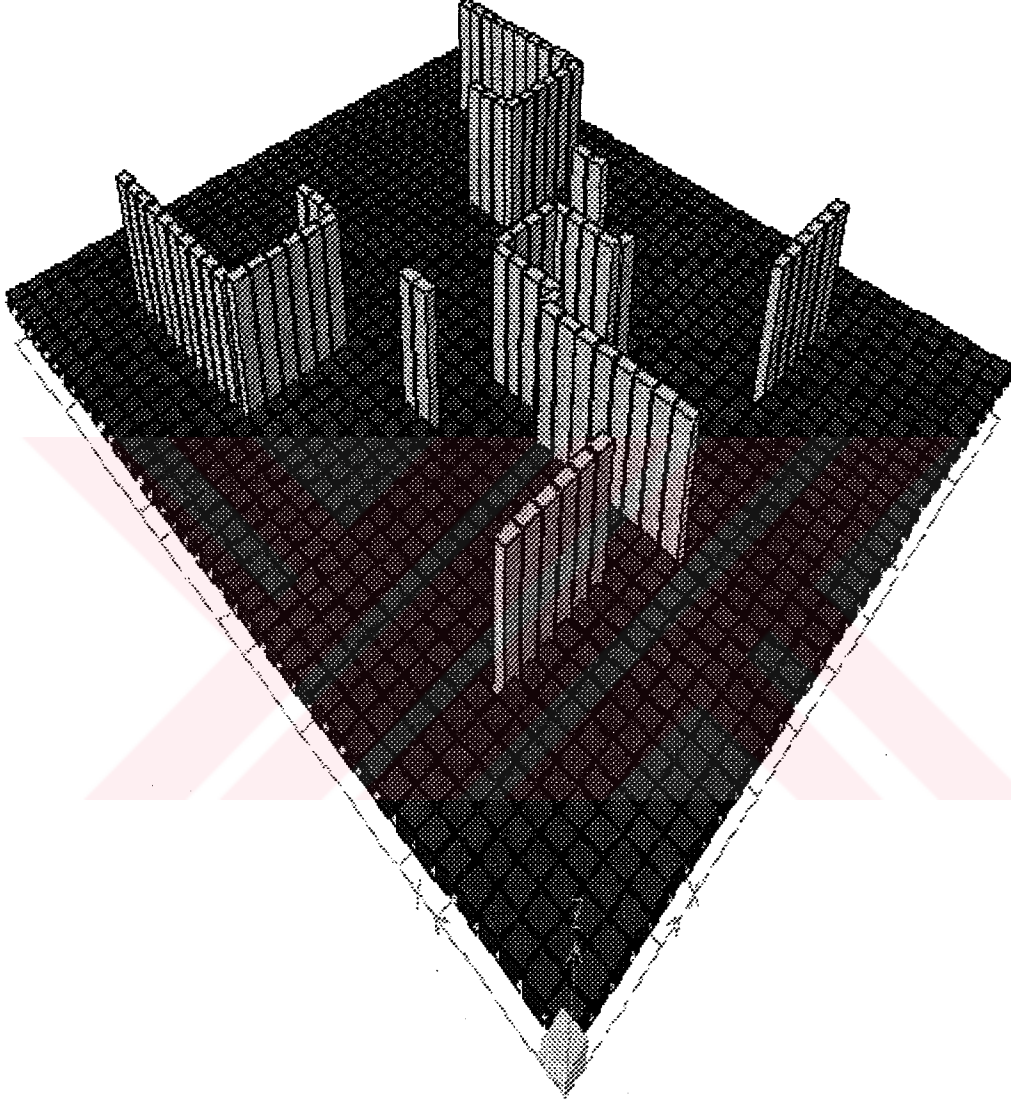
Tablo N.1 Kiriş donatı ve oranları

Kirişler (20/60)		Güçlendirilmiş yapı için Gerekli donatı (cm ²)			Donatı Oranı		
		sol uç	açıklık	sağ uç	sol uç	açıklık	sağ uç
ZK01	üst	1,80	1,47	1,92	0,002	0,001	0,002
	alt	0,90	2,98	0,94	0,001	0,002	0,001
ZK02	üst	3,73	1,88	2,19	0,003	0,002	0,002
	alt	1,79	1,31	2,25	0,001	0,001	0,002
ZK03	üst	5,38	1,48	3,11	0,004	0,001	0,003
	alt	3,07	1,90	2,25	0,003	0,002	0,002
ZK05	üst	2,52	1,20	0,86	0,002	0,001	0,001
	alt	1,23	2,84	0,74	0,001	0,002	0,001
ZK06	üst	3,16	1,75	1,49	0,003	0,001	0,001
	alt	1,52	2,16	0,73	0,001	0,002	0,001
ZK07	üst	1,82	1,17	4,95	0,002	0,001	0,004
	alt	1,08	1,17	2,41	0,001	0,001	0,002
ZK08	üst	4,95	1,22	0,93	0,004	0,001	0,001
	alt	2,51	1,23	1,13	0,002	0,001	0,001
ZK10s	üst	4,95	1,32	0,88	0,004	0,001	0,001
	alt	2,62	1,27	1,18	0,002	0,001	0,001
ZK11	üst	7,43	2,24	4,95	0,006	0,002	0,004
	alt	8,31	2,24	8,33	0,007	0,002	0,007
ZK12	üst	5,03	1,31	5,20	0,004	0,001	0,004
	alt	2,51	4,80	2,70	0,002	0,004	0,002
ZK12B	üst	6,03	2,86	1,41	0,005	0,002	0,001
	alt	2,89	3,80	10,37	0,002	0,003	0,009
ZK13	üst	10,54	2,99	10,71	0,009	0,002	0,009
	alt	4,95	8,58	4,95	0,004	0,007	0,004
ZK14	üst	2,29	1,05	1,36	0,002	0,001	0,001
	alt	1,12	1,12	1,45	0,001	0,001	0,001
ZK15	üst	1,32	1,02	1,19	0,001	0,001	0,001
	alt	0,95	1,32	1,08	0,001	0,001	0,001

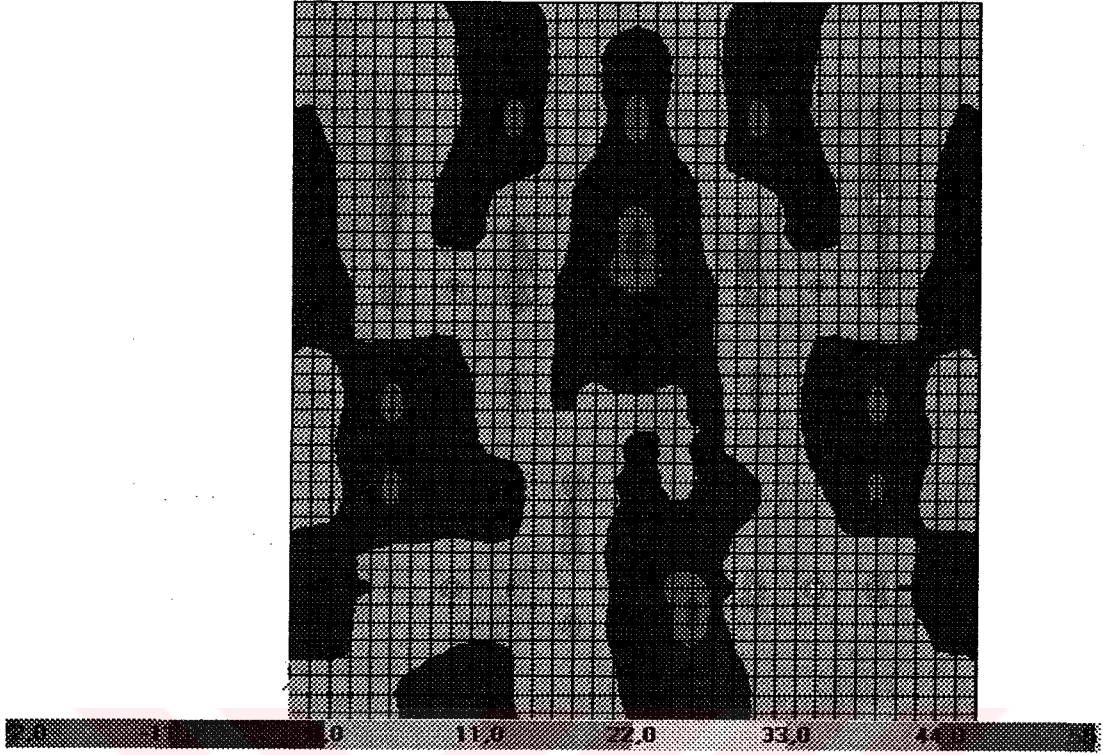
Tablo N.1 Kiriş donatı ve oranları (devam)

Kirişler (20/60)		Güçlendirilmiş yapı için Gerekli donatı (cm ²)			Donatı Oranı		
		sol uç	açıklık	sağ uç	sol uç	açıklık	sağ uç
ZK16	üst	2,42	1,07	2,95	0,002	0,001	0,002
	alt	1,18	2,06	1,43	0,001	0,002	0,001
ZK18	üst	1,00	1,75	4,85	0,001	0,001	0,004
	alt	1,00	1,17	2,40	0,001	0,001	0,002
ZK19	üst	6,21	1,78	0,87	0,005	0,001	0,001
	alt	3,71	4,01	5,86	0,003	0,003	0,005
ZK19B	üst	1,75	1,93	6,89	0,001	0,002	0,006
	alt	5,89	1,93	4,06	0,005	0,002	0,003
ZK20	üst	1,97	1,15	5,17	0,002	0,001	0,004
	alt	3,35	2,28	3,16	0,003	0,002	0,003
ZK21	üst	3,24	1,07	2,47	0,003	0,001	0,002
	alt	1,56	3,22	1,20	0,001	0,003	0,001
ZK22	üst	4,84	2,04	1,16	0,004	0,002	0,001
	alt	2,29	1,11	0,93	0,002	0,001	0,001
ZK23s	üst	3,47	0,82	2,60	0,003	0,001	0,002
	alt	1,67	4,04	1,26	0,001	0,003	0,001
ZK24	üst	4,95	10,91	2,41	0,004	0,009	0,002
	alt	2,34	14,69	1,17	0,002	0,012	0,001
ZK25	üst	9,32	2,48	0,84	0,008	0,002	0,001
	alt	4,95	2,48	5,38	0,004	0,002	0,004
ZK25B	üst	1,70	0,96	2,52	0,001	0,001	0,002
	alt	1,60	0,96	1,22	0,001	0,001	0,001
ZK26	üst	2,40	1,83	6,43	0,002	0,002	0,005
	alt	5,20	5,03	3,82	0,004	0,004	0,003
ZK27	üst	3,63	0,93	3,97	0,003	0,001	0,003
	alt	1,74	3,22	1,89	0,001	0,003	0,002
ZK28	üst	9,45	4,83	1,16	0,008	0,004	0,001
	alt	4,95	2,53	1,21	0,004	0,002	0,001

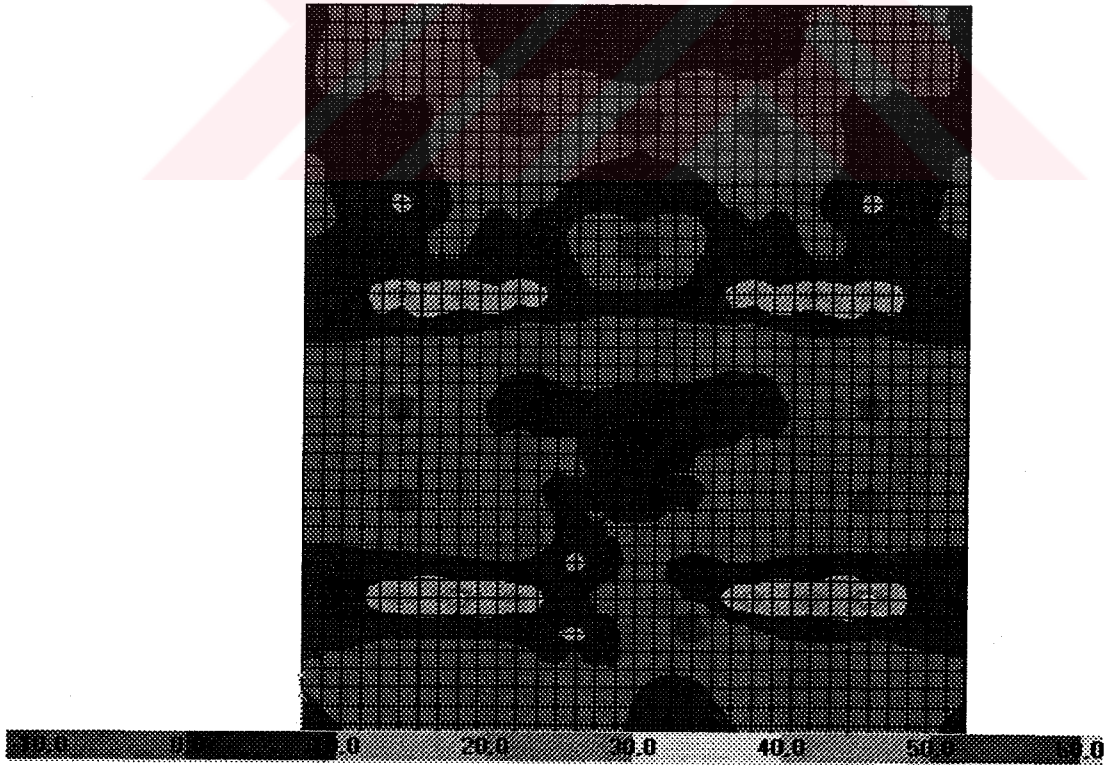
EK O. RADYE TEMELE AİT ŞEKİLLER



Şekil O.1 Takviye perdeleri için tasarlanmış üç boyutlu radye temel modeli



Şekil 0.2 (1.4G+1.6Q) yüklemesi için y eksenini etrafındaki eğilme momenti (M11) değerleri



Şekil 0.3 (1.4G+1.6Q) yüklemesi için x eksenini etrafındaki eğilme momenti (M22) değerleri

ÖZGEÇMİŞ

Gürler SUNEL, 1977 yılında Ceyhan'da doğmuştur. İlköğrenimini Eskişehir Millizafer İlkokulunda, orta ve lise öğrenimini Eskişehir Kılıçoğlu Anadolu Lisesinde tamamlamıştır. 1996 yılında Osmangazi Üniversitesi İnşaat Mühendisliği bölümünde lisans eğitime başlamıştır. 2000 yılında lisans eğitimini tamamladıktan sonra aynı yıl İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Deprem Mühendisliği Programında yüksek lisans eğitime başlamıştır.



**TC YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANASYON MERKEZİ**